



**T.C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**[Doktora Tezi]**

**[PIŞIR-SOĞUT (COOK-CHILL) YÖNTEMİYLE HAZIRLANAN  
KEREVİTLERİN (*Astacus leptodactylus*) BESİN DEĞERİ ve RAF  
ÖMRÜNÜN BELİRLENMESİ]**

**[Samime ÖZTURAN]**

**[Balıkçılık ve Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı]**

**[Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Programı]**

**DANIŞMAN  
[Prof. Dr.] [Gülgün F. ŞENGÖR]**

**[Haziran, 2022]**

**İSTANBUL**

Bu çalışma, 30.06.2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Balıkçılık ve Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Programında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

### Tez Jürisi

Prof. Dr. Gülgün F. ŞENGÖR (Danışman)  
İstanbul Üniversitesi  
Su Bilimleri Fakültesi

Doç. Dr. Zuhale ZEYBEK  
İstanbul Üniversitesi  
Fen Fakültesi

Doç. Dr. Filiz AKSU  
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa  
Veteriner Fakültesi Meslek Yüksek Okulu

Dr. Öğr. Üyesi Didem ÜÇOK  
ALAKAVUK  
İstanbul Üniversitesi  
Su Bilimleri Fakültesi

Prof. Dr. Demet KOCATEPE  
Sinop Üniversitesi  
Su Ürünleri Fakültesi

### **İntihal Programı Beyanı**

20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi’nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

### **Proje Destekleri**

Bu tez, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi FDK-2020-37117 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

### **Tezden Üretilmiş Yayınların Künye Bilgileri**

Ozturan, S. and Sengor, G.F.U., 2022, Comparision of cooking processes on nutritional value of fresh and cooked-blast chilled crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823), *Sustainable Aquatic Research*, 1(1), 1-19.

Ozturan, S. and Sengor, G.F.U., 2022, Effects of cooking methods on the quality and safety of crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz,1823) during chilled storage, *Journal of Food Processing and Preservation*, e16887.

## ÖNSÖZ

Bu araştırma konusunu bana sunan ve yöneten Değerli Hocam Sayın Prof. Dr. Gülgün F. ÜNAL ŞENGÖR’e, tez çalışması süreci boyunca Tez İzleme Komitesi Hocalarım Sayın Doç. Dr. Filiz AKSU ve Sayın Doç. Dr. Zuhal ZEYBEK’e de gösterdikleri ilgi ve desteklerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

“Pişir-Soğut (Cook-Chill) Yöntemiyle Hazırlanan Kerevitlerin (*Astacus leptodactylus*) Besin Değeri ve Raf Ömrünün Belirlenmesi” konulu bu araştırma, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su ürünleri İşleme Teknolojisi Programında Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır. Bu Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi FDK-2020-37117 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

Araştırma materyali kerevitlerin temininde ve tarafımıza canlı ve kalite kaybı olmaksızın ulaştırılmasında lojistik desteklerinden dolayı Şahlanlar Gıda San. ve Tic. Ltd. şirketine ve Genel Müdürü Sayın Osman ŞAHLAN’a; pişirme sonrası kerevitlerin hızlı soğutulması amacıyla şok soğutucu (blast-chiller) cihazını kullanma fırsatı verdikleri için Electrolux Profesyonel firması Türkiye Marmara Bölge Satış Müdürü Sayın Erkan ALAK ve bayi-bölge satış sorumlusu Sayın Ahmed ÖZER’e teşekkürü borç biliyorum.

Tez çalışmasının raf ömrü analizleri ve besin bileşimi analizleri İstanbul Üniversitesi, Su Bilimleri Fakültesi, Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Besin değerini içeren yağ asit kompozisyonu, amino asit kompozisyonu ve vitamin analizleri TÜBİTAK MAM’dan, mineral madde analizleri ise; İstanbul Üniversitesi, Bitki ve Bitkisel Ürünler Uygulama ve Araştırma Merkezi’nden endüstriyel hizmet alımı ile gerçekleştirilmiştir. Söz konusu analizlerin yürütülmesinde görev alan Tübitak-MAM Gıda Enstitüsü çalışanlarına ve mineral madde analizlerinde görevli İ.Ü Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Botanik ABD Öğretim Görevlisi Dr. Yusuf Can GERÇEK’e destek ve yardımları için teşekkür ederim.

Ayrıca doktora tez çalışmalarım boyunca bana her türlü destek, anlayış ve yardımları ile abim Sayın Sinan ÖZTURAN’a minnet ve şükranlarımı sunarım. |

Haziran 2022

|Samime ÖZTURAN|

# İÇİNDEKİLER

Sayfa No

|                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| ÖNSÖZ .....                                                         | iv        |
| İÇİNDEKİLER.....                                                    | v         |
| ŞEKİL LİSTESİ .....                                                 | ix        |
| TABLO LİSTESİ.....                                                  | xi        |
| SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ .....                                     | xiii      |
| ÖZET .....                                                          | xv        |
| SUMMARY .....                                                       | xix       |
| <b>1. GİRİŞ.....</b>                                                | <b>1</b>  |
| <b>2. GENEL KISIMLAR .....</b>                                      | <b>5</b>  |
| 2.1. KABUKLU SU ÜRÜNLERİNDE PİŞİR-SOĞUT YÖNTEMİ.....                | 7         |
| 2.1.1. Pişirme Yöntemleri.....                                      | 7         |
| 2.1.1.1. Kaynayan Suda Haşlama.....                                 | 9         |
| 2.1.1.2. Sous Vide Pişirme .....                                    | 10        |
| 2.1.1.3. Mikrodalgada Pişirme .....                                 | 11        |
| 2.2.2. Ambalajlama.....                                             | 12        |
| 2.2.3. Şok Soğutma.....                                             | 13        |
| 2.2.4. Soğuk Depolama / Tüketim Öncesi Isıtma / Dağıtım .....       | 14        |
| 2.2. KABUKLU SU ÜRÜNLERİNDE KALİTE DEĞİŞİMLERİ.....                 | 16        |
| 2.2.1. Duyusal Kalite Değişimleri .....                             | 16        |
| 2.2.2. Fiziko-Kimyasal Kalite Değişimleri.....                      | 18        |
| 2.2.3. Mikrobiyolojik Kalite Değişimleri .....                      | 19        |
| <b>3. MALZEME VE YÖNTEM .....</b>                                   | <b>23</b> |
| 3.1. MALZEME .....                                                  | 28        |
| 3.1.1. Malzemenin Temini.....                                       | 28        |
| 3.1.2. Malzemenin Hazırlanması.....                                 | 30        |
| 3.1.3. Malzemenin Pişirilmesi ve Ambalajlanması .....               | 31        |
| 3.1.4. Pişirilen Malzemenin Şok Soğutulması ve Soğuk Depolama ..... | 38        |

|                                                                                             |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.2. YÖNTEM.....                                                                            | 40        |
| 3.2.1. Pişirme Kaybı (%) .....                                                              | 41        |
| 3.2.2. Besin Bileşimi Analizleri .....                                                      | 42        |
| 3.2.2.1. <i>Ham Protein Analizi</i> .....                                                   | 42        |
| 3.2.2.2. <i>Ham Yağ Analizi</i> .....                                                       | 42        |
| 3.2.2.3. <i>Nem Analizi</i> .....                                                           | 43        |
| 3.2.2.4. <i>Ham Kül Analizi</i> .....                                                       | 44        |
| 3.2.2.5. <i>Karbonhidrat Değeri</i> .....                                                   | 44        |
| 3.2.2.6. <i>Enerji Değeri</i> .....                                                         | 44        |
| 3.2.3. Besin Kompozisyon Analizleri.....                                                    | 44        |
| 3.2.3.1. <i>Yağ Asit Kompozisyon Analizi</i> .....                                          | 45        |
| 3.2.3.2 <i>Amino Asit Kompozisyon Analizi</i> .....                                         | 45        |
| 3.2.3.3. <i>Vitamin Analizi</i> .....                                                       | 46        |
| 3.2.3.4. <i>Mineral Madde Analizi</i> .....                                                 | 47        |
| 3.2.4. Duyusal Analiz .....                                                                 | 48        |
| 3.2.5. Fiziko-Kimyasal Analizler .....                                                      | 50        |
| 3.2.5.1. <i>pH Analizi</i> .....                                                            | 50        |
| 3.2.5.2. <i>Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Analizi</i> .....                               | 50        |
| 3.2.5.3. <i>Trimetilamin Nitrojen (TMA-N) Analizi</i> .....                                 | 50        |
| 3.2.5.4. <i>Tiyobarbitürik Asit-Reaktif Maddeleri (TBARs) Analizi</i> .....                 | 51        |
| 3.2.6. Mikrobiyolojik Analizler.....                                                        | 52        |
| 3.2.6.1. <i>Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB) Sayımı</i> .....                        | 52        |
| 3.2.6.2. <i>Toplam Psikrofilik Aerobik Bakteri (TPAB) Sayımı</i> .....                      | 52        |
| 3.2.6.3. <i>Toplam Koliform Sayımı</i> .....                                                | 52        |
| 3.2.6.4. <i>Escherichia coli (E.coli) Sayımı</i> .....                                      | 53        |
| 3.2.6.5. <i>Maya ve Küf Sayımı</i> .....                                                    | 53        |
| 3.2.6.6. <i>Sülfid İndirgeyen Anaerob Bakteri Sayımı</i> .....                              | 53        |
| 3.2.6.7. <i>Salmonella spp. Sayımı</i> .....                                                | 53        |
| 3.2.6.8. <i>Listeria spp. Sayımı</i> .....                                                  | 54        |
| 3.2.7. İstatistik Analizleri .....                                                          | 55        |
| <b>4. BULGULAR .....</b>                                                                    | <b>56</b> |
| 4.1. PİŞİRME KAYBI (%) BULGULARI .....                                                      | 56        |
| 4.2. SOĞUK DEPOLAMA ESNASINDA KEREVİT GRUPLARINDAKİ NEM<br>İÇERİĞİ DEĞİŞİMİ BULGULARI ..... | 57        |

|                                                                             |           |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.3. DUYUSAL ANALİZ BULGULARI.....                                          | 59        |
| 4.4. FİZİKO-KİMYASAL ANALİZ BULGULARI .....                                 | 63        |
| 4.4.1. pH Analiz Bulguları .....                                            | 63        |
| 4.4.2. Total Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Analiz Bulguları .....                | 64        |
| 4.4.3. Trimetilamin Nitrojen (TMA-N) Analiz Bulguları .....                 | 66        |
| 4.4.4. Tiyobarbütirik Asit Reaktif Maddeleri (TBARs) Analiz Bulguları ..... | 67        |
| 4.5. MİKROBİYOLOJİK ANALİZ BULGULARI.....                                   | 69        |
| 4.5.1. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB) Analiz Bulguları .....       | 71        |
| 4.5.2. Toplam Psikrofilik Aerobik Bakteri (TPAB) Analiz Bulguları .....     | 72        |
| 4.5.3. Maya Analiz Bulguları .....                                          | 73        |
| 4.5.4. Küf Analiz Bulguları .....                                           | 75        |
| 4.5.5. Toplam Koliform Analiz Bulguları .....                               | 76        |
| 4.5.6. <i>E. coli</i> Analiz Bulguları.....                                 | 78        |
| 4.6. BESİN BİLEŞİMİ VE KOMPOZİSYONU ANALİZ BULGULARI.....                   | 79        |
| 4.6.1. Besin Bileşimi (%) Analiz Bulguları.....                             | 79        |
| 4.6.2. Besin Kompozisyonu Analiz Bulguları.....                             | 81        |
| 4.6.2.1. Yağ Asit Analiz Bulguları .....                                    | 81        |
| 4.6.2.2. Amino Asit Analiz Bulguları .....                                  | 84        |
| 4.6.2.3. Mineral Madde Analiz Bulguları.....                                | 86        |
| 4.6.2.4. Vitamin Analiz Bulguları .....                                     | 88        |
| <b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ .....</b>                                           | <b>91</b> |
| 5.1. PİŞİRME KAYBI SONUÇLARI .....                                          | 92        |
| 5.2. PİŞİRİLMİŞ KEREVİTLERE İLİŞKİN NEM İÇERİĞİ SONUÇLARI .....             | 93        |
| 5.3. DUYUSAL ANALİZ SONUÇLARI.....                                          | 93        |
| 5.4. FİZİKO-KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI .....                                 | 94        |
| 5.5. MİKROBİYOLOJİK ANALİZ SONUÇLARI.....                                   | 96        |
| 5.6. BESİN BİLEŞİMİ VE KOMPOZİSYONU ANALİZ SONUÇLARI.....                   | 98        |
| 5.6.1. Besin Bileşimi Analiz Sonuçları .....                                | 99        |
| 5.6.2. Besin Kompozisyonu Analiz Sonuçları.....                             | 101       |
| 5.6.2.1. Amino Asit Analiz Sonuçları .....                                  | 101       |
| 5.6.2.2. Mineral Madde Analiz Sonuçları.....                                | 103       |
| 5.6.2.3. Vitamin Analiz Sonuçları .....                                     | 105       |
| 5.6.2.4. Yağ Asit Analiz Sonuçları .....                                    | 106       |
| 5.7. SONUÇ .....                                                            | 111       |

|                       |            |
|-----------------------|------------|
| <b>KAYNAKLAR.....</b> | <b>115</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>  | <b>130</b> |

|



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa No

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1: Pişir-soğut (cook-chill) uygulamalarında özet işlem akış şeması.....                       | 7  |
| Şekil 3.1: Raf ömrü için özet işlem akış şeması. ....                                                 | 26 |
| Şekil 3.2: Besin değeri için özet işlem akış şeması.....                                              | 27 |
| Şekil 3.3: <i>Astacus leptodactylus</i> ekolojik ve biyolojik özellikleri. ....                       | 28 |
| Şekil 3.4: Kerevitlerin temin edildiği bölgenin (Eğirdir Gölü) uydu görüntüsü.....                    | 29 |
| Şekil 3.5: Araştırma materyali canlı kerevit. ....                                                    | 29 |
| Şekil 3.6: Kerevit ön yıkama ve suyunun süzdürülmesi. ....                                            | 30 |
| Şekil 3.7: Kerevitlerin boy ve ağırlık ölçümü. ....                                                   | 31 |
| Şekil 3.8: Ön ısıtma işlemi uygulanmış kerevitler. ....                                               | 32 |
| Şekil 3.9: Sous vide pişirilmiş kerevitler. ....                                                      | 33 |
| Şekil 3.10: Kaynayan suda haşlanmış kerevitler. ....                                                  | 33 |
| Şekil 3.11: Mikrodalgada pişirilen kerevitler.....                                                    | 34 |
| Şekil 3.12: Pişirme işlemleri tamamlanmış kerevitler. ....                                            | 35 |
| Şekil 3.13: Vakum ambalaj materyali teknik özellikleri.....                                           | 36 |
| Şekil 3.14: Mikrodalga ambalaj materyali teknik özellikleri.....                                      | 37 |
| Şekil 3.15: Soğuk depolama öncesi pişirilmiş kerevitler için şok soğutma (blast chilled) işlemi. .... | 38 |
| Şekil 3.16: Şok soğutucu (Blast chiller) cihazı teknik özellikleri.....                               | 39 |
| Şekil 3.17: Soğuk depolanmış pişirilmiş kerevitler. ....                                              | 40 |
| Şekil 3.18: Ürünlere ilişkin soğuk depolama esnasındaki analiz uygulamaları.....                      | 41 |
| Şekil 3.19: Panelistler için hazırlanan duyu analiz form. ....                                        | 49 |
| Şekil 4.1: Kontrol ve pişirilmiş ürün gruplarının soğuk depolamadaki nem değeri değişimi.....         | 58 |
| Şekil 4.2: Vakum ambalajlı kerevit kontrol grubunun (VP) soğuk depolama sırasında duyu puanı. ....    | 61 |

|                                                                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 4.3:</b> Mikrodalga ambalajlı kerevit kontrol grubunun (MP) soğuk depolama sırasında duyusal puanı. ....                                                  | 61 |
| <b>Şekil 4.4:</b> Sous vide pişirilmiş kerevit grubunun (SVC) soğuk depolama sırasında duyusal puanı. ....                                                         | 62 |
| <b>Şekil 4.5:</b> Kaynayan suda haşlanmış kerevit grubunun (BC) soğuk depolama sırasında duyusal puanı. ....                                                       | 62 |
| <b>Şekil 4.6:</b> Mikrodalgada pişirilmiş kerevit grubunun (MC) soğuk depolama sırasında duyusal puanı. ....                                                       | 63 |
| <b>Şekil 4.7:</b> Kontrol ve pişirilmiş kerevit grupların soğuk depolama sırasında pH değerleri. ..                                                                | 64 |
| <b>Şekil 4.8:</b> Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolama sırasındaki TVB-N değerleri. ....                                                       | 66 |
| <b>Şekil 4.9:</b> Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolama sırasındaki TMA-N değerleri. ....                                                       | 67 |
| <b>Şekil 4.10:</b> Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolama sırasındaki TBARs değerleri. ....                                                      | 69 |
| <b>Şekil 4.11:</b> Araştırmadaki besiyerlerinden mikroorganizma koloni görüntüleri (A: TMAB, B: TPAB, C: Küf, D: Maya, E: Toplam koliform, F: <i>E.coli</i> )..... | 70 |
| <b>Şekil 4.12:</b> Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolama sırasındaki TMAB değerleri. ....                                                       | 72 |
| <b>Şekil 4.13:</b> Kontrol ve pişirilmiş kerevit grupların soğuk depolama sırasında TPAB değerleri. ....                                                           | 73 |
| <b>Şekil 4.14:</b> Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolama sırasında toplam maya değerleri. ....                                                  | 75 |
| <b>Şekil 4.15:</b> Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolama sırasındaki küf değerleri. ....                                                        | 76 |
| <b>Şekil 4.16:</b> Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolama sırasındaki toplam koliform değerleri. ....                                            | 77 |
| <b>Şekil 4.17:</b> Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolama sırasındaki <i>E.coli</i> değerleri. ....                                              | 79 |
| <b>Şekil 4.18:</b> Çiğ ve pişirilmiş kerevit gruplarının besin bileşimi (%) değerleri. ....                                                                        | 81 |
| <b>Şekil 4.19:</b> Çiğ ve pişirilmiş kerevitlerde yağ asitleri oransal dağılımı (%). ....                                                                          | 84 |
| <b>Şekil 4.20:</b> Çiğ ve pişirilmiş kerevitlerin toplam amino asit değerleri ( $\Sigma$ AA, $\Sigma$ EAA, $\Sigma$ NEAA, $\Sigma$ EAA/NEAA, Umami). ....          | 86 |
| <b>Şekil 4.21:</b> Çiğ ve pişirilmiş kerevitlerin vitamin miktarları. ....                                                                                         | 90 |

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa No

|                                                                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 2.1:</b> Kabuklu su ürünlerinin kaynayan suda haşlama süreleri. ....                                                         | 10 |
| <b>Tablo 2.2:</b> Sous vide pişirilen su ürünlerinde <i>Listeria monocytogenes</i> 'in 6 log azalması (dakika) ve sıcaklık (°C). .... | 11 |
| <b>Tablo 2.3:</b> Kabuklu eklembacaklı su ürünlerinde yapılmış soğuk depolama çalışmaları. ....                                       | 15 |
| <b>Tablo 2.4:</b> Kabuklu su ürünleri bozulma kriterleri. ....                                                                        | 18 |
| <b>Tablo 2.5:</b> Gıda kaynaklı patojenlerin gelişim sıcaklığı. ....                                                                  | 20 |
| <b>Tablo 2.6:</b> Kabuklu su ürünleri mikrobiyoloji kriterleri. ....                                                                  | 22 |
| <b>Tablo 3.1:</b> Ön pişirme ve sonrası sıcaklık dereceleri. ....                                                                     | 25 |
| <b>Tablo 3.2:</b> Soğuk depolama sıcaklık takibi. ....                                                                                | 39 |
| <b>Tablo 4.1:</b> Pişirilmiş kerevit gruplarının ağırlık kayıpları. ....                                                              | 57 |
| <b>Tablo 4.2:</b> Kontrol ve pişirilmiş kerevit grupların soğuk depolama sırasında nem değerleri. ....                                | 58 |
| <b>Tablo 4.3:</b> Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolamadaki duyuşal puanı. ....                                    | 60 |
| <b>Tablo 4.4:</b> Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolama sırasında pH değerleri. ....                               | 64 |
| <b>Tablo 4.5:</b> Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolama sırasındaki TVB-N değerleri. ....                          | 65 |
| <b>Tablo 4.6:</b> Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolama sırasındaki TMA-N değerleri. ....                          | 67 |
| <b>Tablo 4.7:</b> Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolama sırasındaki TBARs değerleri. ....                          | 68 |
| <b>Tablo 4.8:</b> Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolama sırasındaki TMAB değerleri. ....                           | 71 |
| <b>Tablo 4.9:</b> Kontrol ve pişirilmiş kerevit grupların depolama sırasında TPAB değerleri. ....                                     | 73 |
| <b>Tablo 4.10:</b> Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarının depolama sırasındaki maya değerleri. ....                                | 74 |
| <b>Tablo 4.11:</b> Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolama sırasında küf değerleri. ....                             | 76 |

|                                                                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 4.12:</b> Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolama sırasındaki toplam koliform değerleri..... | 77 |
| <b>Tablo 4.13:</b> Kontrol ve pişirilmiş kerevit grupların depolama sırasında <i>E.coli</i> değerleri. ....            | 78 |
| <b>Tablo 4.14:</b> Çiğ ve pişirilmiş kerevitlerin besin bileşimi. ....                                                 | 80 |
| <b>Tablo 4.15:</b> Çiğ ve pişirilmiş kerevitlerde yağ asit değerleri.....                                              | 83 |
| <b>Tablo 4.16:</b> Çiğ ve pişirilmiş kerevitlerde amino asit bileşimi.....                                             | 85 |
| <b>Tablo 4.17:</b> Çiğ ve pişirilmiş kerevitlerin mineral madde içerikleri. ....                                       | 88 |
| <b>Tablo 4.18:</b> Çiğ ve pişirilmiş kerevitlerin vitamin miktarları.....                                              | 89 |



## SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

| Simgeler | Açıklama                      |
|----------|-------------------------------|
| °C       | : Santigrat derece            |
| p<       | : İstatistik değer (Anlamlı)  |
| p>       | : İstatistik değer (Anlamsız) |
| $\alpha$ | : Alfa                        |
| $\omega$ | : Omega                       |
| $\Sigma$ | : Toplam                      |
| %        | : Yüzde                       |

| Kisaltmalar | Açıklama                                 |
|-------------|------------------------------------------|
| Log kob     | : Logaritma koloni oluşturan birim hücre |
| TMAB        | : Toplam mezofilik aerobik bakteri       |
| TPAB        | : Toplam psikrofilik aerobik bakteri     |
| TVB-N       | : Toplam uçucu bazik azot                |
| TMA-N       | : Trimetilamin nitrojen                  |
| TBARs       | : Tiyobarbitürik asit reaktif maddeler   |
| MDA         | : Malondialdehit                         |
| EPA         | : Eikosapentaenoik asit                  |
| DHA         | : Dokosaheksaenoik asit                  |
| MUFA        | : Tekli doymamış yağ asitleri            |
| PUFA        | : Çoklu doymamış yağ asitleri            |
| SFA         | : Doymuş yağ asitleri                    |
| AA          | : Amino asitler                          |
| EAA         | : Esansiyel amino asitler                |
| NEAA        | : Esansiyel olmayan amino asitler        |
| Ca          | : Kalsiyum                               |
| Zn          | : Çinko                                  |
| Mg          | : Magnezyum                              |
| Se          | : Selenyum                               |
| K           | : Potasyum                               |

|           |            |
|-----------|------------|
| <b>P</b>  | : Fosfor   |
| <b>Na</b> | : Sodyum   |
| <b>Mn</b> | : Manganez |
| <b>Li</b> | : Lityum   |
| <b>Fe</b> | : Demir    |
| <b>Cu</b> | : Bakır    |
| <b>Cr</b> | : Krom     |
| <b>Mo</b> | : Molibden |
| <b>Co</b> | : Kobalt   |
| <b>Ba</b> | : Baryum   |



## ÖZET

PİŞİR-SOĞUT (COOK-CHILL) YÖNTEMİYLE HAZIRLANAN KEREVİTLERİN  
(*Astacus leptodactylus*) BESİN DEĞERİ ve RAF ÖMRÜNÜN BELİRLENMESİ

### DOKTORA TEZİ

Samime ÖZTURAN

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Balıkçılık ve Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Gülgün F. ŞENGÖR

Bu araştırmanın amacı, üç farklı pişirme yöntemi (BC: kaynayan suda haşlama, SVC: sous vide, MC: mikrodalga) uygulanmış kerevitlerin besin değeri ve soğuk depolama sırasında raf ömrü üzerine etkilerini araştırmaktır. Çalışmada üç farklı yöntem ile pişirilmiş kerevitlerin pişirme sonrası ağırlık kayıpları hesaplanarak verim yüzdesi bulunmuştur. Nem değişiminin takibi amacıyla analiz numunelerinde soğuk depolama sırasında periyodik olarak nem (%) ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Çiğ (FC) ve pişirilmiş kerevitlerin (BC, SVC, MC) besin değerinin belirlenmesi için yüzde besin bileşimi (ham protein, ham yağ, ham kül, nem) analizleri yapılarak karbonhidrat ve enerji değerleri hesaplanmıştır. Çiğ (FC) ve pişirilmiş kerevitlerin (BC, SVC, MC) besin kompozisyonu değerlerini ortaya koymak için yağ asit, amino asit, mineral ve vitamin analizleri yapılmıştır. Raf ömrünü belirlemek için, kontrol grupların (VP: vakum ambalajlı kontrol grubu, MP: mikrodalga ambalajlı kontrol grubu) ve pişirilmiş grupların (BC, SVC, MC) soğuk depolama süresi boyunca; duyusal, fiziko-kimyasal (pH, toplam uçucu bazik azot (TVB-N), trimetilamin azot (TMA-N), tiyobarbitürik asit (TBA)) ve mikrobiyolojik (toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB), toplam psikrofilik aerobik bakteri (TPAB), maya, küf, toplam koliform, *E.coli*, *Salmonella* spp., *Listeria* spp., sülfid indirgeyen anaerob bakteri) analizleri gerçekleştirilmiştir.

Piştirilen kerevit gruplarında (BC, SVC ve MC) piştirme işleminde en düşük piştirme kaybının %2,71 ile SVC grubu kerevitlerde olduğu tespit edilmiştir. SVC, MC ve BC kerevit gruplarının verim yüzdesi sırasıyla %97,29, %96,27 ve %94,40 olarak belirlenmiştir.

Her üç piştirme yönteminde kerevit etlerinin nem, kül ve karbonhidrat yüzdelğinde azalma, ham yağ ve ham protein yüzdelğinde artış gözlenmiştir. Piştirme yöntemine bağılı olarak en yüksek protein artışının %1,55'lik oran ile SVC kerevit grubunda, en yüksek yağ oranı artışının %1,06'lık oran ile MC kerevit grubunda olduğu tespit edilmiştir.

Çiğ kerevit kuyruk etinin, başlıca doymuş yağ asitleri palmitik (%18,10) ve stearik (%11,40) asitler olduğu ve toplam doymuş yağ asidi ( $\Sigma$ SFA) oranının % 36,46 olduğu bulunmuştur. Tekli doymamış yağ asitleri palmitoleik (%4,26) ve oleik (%16,04) asitler olduğu ve toplam tekli doymamış yağ asidi ( $\Sigma$ MUFA) oranının %21,95 olduğu tespit edilmiştir. Kerevit etinin çoklu doymamış yağ asitleri ( $\Sigma$ PUFA) linoleik (%4,73), araşidonik (%7,70), eikosapentaenoik (%7,75) ve dokosaheksaenoik (%2,26) asitler olduğu ve toplam çoklu doymamış yağ asidi ( $\Sigma$ PUFA) oranının %24,68 olduğu belirlenmiştir. Piştirilmiş kerevitlerin tümünün toplam tekli doymamış yağ asidi (MUFA) oranının piştirme sonrasında artış gösterdiğı, toplam PUFA yağ asitlerinde ise kayıplar olduğu, en yüksek kaybın %23'lük oranla SVC grubu kerevitlerde ortaya çıktığı tespit edilmiştir.

Çiğ kerevit kuyruk etinde (FC) başlıca serbest amino asitler, glutamik asit, alanin, aspartik asit, glisin, arjinin ve tirozin olmuştur; esansiyel amino asitlerde ise en baskın amino asitlerin lösin ve lisin olduğu belirlenmiştir. Piştirilmiş kerevit gruplarının (BC, SVC ve MC)  $\Sigma$ EAA/NEAA oranının 0,81-0,98 g/100g arasında olduğu bulunmuştur.

Çiğ kerevit kuyruk etinde en baskın mineral maddelerin kalsiyum, çinko, magnezyum, potasyum, selenyum, manganez, demir, bakır, fosfor ve sodyum elementlerinin olduğu tespit edilmiştir. Kerevitlere uygulanan piştirme işlemleri sonrasında makro ve mikro elementlerin miktarlarının önemli ölçüde azaldığı ve en fazla mineral madde kaybının sodyum olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Piştirme sonrası MC grubu kerevitlerin demir ve bakır içeriğinde ve MC ve BC grubu kerevitlerin lityum içeriğinde artış, SVC grubu kerevitlerin piştirme sonrasında ise bakır içeriğinde önemli bir azalma tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ).

Çiğ kerevit kuyruk etinin baskın vitaminleri B<sub>12</sub>, B<sub>3</sub> ve E vitaminleri olup, kerevit etinde sırasıyla 1,02 µg/100g, 2,43 mg/100g ve 3,49 mg/100g düzeylerinde olduğu tespit edilmiştir. Piştirilmiş kerevit etlerinin (BC, SVC ve MC) tümünün vitamin içeriklerinde (B<sub>12</sub> vitamini hariç) çiğ kerevit etine kıyasla önemli miktarlarda azalma belirlenmiştir. B<sub>12</sub> vitamini suda çözünen önemli bir vitamin olmasına rağmen, kaynayan suda haşlanarak piştirilen (BC) ve sous vide piştirilen (SVC) kerevit gruplarında önemli bir artış ( $p<0,05$ ) tespit edilmiştir.

Sous vide pişirilmiş kerevit etinin en yüksek protein içeriğine sahip olduğu ve mikrodalgada pişirilen kerevit etinin en uygun esansiyel amino asit (EAA) oranına sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle, bu iki yöntemin kerevit etinde besin değerini en iyi koruyan pişirme yöntemleri olduğu ortaya konulmuştur.

Üç farklı pişirme yöntemi (BC, SVC, MC) uygulanmış ve sonrasında şok soğutma işlemi yapılmış kerevit etinde, soğuk depolama süresince ( $2\pm0,7^{\circ}\text{C}$ ) periyodik olarak fiziko-kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal kalite değişimleri analiz edilmiştir. Pişirilmiş kerevitlerin tümü gıda güvenliğine uygun olup, başlangıçta ve 28 günlük soğuk depolama sonrasında *Salmonella* spp, *Listeria* spp ve sülfür indirgeyen anaerobik bakteri analizlerinden hiçbirinde mikroorganizma üremesine rastlanmamıştır.

Soğuk depolamanın 1. gününde vakum paketlenmiş (VP) ve mikrodalga ambalajda paketlenmiş (MP) kontrol gruplarında toplam koliform düzeyleri sırasıyla 1,03 ve 1,66 log kob/g olarak bulunmuştur. MC, SVC, BC pişirilmiş kerevit gruplarında toplam koliform bakteri yükü 1. günde  $<1$  log kob/g olarak belirlenmiştir. *E. coli* sonuçları ise; soğuk depolamanın 1. günü VP ve MP kontrol gruplarında 0,61 ve 0,41 log kob/g olarak, MC, BC ve SVC pişirilmiş kerevit gruplarında ise; 0,12, 0,13 ve 0,52 log kob/g olduğu tespit edilmiştir. Pişirilmiş kerevit gruplarının (BC, SVC ve MC) toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) ve toplam psikrofilik aerobik bakteri (TPAB) sayılarının soğuk depolamanın 21. gününde hala kabul edilebilir seviyelerde olduğu belirlenmiştir. Soğuk depolamanın 1. gününde kontrol gruplarında (VP ve MP) maya sonuçları sırasıyla 1,85 ve 2,40 log kob/g bulunmuştur. Pişirilmiş kerevit gruplarının tümünün maya değerleri  $<1$  log kob/g olarak belirlenmiştir. Gerek kontrol gerekse pişirilmiş kerevit gruplarının küf değerleri depolamanın 1. günü  $<1$  log kob/g olarak bulunmuş olup, depolamanın 21. gününde maya ve küf değerleri  $<5$  log kob/g olduğu belirlenmiştir.

Araştırmada elde edilen toplam uçucu bazik azot (TVB-N) ve trimetilamin azot (TMA-N) analiz sonuçları birbirini destekler nitelikte olup, soğuk depolamanın 28. gününde SVC, BC ve MC kerevit gruplarının TMA-N değerleri 10,01, 10,13 ve 11,42 mg/100g düzeyleri ile limit değerlere ulaşmıştır. Soğuk depolamanın 28. gününde SVC, BC ve MC kerevit gruplarının TVB-N değerleri ise; 35,50, 36,50 ve 35,22 mg/100g düzeyleri ile sınır değerlerine ulaşmıştır. 28 günlük soğuk depolama boyunca BC, SVC, MC grupların tiyobarbitürik asit (TBA) değerlerinin (4,79, 5,22, 5,69 mg MDA/kg) kontrol grupların TBA değerlerinden (VP: 7,87 mg MDA/kg, MP:8,11 mg MDA/kg) yüksek olmadığı görülmüştür. Pişirilmiş kerevit gruplarında elde edilen bu sonucun, pişirme işleminin üründe olası lipid peroksidasyonunu engelleyebileceği olarak yorumlanmıştır.

Farklı pişirme yöntemleri uygulanmış kerevitlere ilişkin panelist duyusal değerlendirmesine göre, tat ve aroma açısından en beğenilen ürünün sırasıyla sous vide, kaynayan suda haşlanmış ve mikrodalgada pişirilmiş kerevitler olduğu bildirilmiştir. 21 günlük soğuk depolama sonrasında, duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler bakımından tüketime

uygun oldukları bulunurken, MC kerevit grubunun duyusal değerlendirmesi hariç SVC ve BC kerevit gruplarının “tüketilebilir kerevitler” oldukları tespit edilmiştir. 28 günlük soğuk depolama ( $2\pm0,7^{\circ}\text{C}$ ) sonrasında duyusal, fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik kalite açısından tüm pişirilmiş kerevit gruplarının (BC, SVC ve MC) insan tüketimine ve gıda güvenliğine uygun olmayan “tüketilemez ürünler” oldukları belirlenmiştir. |

Haziran 2022, |154| sayfa.

**Anahtar kelimeler:** | Sous vide, kaynayan suda haşlama, mikrodalga, kerevit, raf ömrü, besin değeri |



## SUMMARY

DETERMINATION of THE NUTRITIONAL VALUE and SHELF LIFE of  
CRAYFISH (*Astacus leptodactylus*) PREPARED by COOK-CHILL METHOD

Ph.D. THESIS

Samime OZTURAN

İstanbul University

Institute of Graduate Studies in Sciences

Department of Fisheries and Seafood Processing Technology

Supervisor : Prof. Dr. Gülgün F. SENGOR

The aim of this research is to investigate the effects of three different cooking methods (BC: boiled, SVC: sous vide, MC: microwave) on the nutritional value and shelf life of crayfish during cold storage. In the study, the yield percentage was found by calculating the post-cooking weight loss of crayfish cooked with three different methods. Moisture (%) measurements were carried out periodically during cold storage in the analysis samples in order to monitor the moisture change. In order to determine the nutritional value of raw (FC) and cooked crayfish (BC, SVC, MC), percent nutrient composition (crude protein, crude oil, raw ash, moisture) analyzes were performed and carbohydrate and energy values were calculated. Fatty acid, amino acid, mineral and vitamin analyzes were performed to reveal the nutritional composition values of raw (FC) and cooked crayfish (BC, SVC, MC). To determine the shelf life, during the cold storage period of the control groups (VP: vacuum packaged control group, MP: microwave packaged control group) and cooked groups (BC, SVC, MC); sensory, physico-chemical (pH, total volatile basic nitrogen (TVB-N), trimethylamine nitrogen (TMA-N), thiobarbituric acid (TBA)) and microbiological (total mesophilic aerobic bacteria (TMAB), total psychrophilic aerobic bacteria (TPAB), yeast,

mold, total coliform, *E.coli*, *Salmonella* spp., *Listeria* spp., sulfite-reducing anaerobic bacteria) analyzes were performed.

In the cooked crayfish groups (BC, SVC and MC), it was determined that the lowest cooking loss was 2.71% in the SVC group crayfish after the cooking process. Yield percentages of SVC, MC and BC crayfish groups were determined as 97.29%, 96.27% and 94.40%, respectively.

A decrease in moisture, ash and carbohydrate percentages, and an increase in crude fat and crude protein percentages were observed in all three cooking methods. Depending on the cooking method, the highest increase in protein was found in the SVC crayfish group with 1.55%, and the highest increase in fat was found in the MC crayfish group with a rate of 1.06%.

It was found that the main saturated fatty acids of raw crayfish tail meat were palmitic (18.10%) and stearic (11.40%) acids, and the total saturated fatty acid ( $\Sigma$ SFA) ratio was 36.43%. Monounsaturated fatty acids were found to be palmitoleic (4.26%) and oleic (16.04%) acids, and the total monounsaturated fatty acid ( $\Sigma$ MUFA) ratio was 21.93%. The polyunsaturated fatty acids ( $\Sigma$ PUFA) of crayfish were linoleic (4.73%), arachidonic (7.70%), eicosapentaenoic (7.75%) and docosahexaenoic (2.26%) acids and total polyunsaturated fatty acid ( $\Sigma$ PUFA) ) rate was determined to be 24.67%. It was determined that the total monounsaturated fatty acid (MUFA) ratio of all cooked crayfish increased after cooking, there were losses in total PUFA fatty acids, and the highest loss occurred in SVC group crayfish with a rate of 23%.

In raw crayfish tail meat (FC), the major free amino acids were glutamic acid, alanine, aspartic acid, glycine, arginine, and tyrosine; In essential amino acids, it was determined that the most dominant amino acids were leucine and lysine. The  $\Sigma$ EAA/NEAA ratio of the cooked crayfish groups (BC, SVC and MC) was found to be between 0.81-0.98 g/100g

It has been determined that the most dominant mineral substances in raw crayfish tail meat are calcium, zinc, magnesium, potassium, selenium, manganese, iron, copper, phosphorus and sodium elements. After the cooking processes applied to the crayfish, it was determined that the amounts of macro and micro elements decreased significantly and the highest loss of mineral matter was sodium ( $p < 0.05$ ). After cooking, an increase in the iron and copper content of MC group crayfish and lithium content of MC and BC group crayfish, while a significant decrease in copper content after cooking of SVC group crayfish was detected ( $p < 0.05$ ).

The predominant vitamins of raw crayfish tail meat are vitamins B<sub>12</sub>, B<sub>3</sub>, and E, and they were found to be at the levels of 1.02 µg/100g, 2.43 mg/100g and 3.49 mg/100g, respectively, in crayfish meat. Significant reductions in the vitamin content of all cooked crayfish (BC, SVC and MC) (except vitamin B<sub>12</sub>) were determined compared to raw crayfish. Although vitamin B<sub>12</sub> is an important water-soluble vitamin, a significant increase ( $p < 0.05$ ) was detected in crayfish cooked in boiling water (BC) and cooked in sous vide (SVC).

It was determined that crayfish cooked in sous vide had the highest protein content, and crayfish cooked in microwave had the most favorable essential amino acid (EAA) ratio. For this reason, it has been revealed that these two methods are the cooking methods that best preserve the nutritional value of crayfish.

Physico-chemical, microbiological and sensory quality changes were analyzed periodically during cold storage ( $2 \pm 0.7^\circ\text{C}$ ) in crayfish meat, which was applied to three different cooking (BC, SVC, MC) and then blast-chilled. All of the cooked crayfish are suitable for food safety, and no microorganism growth was found in any of the analyzes of *Salmonella* spp, *Listeria* spp, and sulfur-reducing anaerobic bacteria at the beginning and after 28 days of cold storage.

On the 1st day of cold storage, total coliform levels were found to be 1.03 and 1.66 log cfu/g in the vacuum packed (VP) and microwave packed (MP) control groups, respectively. Total coliform bacterial load in MC, SVC, BC cooked crayfish groups was determined as  $< 1$  log cfu/g on day 1. *E. coli* results are; 0.61 and 0.41 log cfu/g in the VP and MP control groups on the 1st day of cold storage, and in the MC, BC and SVC cooked crayfish groups; It was determined that they were 0.12, 0.13 and 0.52 log cfu/g. It was determined that the total mesophilic aerobic bacteria (TMAB) and total psychrophilic aerobic bacteria (TPAB) counts of the cooked crayfish groups (BC, SVC and MC) were still at acceptable levels on the 21st day of cold storage. Yeast results in the control groups (VP and MP) on day 1 of cold storage were 1.85 and 2.40 log cfu/g, respectively. Yeast values of all cooked crayfish groups were determined as  $< 1$  log cfu/g. Mold values of both control and cooked crayfish groups were found to be  $< 1$  log cfu/g on the 1st day of storage, and yeast and mold values were determined to be  $< 5$  log cfu/g on the 21st day of storage.

The total volatile basic nitrogen (TVB-N) and trimethylamine nitrogen (TMA-N) analysis results obtained in the study support each other, and the TMA-N values of SVC, BC and MC crayfish groups reached the limit values with 10.01, 10.13 and 11.42 mg/100g levels on the 28th day of cold storage. TVB-N values of SVC, BC and MC crayfish groups on the 28th day of cold storage; It reached the limit values with 35.50, 36.50 and 35.22 mg/100g levels. Thiobarbituric acid (TBA) values (4.79, 5.22, 5.69 mg MDA/kg) of the BC, SVC, MC groups during 28 days of cold storage compared to the TBA values of the control groups (VP: 7.87 mg MDA/kg, MP: 8.11 mg MDA/kg) was not found to be high. This result obtained in the cooked crayfish groups was interpreted as the cooking process could prevent possible lipid peroxidation in the product.

According to panelist sensory evaluation of crayfish with different cooking methods, it was reported that the most liked product in terms of taste and aroma were sous vide, boiled in boiling water and microwaved crayfish, respectively. After 21 days of cold storage, they were found to be suitable for consumption in terms of sensory, chemical and microbiological analysis, while SVC and BC crayfish groups were found to be "consumable crayfish", except for the sensory evaluation of the MC crayfish group. After 28 days of cold storage ( $2\pm0.7^{\circ}\text{C}$ ), it was determined that all cooked crayfish groups (BC, SVC and MC) were "non-consumable products" unsuitable for human consumption and food safety in terms of sensory, physico-chemical and microbiological quality. |

June 2022, |154| pages.

**Keywords:** |Sous vide, boiling, microwave, crayfish, shelf life, nutritional value |



## 1. GİRİŞ

Beslenme, insan yaşamının devamlılığı için biyolojik bir ihtiyaçtır. İnsanoğlu bu ihtiyacı karşılamak için besinleri ya farklı şekillerde işleyerek ya da çeşitli pişirme yöntemlerini kullanarak tüketme eğilimindedir. Gelişen ve değişen yeni dünya düzeni, tüketicilerin gıdaların besin değerini koruyan, raf ömrünü uzatan yeni nesil pişirme yöntemleriyle hazırlanan besinlere yönelme isteğini ortaya çıkarmıştır [1]. Gıda endüstrisindeki ve gıda teknolojisindeki gelişmelere bağlı olarak tüketime hazır ve soğukta saklanabilen gıdaların önemi artarak devam etmektedir. Isıl işlem, güvenli gıda elde etmek ve raf ömrünü uzatmak için kullanılan en yaygın yöntemdir [2]. Bununla birlikte, pişmiş hazır gıdaların hızlı soğutulması gıdanın kalitesinin korunmasında en etkili yöntemdir. Pişir-soğut (cook-chill) yöntemiyle işlenen su ürünlerinin raf ömrü ısıtma işlemi, vakum paketlenme ve hızlı soğutma ile uzatılabilmekte ve tüketicilere kullanım kolaylığı sağlanabilmektedir. Tavsiye edilen sıcaklık/süre kontrollerine uyulursa güvenli bir ürün elde edilebilmektedir [3, 4]. 1960'lı yılların gıda endüstrisinde hazır gıdalara artan talep, pişir-soğut yönteminin değerini ortaya koymuştur. 1960'lar ve 1970'lerde hazır gıdaya olan büyük ilgi, teknolojinin ticari veya endüstriyel ölçekte kullanılmasıyla sonuçlanmıştır [5].

Pişir-soğut yöntemi, yiyeceğin genellikle  $\leq 100$  °C'de tamamen pişirildiği ve ardından ürünün hızla nihai çekirdek sıcaklığına (0–3 °C) soğutulmasıyla kontrollü koşullar altında 0–3 °C depolandığı bir koruma teknolojisidir [6]. Yüksek kaliteli hammadde kullanımı, yüksek kaliteli ürünleri garanti etmek için temel bir gerekliliktir. Mikroorganizmaların, özellikle patojenik olanların yok edilmesi ve engellenmesi, ilk etapta pişirme aşamasıyla ve daha sonra düşük sıcaklıklarda depolamayla sağlanabilmektedir [5, 6]. Danimarka, Fransa, Almanya, İsveç ve Birleşik Krallık'taki genel pişir-soğut uygulaması, 65–80 °C aralığında bir ısıtma işlemi ardından 1,5–4 saat içinde 10–3 °C'lik bir sıcaklığa ulaşmak için soğutma işlemi ve 0–3 °C arasında bir sıcaklıkta depolama işlemini içermektedir [7]. Son zamanlarda, pişir-soğut yönteminde soğutma işlemleri 'şok soğutma' cihazlarıyla daha kısa sürede daha düşük sıcaklığa erişim olanağı sağlamıştır [5]. Pişir-soğut yöntemi vakum altında pişirme (sous vide) işlemiyle de gerçekleştirilebilmektedir. Sous vide yönteminde, yiyecekler 80 °C'nin altındaki

bir sıcaklıkta pişirilmeden önce ısıya dayanıklı bir ambalaj içinde vakumla paketlenmektedir [8]. *Clostridium botulinum*'un proteolitik olmayan suşları 3.3 °C soğuk depolamada, 31 gün içinde toksin üretme potansiyeline sahip olduğu için genellikle bu yöntemin raf ömrü 28 gün ile sınırlıdır [5]. Sous vide pişirme işlemi eğitimli kişiler tarafından kontrollü olarak gerçekleştirilmesinin yanı sıra özel ekipman gerektirmektedir. Bu ekipmanlar: a) su banyosu veya buharlı fırın, b) vakum paketleme makinesi, c) vakum poşetler ve d) iğneli termometre'dir. Vakum paketleme, gıda ambalajındaki havayı ortadan kaldırmakta ve gıda maddesinin türüne bağlı olarak ambalajı sızdırmaz ve hava geçirmez hale getirmektedir [9].

Geleneksel bir pişirme olan kaynayan suda haşlama (boiling) yönteminde yiyecekler 100°C'de kaynayan suya konularak pişirilmektedir. Boiling (kaynayan suda haşlama) yöntemi, suyun ısısı 85°C - 96°C arasında olan simmering (düşük ısıda haşlama) yönteminden farklıdır. Kaynayan suda haşlama yöntemiyle besinin değeri ve rengi, pişirme süresinin az olması ve oksidatif enzimlerin aktivasyonunun azalması nedeniyle korunmaktadır [10]. FAO/WHO [11] hızlı dondurulmuş istakozlar için önerilen uluslararası standart (Codex Standard 95)'a göre istakoz ve benzeri kabuklu su ürünleri kaynayan suda haşlama (boiling) yöntemiyle pişirilmektedir.

Mikrodalga, yemek pişirmek ve yeniden ısıtmak için yaygın olarak uygulanan daha yeni bir pişirme yöntemidir. Mikrodalga, içinde bulunan bir magnetron aracılığıyla elektromanyetik dalgalar üreterek çalışmaktadır. Bu dalgalar, gıdadaki su moleküllerinin titreşimine neden olmakta ve daha sonra ürün boyunca aktarılan ısı üretmektedir [12]. Mikrodalgada pişirme, son yıllarda gıda işleme alanında geniş uygulama alanları bulmuştur. Bu uygulamalar arasında kurutma, pastörizasyon, sterilizasyon, çözündürme, temperleme, gıda malzemelerinin pişirilmesi vb. işlemler yer almaktadır [13]. Mikrodalga, pişirme süresinde önemli azalma, daha homojen ısıtma, güvenli kullanım, kullanımda kolaylık ve düşük bakım gerektirmesi nedeniyle gıda işlemede popülerlik kazanmıştır. Ayrıca, mikrodalgada pişirme veya yeniden ısıtma işlemi, geleneksel pişirmeye kıyasla gıdaların lezzetini ve besin değerlerini daha iyi koruyabilmektedir [10]. Sobral ve diğ. [12] mikrodalgada pişirme işleminin et ve balıktaki besin değerlerini şu şekilde etkilediğini bildirmiştir: Amino asitleri arttırabilir ya da

azaltabilir, yağ asitlerini arttırabilir, vitamin değerlerini değıştirmez ya da arttırabilir, mineralleri arttırabilir.

Günümüzün bilinçli tüketicileri gıdaları hem besin değeri hem de lezzetini koruyan pişirme yöntemleriyle tüketme eğilimindedir. Mikrobiyal, fiziko-kimyasal ve duysal kaliteyi sağlamak için gıdaların pişirilmesi esastır. Esas olan bir diğerkonu ise; tükettiğimiz gıdalardan vücudumuzun biyolojik olarak ne kadar yararlanabileceğidir [14]. Mikro ve makro elementler, insan vücudundaki metabolik faaliyetlerin ve tüm hücre bölünmelerinin düzgün çalışması için gereklidir. Balık ve kabuklu su ürünleri, esansiyel amino asitler, doymamış yağ asitleri, mikro besinler (vitaminler, mineraller) ve makro besinler açısından zengin gıda maddeleridir. Bununla birlikte, su ürünleri yağlarından elde edilen uzun zincirli yağ asitleri, diyabet, kardiyovasküler, inflamatuvar hastalıklar ve nörolojik bozukluklar gibi kronik hastalık risklerini azaltabilmektedir [15, 16].

Kerevit, özellikle Avrupa ve Rusya'da ticari ve besin değeri yüksek olan kabuklu su ürünlerindendir. Bununla birlikte kabuklulara olan tüketici talebi tüm dünyada sürekli artmaktadır. FAO [17] 2019 verilerine göre dünyada avcılığa dayalı kerevit üretimi 11 654 tondur. *Astacus leptodactylus*, Türkiye'de iç sulardan yakalanan ve ticareti yapılan kerevit türüdür. Kerevit hasadı için en önemli göller İznik Gölü (Bursa), Eğirdir Gölü (Isparta), Ankara'daki bazı göller ve önemli kerevit popülasyonuna sahip diğerkazı iller (Aksaray, Denizli, Elazığ, Kırıkkale, Kırşehir, Konya, Sakarya)'dır [18]. TÜİK [19] verilerine göre Türkiye'nin 2020 yılı kerevit üretim miktarı 1233 ton olup, önemli bir kısmı ihracat yapan firmalar tarafından canlı veya dondurularak yurt dışına ihraç edilmektedir.

Kerevit ihracat payı yüksek katma değerli bir üründür. Üstelik son yıllarda pahalı kabuklu deniz ürünlerinin yerini alarak ucuz ve popüler bir su ürünleri kaynağı haline gelmiştir [20]. Uygulanan farklı pişirme işlemleriyle kerevitlerin kalite değışimleri üzerine ülkemizde ve dünyada sınırlı sayıda bilgi ve literatür bulunmaktadır. Bu araştırmada, araştırmacılar ve endüstriyel üreticiler için farklı pişirme yöntemleri (kaynayan suda haşlama, sous vide

pişirme ve mikrodalgada pişirme) uygulanmış ve pişirme sonrası şok soğutma (Blast chilling) işlemine tabi tutularak soğuk depolanmış kerevitlerin raf ömrü ve besin değeri belirlenmiştir. |



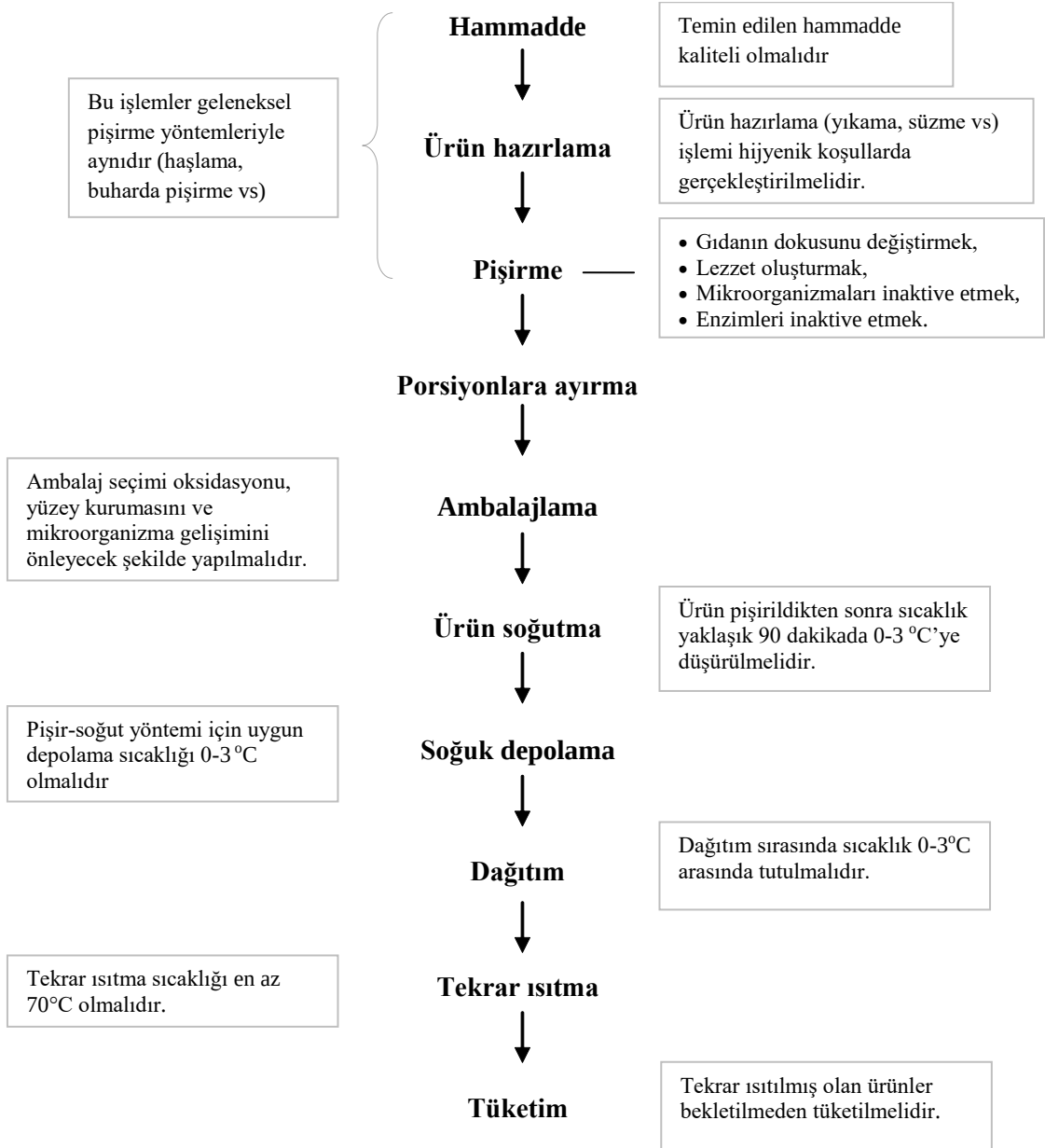
## 2. GENEL KISIMLAR

Hazır yemek teknolojisi (catering), çoğunlukla tercih edilen taze hammaddelerin işlenip, pişirilerek hazırlanan besinin bekletilmeden servise sunulmasına imkan veren teknolojidir. Başka bir deyişle hazır yemek teknolojisi, pişirme esnasında kontrolsüz ısı değişimlerine (sıcaklık artışı ya da azalışı) neden olmadan besinlerin tüketiciye ulaştırılmasına hizmet eden sisteme sahiptir. Bu yöntem arzulanan bir yöntem olsa da fazla miktarda ürün stoklama, büyük bir mutfak gereksinimi ve fazla iş gücü gerektirdiği için catering işletmelerinin çoğunda uygulanamamaktadır. Zamanla catering işletmeleri bu problemi aşmak için mikrobiyolojik gelişmelerin önüne geçmeyi amaçlayan yeni ve alternatif yöntemler geliştirmiştir [21]. Bu yöntemlerden en çok bilineni pişir-soğut (cook-chill) uygulamalarıdır. Pişir-soğut yönteminde iki şekilde uygulanmaktadır. Birincisi geleneksel pişirme (haşlama, buharda pişirme, ızgara, kızartma vs) diğeri ise kombine bir sistem olarak uygulanan endüstriyel pişirme (sous vide, mikrodalga)'dır [12]. Elansari ve Bekhit [5] ve Bekhit ve Roohinejad [6]'dan uyarlanan pişir-soğut yöntemine ait özet işlem akış şeması Şekil 2.1'de sunulmuştur.

Pişir-soğut yöntemlerinde gıdadan insanlara bulaşabilecek patojen mikroorganizmaların ve zehirlenmeye yol açabilecek risklerin ortadan kaldırılması hedeflenmelidir. Bu sebeple, pişirilmiş soğutulmuş ürünlerde kalite sistemi tasarlanırken başlangıç aşamasında da üründe olabilecek riskler mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır [9]. Gıda işletmeleri için pişir-soğut yönteminde uyulması gereken temel kalite kuralları aşağıda özetlendiği gibidir,

- Daima kaliteli hammadde kullanılması,
- Gıdaların hazırlanmasında hijyen ve sanitasyon kurallarına uyulması, özellikle elle temasın en aza indirgenmesi,
- Operatörler, mutfak personelleri temiz ve işe uygun mutfak kıyafetleri giyilmesi,

- Patojen mikroorganizmaları (Ör: *Listeria monocytogenes*) inaktive etmek için ürüne uygun sıcaklık ve zaman aralığında pişirme işlemi uygulanması,
- Mikrobiyal kirliliğin kontrolü açısından işlem öncesi ve işlem sonrası hammaddeden ve mutfak tezgâhlarından sık sık örnek alınması,
- Soğutucu, soğuk muhafaza odaları ve dağıtım taşıtlarındaki soğutucu sistemlerin sıcaklıklarının daima izlenmesi,
- Belirlenmiş hedeflerin doğru işlenmesi için tüm kritik kontrol noktalarının sıcaklığının izlenmesi ve kayıt altına alınması ve tüm bu işlemlerin eğitimli personeller tarafından gerçekleştirilmesidir [5, 21].



**Şekil 2.1:** Pişir-soğut (cook-chill) uygulamalarında özet işlem akış şeması.

## 2.1. KABUKLU SU ÜRÜNLERİNDE PİŞİR-SOĞUT YÖNTEMİ

### 2.1.1. Pişirme Yöntemleri

Pişirme işlemi su ürünleri, kırmızı et ve tavuk gibi yiyecekleri lezzetli ve mikrobiyolojik olarak güvenli hale getirebilmektedir. Ayrıca duysal kalite ve mikrobiyal güvenliğe ek olarak, gastrointestinal sistemde, sindirim sırasında besinlerden sağlanan biyoyararlanımı

arttırabilmektedir [22]. Bununla birlikte pişirme işlemi ile, gıdanın son organoleptik özellikleri ve besin değerini etkileyen doku, renk ve lezzet gelişimi dahil olmak üzere, birçok fiziksel ve kimyasal değişiklik meydana getirmektedir [23]. Örneğin et ürünlerinde pişirme işleminin kas proteinlerinde ve amino asitlerde denatürasyon, protein agregasyonu, amino asitlerin yan zincir modifikasyonları, fenilalanin oksidasyonu ve karboksietil lizin oluşumu dahil olmak üzere çeşitli modifikasyonları indüklediği tespit edilmiştir [22].

Tüketilen besinlerin vücuda alımında biyolojik olarak vücuda yararlılığı son derece önemli bir konudur. Geçmişten günümüze gıdaların pişirilmesinde çeşitli pişirme yöntemleri (ızgara, kavurma, mikrodalgada pişirme, geleneksel fırında pişirme, derin yağda kızartma, kaynayan suda haşlama vs.) kullanılarak tüketime sunulmaktadır [10]. Bununla birlikte, günümüzün bilinçli tüketicileri, gıdaların hem besin değerini hem de lezzetini koruyan pişirme yöntemleriyle tüketme eğilimindedir. Ülkemizde ve dünyada eklembacaklı su ürünlerine uygulanan pişirme yöntemi genellikle bir geleneksel pişirme yöntemi olan; kaynayan suda haşlayarak pişirme yöntemidir. Istakoz, karides, kerevit gibi eklembacaklılar genellikle kaynayan suda pişirilmektedir [24, 25]. Ancak gıdanın kaynayan suda pişirilmesi esnasında, ettedeki besinlerin pişirme suyuna sızmasına engel olunamamakta ve besin değerinde azalmaya yol açabilmektedir. Özellikle pişirme süresinin uzun tutulması durumunda söz konusu kayıplar ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle gıdanın besin değerlerini korumak için daha yenilikçi pişirme yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Son yıllarda dünyadaki pişirme trendleri, gıdanın lezzetini ve besin değerini koruyan daha yenilikçi pişirme yöntemlerine doğru eğilim gösterdiği gözlenmektedir. Bu yenilikçi yöntemlerin başında “sous vide pişirme yöntemi” ilk sıralarda yer almaktadır. Sous vide pişirme, gıdanın lezzetini ve besin değerlerini koruyan, pişirme sonrası pişirilen gıdada en az pişirme kaybına neden olan, ambalajında kısa sürede yavaş pişirmeye ve pişirilmiş besinin soğukta saklanmasına ve ihtiyaç durumunda ambalajında ısıtılarak tüketime sunulmasına olanak sağlayan pişirme yöntemi olduğu için aşçılar, restoran işletmecileri, hazır yemek endüstrisi tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır [10].

Bir diğ er yenilik  i pişirme yöntemi, yoğ un buharda pişirme yöntemi olup; a ırsı ısıtılmı ı buhar (Superheated steam), suya hissedilebilir ısınsın eklenmesiyle üretilmekte ve böylece sıcaklığın kaynama noktasının veya belirli basınçta doyma sıcaklığının üzerine çıkmasına neden olmaktadır. Bu sistemde gıdayı çevreleyen buhar sayesinde ısıtma sırasında havaya maruz kalmaması nedeniyle oksidasyonun önlenmesi mümkün olabilmektedir. Yoğ un buharda pişirme, verimli ısı transferi, ürün oksidasyonunun önlenmesi, besin kaybı yüzdesinin azaltılması, termal bozulmanın iyileştirmesi, enerji verimliliğinin artırılması, kurutmanın hızlandırılması gibi avantajlarla çeşitli gıda maddelerine (patates, eri te, tavuk, karides, tarak, soya fasulyesi, pirinç,  eker pancarı, muz, vb.) kolaylıkla uygulanması nedeniyle, geleceğın mutfak tekniklerinde kullanılmaya aday olabilecek pişirme yöntemi olarak görülmektedir. Gıda grubunun ihtiya ına göre a ırsı kurutmanın istenilmediğ i durumlarda yoğ un buhar ile birlikte mikro damlacıklı sıcak su spreyi kombinasyonu ile basınçlı kaynar su ve buhar (120-140  C), atmosferik basınç altında gıda üzerine küçük bir delikten püskürtülerek a ırsı kurutmanın önüne geçilmesi de mümkün olabilmektedir [26, 27].

#### **2.1.1.1. Kaynayan Suda Ha lama**

Kabuklu eklem bacaklı su ürünlerine uygulanan geleneksel pişirme yöntemi 100  C'de kaynayan suda 8-10 dakika süreyle ha lanarak canlı halde işlenmektedir [1, 11, 24, 25]. Ancak, haşlama yapılırken sıkça ısı ve su seviyesi kontrol edilmelidir.    nk  haşlama işlemi etin suya sızmasına ve besin değ erinin d  mesine neden olabilmektedir [1]. Bununla birlikte su ürünlerinin yüksek ısıls işleme karşı kırmızı ete göre daha hassas olduğ u bilinmektedir. Diğ er yandan istakoz vb ürünler ha landığında a ırsı pi me eğilimindedir ve bu da sert ve lastiksi olmalarına sebebiyet vermektedir. Bu nedenle, kabuklu su ürünleri pi irirken sıcaklık kontrolünün dikkatli yapılması önemlidir [20]. Watson ve Denton [28]'un atıfta bulunduğ u Torry ve Kodeks standartlarına göre kabuklu su ürünlerinde kaynayan suda haşlama süreleri Tablo 2.1'de görülmektedir.

**Tablo 2.1:** Kabuklu su ürünlerinin kaynayan suda haşlama süreleri.

| Türler    | Piştirme süreleri (dakika) | Kaynak      |
|-----------|----------------------------|-------------|
| Karides   | 3                          | Torry [29]  |
| Midye     | 6                          | Torry [30]  |
| Salyangoz | 8-20                       | Torry [30]  |
| Yengeç    | 20-30                      | Torry [31]  |
| Yengeç    | 15-25                      | Kodeks [32] |
| İstakoz   | 15-25                      | Torry [33]  |
| İstakoz   | 10                         | Kodeks [34] |

#### 2.1.1.2. *Sous Vide Piştirme*

Sous vide, tek başına çiğ materyal veya çiğ materyale lezzet verici malzemeler (zeytinyağı, tuz, baharat, sos vs.) ilave edilip vakum ambalajlandıktan sonra belirli sıcaklık/zaman uygulaması yapılarak ürünün kontrollü koşullar altında pişirilmesi işlemidir [35]. Su banyosunda piştirme sous vide pişirmede kullanılan en yaygın uygulama olup dolaşımli su banyoları içinde düzgün bir ısıtma yapılabilmektedir. Bununla birlikte piştirme işlemi sonrasında çiğ kalmayı veya mikrobiyal gelişmeyi önlemek için poşetlerin asılı şekilde suya batırılması önemlidir [5]. Besinlere uygulanan 5-60 °C aralığındaki sıcaklık aralığı, “tehlikeli zon” olarak tanımlanmakta, bu sıcaklık aralığında besinlerin uzun sürelerde bekletilmesi mikrobiyal risklere/tehlikelere yol açabilmektedir. Ayrıca et dokusu yumuşaklığı sebebiyle balıklar, kabuklu eklembacaklı su ürünlerine kıyasla daha düşük sıcaklık aralıklarında (55-66 °C’de) pişirilirken, balık dışındaki su ürünlerinde; 80 °C’yi aşmayan daha yüksek sıcaklıkta pişirilmesi önerilmektedir [1].

Balıklara uygulanan sous vide piştirme sıcaklığı, balık dokusuna zarar vermeyecek sıcaklık ve sürenin doğru olarak seçilmesi, gıda güvenliğinin temin edilerek balık etine uygulanmasıdır. Genel olarak balık etlerine uygulanan sous vide sıcaklık aralığı ve süreleri 60 ile 65 °C/ 15 ile 20 dakikadır [1, 12]. Sous vide piştirme balıkta ve kabuklu su ürünlerinde aşırı pişmeyi azaltarak daha yumuşak ve daha sulu bir doku sağlamaktadır [36]. Profesyonel şefler, sulu ve eşit bir şekilde piştirme işlemi gerçekleştirdiği için istakoz benzeri ürünlerde sous vide pişirmeyi tavsiye etmektedirler [20].

Tablo 2.2’de Baldwin [36]’in tespit ettiği sous vide yöntemiyle pişirilen su ürünleri için patojen mikroorganizma olan *Listeria monocytogenes*’in 6 log azaltılması için gereken sıcaklık/zaman aralıkları gösterilmektedir.

**Tablo 2.2:** Sous vide pişirilen su ürünlerinde *Listeria monocytogenes*’in 6 log azalması (dakika) ve sıcaklık (°C).

| Kalınlık (mm) | 60°C | 61°C | 62°C | 63°C | 64°C | 65°C | 66°C |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 5             | 0:51 | 0:40 | 0:31 | 0:25 | 0:20 | 0:17 | 0:14 |
| 15            | 1:13 | 1:02 | 0:53 | 0:47 | 0:42 | 0:38 | 0:35 |
| 25            | 1:41 | 1:30 | 1:21 | 1:16 | 1:08 | 1:03 | 0:59 |
| 35            | 2:09 | 1:56 | 1:46 | 1:38 | 1:31 | 1:26 | 1:21 |
| 45            | 2:42 | 2:29 | 2:17 | 2:08 | 2:00 | 1:53 | 1:48 |
| 55            | 3:26 | 3:11 | 2:58 | 2:47 | 2:38 | 2:30 | 2:23 |
| 65            | 4:15 | 3:58 | 3:43 | 3:31 | 3:20 | 3:11 | 3:02 |

Sous vide pişirme yöntemi, geleneksel pişirmeye göre birçok avantaja sahiptir. Örneğin, tüm işlemler (ısıtma işlemi, soğutma ve depolama) paketin içinde gerçekleştiği için işlem sonrası kontaminasyon riski çok düşüktür. Öte yandan, daha düşük bir ısıtma işlemi ürünün duyu kalitesini korumaktadır [4]. Ayrıca gıdaların raf ömrünü uzatması ve pratikliği nedeniyle hazır gıda tüketimi gereken alanlarda (uçak, catering vs.) geniş yemek alternatiflerine sahip olması ile de sous vide teknoloji diğer pişirme yöntemlerine kıyasla üstün avantajlara sağlamaktadır. Bütün bunlara ilave olarak, sağlıklı yemek üretiminin veya teminin her zaman önemli bir mesele olduğu okul, hastane, fabrika, otel, devlet kurumları ve askeri kışlalar için sous vide pişirme yöntemi, sunduğu geniş alternatifler ve sağlıklı yemek imkânı ile önemli bir teknolojik uygulamadır [10].

#### 2.1.1.3. Mikrodalgada Pişirme

Mikrodalga genellikle yiyecekleri pişirmek ve yeniden ısıtmak için kullanılan pişirme yöntemidir [37]. Ancak, mikrodalga fırınlarda yiyeceklerin ısıtılması ile ilgili yaşanan en büyük sorunlardan biri ısıtılan yiyeceklerde homojen olmayan sıcaklık dağılımıdır. Bu durum gıdanın soğuk noktalarında bakterilerin yaşamasına neden olabilmektedir. Bu nedenle,

mikrodalgada pişirme yapılırken seçilen süre ve sıcaklık ürüne uygun olmalıdır [12]. Brashak [38] tarafından 1100 W'lık mikrodalga fırında 4 dakika pişirmenin istakoz kuyruk etinde en iyi kıvam ve dokunun sağlandığı bildirilmektedir. Diğer taraftan Tsai ve diğ. [39] tarafından 1300 W'lık mikrodalga fırında 80-100 saniyelik bir uygulamanın karidesin pişirilmesi için yeterli olmadığı rapor edilmektedir. Bordolio ve Ganguly [40] mikrodalgada pişirilen gıdaların diğer pişirme yöntemlerine göre başta vitaminler olmak üzere besin değerlerini koruduğunu bildirmiştir. Bhat ve diğ. [22] mikrodalgada pişirme işleminin protein sindirilebilirliğinde hem olumlu hem de olumsuz değişiklikleri indüklemeye potansiyeline sahip olduğunu belirtmiştir.

Hazır yemek firmaları için mikrodalgada pişirme işleminin avantajları aşağıda özetlenmiştir:

- Pişirme süresini % 50-70 azaltır,
- Kolay pişirme ve ısıtma metodudur,
- Elektrik ve işçilik yönünden ekonomiktir,
- 24 saat sıcak yemek sağlar, self servis için maliyeti düşük, müşteri memnuniyeti yüksek bir metottur,
- Gıda kendi suyunda piştiğinden lezzet ve içerik korunur,
- Gıdanın kuruma ve küçülmesini minimize eder [10].

### 2.2.2.Ambalajlama

Piştir-soğut yöntemi uygulanmış ürünlerin depolama koşullarını iyileştirmek ve mikrobiyal güvenliği sağlamak için uygun bir ambalaj malzemesi seçimi önemlidir. Pişirilmiş soğutulmuş ürünlerde genellikle vakumlanabilen esnek ambalajlar kullanılmaktadır [41]. Bununla birlikte vakum ambalaj su buharı geçirgenliği düşük, yırtılmaya karşı dayanıklı ve optimum ısı transferi sağlayan özelliklerde olmalıdır [5]. İşletmelerde işlem görmüş ve

ambalajlanmış ürünlere yeniden ısıtma uygulandığında paketlerin zaman zaman sızdırma yaptığı gözlemlenebilir, bu durum yetersiz vakumlamadan kaynaklanmaktadır [6].

Vakum paketleme ısıtma işleminden sonra çapraz kontaminasyon riskini ortadan kaldırdığı ve istenmeyen renk değişimlerine ve tat bozulmalarına neden olabilecek oksidasyon reaksiyonlarını engellediği için çeşitli avantajlara sahiptir. Ayrıca, vakum paketleme pişirme sırasında uçucu tat ve nem kayıplarını önlemektedir. Anaerobik koşullar bozulma sebebi organizmaların ve aerobik patojenlerin büyümesini de engellemektedir [35, 42, 43]. Bununla birlikte, *Clostridium botulinum* gibi anaerobik patojenler vakum ambalajda çoğalabilmektedir. Başka bir deyişle, vakum paketleme 3 °C'de büyüme ve toksin üretimi yapabilen *Clostridium botulinum* tip E için uygun bir ortam sağlamaktadır [44].

Çiğ, pişmiş ve soğukta depolanan su ürünlerinde ambalaj olarak su ve su buharı geçirirmeyen, oksijen geçirgenliği düşük olan, alçak ve orta yoğunluklu PE (polietilen), PA (poliamid), PVC (polivinil klorür) ve PET (polietilen teraftarat) tip vakum ambalaj materyalleri kullanılabilmektedir [45].

### 2.2.3.Şok Soğutma

Piştir-soğut uygulanan ürünlerde gıda güvenliğinin temel ilkesi pişirme işlemi biter bitmez hızlı soğutma işleminin başlaması ve ürünün son iç sıcaklığının 4 °C'nin altında olmasıdır. Örneğin *Clostridium* spp türlerin büyümesi ve toksin oluşumu bu şekilde önlenabilmektedir [5]. *Clostridium botulinum* tip E, 3 °C'de gelişip toksin üretebilmektedir. Bu sebeple piştir-soğut yöntemi için *C. botulinum* tip E'nin, minimum gelişme sıcaklığı 10 °C'nin üzerinde olan *C. perfringens*'e göre tehlikesi daha büyüktür [21]. Ürün kalitesini korumak için su ürünleri gibi çabuk bozulabilen gıdaların pişirme sıcaklığının maksimum 90 dakika içinde 0–3 °C'ye düşürülmesi önerilmektedir [6]. Sous vide uygulamasında pişirme işlemi biter bitmez hızlı soğutma işlemi başlatılmaktadır. Ancak bu tür bir soğutma işlemi patojenik sporları güvenli bir seviyeye indirmede yetersiz olabilmektedir. Pişmiş ürünler yeterince hızlı soğutulmadan

depolanırsa, patojenik sporlar büyüebilmekte ve tehlikeli seviyelerde çoğalabilmektedir. Bu nedenle bakteriyel büyümeyi en aza indirmek için yeterli hızlı soğutma sağlanması şarttır [46].

Piştir-soğut yöntemlerde hızlı soğutma için sıklıkla kullanılan sistem ‘blast chiller’ dediğimiz şok soğutuculardır. Bu cihazlar yiyeceklerin duysal niteliklerini koruyarak pişirme sıcaklığını güvenli depolama sıcaklığına (0–3°C) hızlı bir şekilde düşürebilmektedir. Soğutma işleminde sıcaklık kontrolü çok önemli olduğu için soğutucu ekipmanların çeşitli konumlarında sıcaklık ölçer problemler yer almaktadır [6]. Blast chiller uygulamalarında şok soğutmayı etkileyebilecek faktörler aşağıda ana maddeler halinde özetlenmiştir:

- Gıdanın türü, ağırlığı, boyutu,
- Kullanılan ambalaj malzemesi,
- Gıdanın yoğunluğu ve nem miktarı,
- Gıda ve ambalajın ısı kapasitesi,
- Gıdanın termal iletkenliği,
- Soğutma hızını etkileyen soğutucu ekipman,
- Soğutucuya giren yiyeceğin sıcaklığı,
- Gıda ambalajının hangi şekilde kaplandığı ya da kapatıldığıdır [5].

#### **2.2.4. Soğuk Depolama / Tüketim Öncesi Isıtma / Dağıtım**

Farklı sıcaklıklarda üreyen mikroorganizmalar gıdaların bozulmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle hazır yemek sektöründe işlenmiş gıdalarda soğuk zincir devamlılığının sağlanması önemli kritik noktalarını oluşturmaktadır. Soğuk zincir; üretim aşamasından başlayıp

sevkiyat, depolama ve tüketim aşamasına kadar ki süreçte gıda ürünlerinin düşük sıcaklıkta saklanması içine alan süreçtir. Günümüzde tüketicilerin güvenilir gıdaya ulaşma isteğinde artış vardır. Bu da işletmelerden dağıtım kanalına kadar soğuk zincirin önemini arttırmakta, daha fazla dikkat ve özenle sürdürülebilmesi gerektiğini göstermektedir [47].

Piştir-soğut yönteminde tüm gıdalar için 5 °C altında soğuk depolamanın kalite açısından daha güvenli olduğu bilinmektedir [42]. Ancak su ürünleri gibi çabuk bozulabilen gıda gruplarında mikroorganizmaların gelişimi ve biyokimyasal durumlar nedeniyle depolama sıcaklığı 0-3°C arasında tutulmalıdır [6]. Buzdolaplarında ortam koşullarına bağlı olarak sıcaklık dalgalanmaları fazla olabilmektedir. Bu nedenle catering firmalarında soğuk depolama için izole edilmiş soğuk hava depolarına ihtiyaç duyulmaktadır [21]. Tablo 2.3’ de dünyada ve ülkemizde kabuklu eklem bacaklı su ürünlerinde yapılmış bazı soğuk depolama çalışmaları görülmektedir.

**Tablo 2.3:** Kabuklu eklem bacaklı su ürünlerinde yapılmış soğuk depolama çalışmaları.

| Ürün    | Çiğ / Pişmiş                               | Ambalaj                  | Depolama   | Raf Ömrü                  | Kaynak               |
|---------|--------------------------------------------|--------------------------|------------|---------------------------|----------------------|
| İstakoz | Sous vide 65°C 10 dak                      | Vakum paket              | 4°C        | 28 gün                    | Humaid ve diğ.[48]   |
| Karides | Çiğ                                        | PE poşet                 | 1°C ve 4°C | 16 gün ve 12 gün          | Don ve diğ. [49]     |
| Karides | Sous vide 90°C 4.02 dak                    | Vakum paket              | 1-2°C      | 28 gün                    | Mohan ve diğ. [50]   |
| Yengeç  | Kaynayan suda haşlama +83±3°C 130 dak      | Vakum paket              | 4±1°C      | 55 gün                    | Ayas ve Özogul [51]  |
| Karides | Sous vide 75°C 10-15 dak/ 95°C 10 -15 dak  | Vakum paket              | 4°C        | 5-9 gün/23-26 gün         | Cadun ve diğ. [52]   |
| Karides | Çiğ /100°C 15 dak<br>Kaynayan suda haşlama | Strafor tabak-streç film | 4±1°C      | Çiğ 2 gün<br>Pişmiş 4 gün | Bilgin ve diğ. [53]  |
| Karides | Çiğ /100°C 15 dak<br>Kaynayan suda haşlama | Strafor tabak-streç film | 4±1°C      | Çiğ 2 gün<br>Pişmiş 3 gün | Erdem ve Bilgin [54] |
| Kerevit | Kaynayan suda haşlama 100°C 2 dak          | PE poşet                 | 0°C        | 7 gün                     | Tseng ve diğ. [55]   |
| Karides | Çiğ                                        | Strafor tabak-streç film | 5±1°C      | 3 gün                     | Çakır [56]           |

Soğutulmuş üründe pişirme veya tekrar ısıtma işlemleriyle ortaya çıkan uçucu maddeler ve dokudaki değişimler sayesinde gıdanın lezzeti ve aroması gelişmektedir. Bununla birlikte, tekrar ısıtma işlemi depolanmış üründe olabilecek mevcut mikroorganizmaların yok edilmesini sağlamaktadır. Tekrar ısıtma ürün soğuk depodan çıkarıldıktan sonra ve tüketilmeden önce 30 dak içinde başlatılmış olmalıdır [57].

Dağıtım aşamasında ise; pişirilip soğutulmuş gıdalar merkezi üretim birimlerinde soğuk depolamaya alınmakta ve buradan da servis edilecekleri yerlere ulaştırılmaktadır. Dağıtımda önemli olan nokta soğuk depolanmış gıdanın sıcaklığının nakledileceği yere kadar 0-3 °C’de tutulmasıdır. İşletmelerde bunun başarılabilmesi için uygun nakliye sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır [21].

## **2.2. KABUKLU SU ÜRÜNLERİNDE KALİTE DEĞİŞİMLERİ**

### **2.2.1. Duyusal Kalite Değişimleri**

Duyusal değerlendirme gıdaların çeşitli karakteristiklerini duyuların tepkileriyle ölçen, analiz eden ve yorumlayan bir disiplindir. Duyusal analizler tüketilebilirlik sınırının belirlenmesinde ön plana çıkmaktadır. Ancak uygun bir şekilde yapıldığında güvenilir bir kalite parametresi olmasına rağmen, kalitede kesin sonuç değerlendirmesi yapabilmek için diğer metotlarla desteklenmesi gerekir [58]. Diğer taraftan, bir ürünün fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kalite kontrol analizleriyle çok iyi ve sağlıklı olduğu tespit edilse bile duyusal açıdan olumsuz olarak nitelendiriliyorsa tüketicinin beğenisini kazanamamaktadır [59, 60]. Tüketiciler taze su ürünlerini satın almadan önce çeşitli duyusal karakteristikleri göz önünde bulundurarak karar vermektedir. Bu karakteristikler koku ve görünüşün yanı sıra tekstür olarak tanımlanabilmektedir. Su ürünleri tazelik belirlemede kullanılan en yaygın duyusal analiz metotları aşağıdaki gibidir,

- Tek örnekli testler

- Farklılık testleri (ikili, üçlü testler)
- Kalite indeks metodu
- Tanımlayıcı duyusal analizler (derecelendirme testleri)
- Tüketici testleri (hedonik) [61].

Pişımiş ürünlerin duyusal değerlendirmesinde ise görünüş, koku ve dokuya ilaveten lezzet devreye girmektedir. Yüksek duyusal kaliteye sahip, katkı maddesi içermeyen ve taze hazırlanmış gıda görünümü ve tadı olan, minimum düzeyde işlenmiş soğutulmuş hazır yiyeceklere yönelik artan bir tüketici talebi vardır. Bu bağlamda işlenmiş kabuklu su ürünlerinde duyusal kalitenin sağlanması tüketici taleplerini karşılamak için bir seçenek sunmaktadır [46].

Su ürünleri aminoasitler yönünden zengin gıda maddeleridir. Serbest aminoasitler insan vücudunda sadece bağışıklık sistemine ve enerji metabolizmasına katkıda bulunmaz, aynı zamanda gıdalardaki lezzet performansını da arttırmaktadır. Aminoasitler genellikle tatlı, ekşi, acı ve umami gibi karakteristik tatlar vermektedir [23]. Gonzalez-Fandos ve Laorden [46]'nın atıfta bulunduğu Bergslien [62], Choain ve Noel [63] sous vide pişirilmiş balıkların geleneksel yöntemle pişirilen balıklara göre daha yüksek aroma ve tada sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Kodeks Alimentarius Komisyonu [64] laboratuvarlarda balık ve kabuklu su ürünleri için duyusal değerlendirme kılavuzunda (CAC-GL-31) belirtilen standarda göre çiğ, pişmiş ve soğukta depolanmış kabuklu su ürünlerinin bozulmaya bağlı olarak duyusal değerlendirme kriterleri Tablo 2.4'de görülmektedir.

**Tablo 2.4:** Kabuklu su ürünleri bozulma kriterleri.

| <b>Soğuk depolanmış kabuklu su ürünleri</b> |                                 |                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Çiğ</b>                                  | Görünüş, kabuklu                | Parlak renkler, kafada hafif siyahlık, kafada ve vücutta kararma                                                                                                                                            |
|                                             | Görünüş, kabuğundan ayrılmış et | Yarı saydam, tamamı beyaz veya açık gri, hafif siyahlaşma, boydan boya siyah renk, çok saydam, mukuslu, kafası üzerinde olarak depolanan ürünlerde kuyruk ile birleştiği etli uçta sarımsı renk değişikliği |
|                                             | Koku                            | Taze, yosunumsu, küflü, amonyak, ekşi, bozuk, kokuşmuş                                                                                                                                                      |
| <b>Pişmiş et</b>                            | Görünüş                         | Beyaz, mat, opaklaşma, siyah noktalar, geniş aralıklı renk değişikliği,                                                                                                                                     |
|                                             | Koku                            | Taze, kaynamış süt, küf, amonyak, acı, ekşi, bozuk                                                                                                                                                          |
|                                             | Lezzet                          | Lezzetli, tatlımsı, nötr, küf, ekşi, acı, bozuk                                                                                                                                                             |
|                                             | Doku                            | Sert, elastik, yumuşak, peltamsi                                                                                                                                                                            |

### 2.2.2. Fiziko-Kimyasal Kalite Değişimleri

Gıdanın pH değerinin ölçümü, gıdanın fiziko-kimyasal kalitesi hakkında ilk etapta fikir veren yardımcı bir testtir [65]. Gıdanın yapısındaki bileşenler arasında biyokimyasal etkileşimler (bakteriyel ve enzimatik bozulma, protein ekstraksiyonu, denatürasyon vb.) söz konusudur. Bu etkileşimlerden faydalanılarak bir gıda hammaddesinin ya da son ürünün pH gibi kriterlerindeki değişimin ölçülmesi, gıdanın güvenliği ve kalitesi hakkında önemli ve belli ölçülerde bilgi sağlayabilmektedir [66].

Su ürünlerinde trimetilamin nitrojen (TMA-N) miktarının belirlenmesi kalite düzeyinin belirlenmesinde sık tercih edilmektedir. Bu madde su ürünlerindeki trimetilaminokside (TMAO) bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Trimetilaminoksit su ürünlerinin depolanması sırasında mikroorganizmaların ve trimetilaminmetilaz enziminin etkisi ile trimetilamin nitrojen (TMA-N)'e indirgenmektedir. Uygun olmayan depolama koşullarında raf ömrü geçtikçe dimetilamin-azot (DMA-N), monometilamin-azot (MMA-N), formaldehit (FA) ve amonyağa (NH<sub>3</sub>) kadar indirgenmektedir. Bu nedenle, TMA kimyasal analizler arasında belirlenmesi gereken önemli bozulma kriterlerindendir [67]. Su ürünlerinin kalite düzeylerinin belirlenmesinde kullanılan bir diğer kimyasal metot toplam uçucu bazik nitrojen (TVB-N)'dir. Su ürünlerinde bozulmanın çeşitli aşamalarını tespit etmek için TVB-N ve TMA-N analizleri birlikte değerlendirilmelidir [65]. TVB-N değerinin belirlenmesindeki amaç, duyuşal

analizlerden ve diğer kimyasal analiz yöntemlerinden elde edilen bulguları desteklemek veya çürütmektir [68]. Şengör ve diğ. [65] atıfta bulunduğu Ludorff ve Meyer [69] ve Kietzmann ve diğ. [70] referanslarında su ürünleri kalitesinin belirlenmesinde kullanılan TMA-N ve TVB-N değerlerine göre insan tüketimi limitleri gösterilmiştir. Ludorff ve Meyer [69] 5 mg/100g iyi kalite, 10 mg/100g tüketim sınır değer ve 12 mg/100g üzeri balıklarda bozulmuş TMA-N miktarı olarak değerlendirmiştir. Kietzmann ve diğ. [70] taze yakalanmış su ürünlerinin TVB-N değerlerini 25 mg/100g ve altında “çok iyi”, 25-30 mg/100g arasında “iyi”, 30-35 mg/100g arasında “pazarlanabilir”, 35 mg/100g ve daha fazlasını “bozulmuş” olarak değerlendirmiştir.

Su ürünlerinde oksidasyonu belirlemek için kullanılan analiz yöntemi TBA (tiyobarbitürik asit) değerinin ölçülmesidir. TBA değerleri, oksitlenmiş et ve balıkta kötü tatlara katkıda bulunan, başta aldehitler olmak üzere ikincil lipid oksidasyon ürünlerinin içeriğini temsil etmektedir [71]. Halldorsdottir ve diğ. [72] atıfta bulunan Çorapçı ve Kocatepe [73] bozulmaya bağlı olarak TBA değerindeki artışın enzimatik hidroliz ve otooksidasyondan kaynaklandığını bildirmiştir.

### 2.2.3. Mikrobiyolojik Kalite Değişimleri

Çiğ su ürünlerinin kontaminasyonu su koşullarına ve sıcaklığa bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Örneğin soğuk sulardan elde edilen balıklar genellikle deri ve solungaç yüzeyinde 2-4 log kob/cm<sup>2</sup> sonuç verirken, bağırsak içeriği 2 ile 8 log kob/cm<sup>2</sup> arasında değişen sonuçlar vermektedir Ancak daha ılık sulardan elde edilen balıkların mikrobiyal seviyeleri (derisinde 3-6 log kob/cm<sup>2</sup>) daha yüksektir. Kabuklu su ürünlerinde mikrobiyal sayımlar ise, su sıcaklığına ve kirliliğe bağlı olarak daha büyük farklılıklar göstermektedir [46, 74].

Yeni yakalanmış balık ve kabuklu su ürünlerinde bulunan mikroorganizma sayısı ve türleri avlandıkları coğrafi bölge, mevsim ve hatta hasat yönteminden dahi etkilenebilmektedir. Su

ürünlerin mikroflorası, suyun mikrobiyal popülasyonunu yansıtmaktadır. Suyun mikroflorası sıcaklığa, tuzluluğa, organik madde varlığına ve su kalitesine bağlıdır. Örneğin insan ve hayvan kirliliğinden etkilenen kıyı sularındaki su ürünlerinde *Salmonella* görülme sıklığı, açık denizlerdeki balıklara göre daha yüksektir [46]. Bununla birlikte, bazı bakteriler çevrenin bir parçası (*Listeria monocytogenes* (*L. monocytogenes*), *Clostridium botulinum* (*C. botulinum*) proteolitik tip A ve B) veya insan kontaminasyonunun özellikle fekal kontaminasyonun bir sonucu olabilmektedir (*Salmonella*, *Escherichia coli* (*E. coli*)) [75].

Gonzalez-Fandos ve Laorden [46] tarafından atıf yapılan referanslarda su ürünlerinde bulunabilecek gıda kaynaklı patojenlerin büyümesi için minimum, maksimum ve optimum sıcaklık değerleri Tablo 2.5'de gösterilmektedir. Bu tabloda belirtilen bazı patojenler; *Clostridium botulinum* (*C. botulinum*) non-proteolitik, *Bacillus cereus* (*B. cereus*)'un psikrotrofik suşları, *Aeromonas hydrophila* (*A. hydrophila*), *Listeria monocytogenes* (*L. monocytogenes*) ve *Vibrio parahaemolyticus* (*V. parahaemolyticus*) daha düşük sıcaklıklarda da büyüebilmektedir.

**Tablo 2.5:** Gıda kaynaklı patojenlerin gelişim sıcaklığı.

| Mikroorganizma                      | Min.Sic.*<br>(°C) | Opt. Sic.*<br>(°C) | Maks.Sic.*<br>(°C) | Kaynak                |
|-------------------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| <i>A. hydrophila</i>                | 0–4               | 28–35              | 42–45              | ICMSF [76]            |
| <i>B. cereus</i> psychrotrophic     | 4–5               | 28–35              | 30–35              | ICMSF [76]            |
| <i>B. cereus</i> mesophilic         | 10–15             | 35–40              | 50–55              | Varnam ve Evans [77]  |
| <i>C. botulinum</i> proteolytic     | 12.5              | 35                 | 50                 | ICMSF [76]            |
| <i>C. botulinum</i> non-proteolytic | 3–3.3             | 30                 | 45                 | Pierson ve Reddy [78] |
| <i>C. perfringens</i>               | 12                | 43–47              | 50                 | ICMSF [76]            |
| <i>E. coli</i> pathogenic           | 7                 | 35–40              | 46                 | ICMSF [76]            |
| <i>L. monocytogenes</i>             | 0–4               | 30–37              | 45                 | Ealcker ve diğ. [79]  |
| <i>Salmonella</i>                   | 5–7               | 35–43              | 46.2               | ICMSF [76]            |
| <i>S. aureus</i>                    | 7                 | 37                 | 47.8               | Varnam ve Evans [77]  |
| <i>V. cholerae</i>                  | 10                | 37                 | 43                 | ICMSF [76]            |
| <i>V. parahaemolyticus</i>          | 5                 | 37                 | 43                 | ICMSF [76]            |
| <i>V. vulnificus</i>                | 8                 | 37                 | 43                 | ICMSF [76]            |

\*Min. Sic.: Minimum gelişim sıcaklığı

\*Opt. Sic.: Optimal gelişim sıcaklığı

\*Maks. Sic.: Maksimum gelişim sıcaklığı

İşlenmiş gıdaların hijyenik bir ortamda üretildiğini kontrol etmek için koliform bakteri sayısının belirlenmesi önemlidir. Gıdada koliform bakteri varlığı, gıdanın kötü sanitasyon koşulları altında işlendiğini ve *E.coli* gibi fekal kaynaklı patojenlerin mevcut olabileceğini göstermektedir [80]. Balıklarda ve kabuklu su ürünlerinde tespit edilen *E. coli* varlığında halk sağlığı tehlike altında olup, bu bakteri fekal kontaminasyonun bir göstergesidir ve muhtemelen diğer enterik patojenlerin varlığına işaret etmektedir. Bu nedenle çiğ ve az pişmiş su ürünlerinin tüketilmesi önerilmemektedir [81].

Türk Gıda Kodeksi Gıda Güvenilirliği Kriterleri'ne [82] göre işlenmiş kerevit, istakoz, yengeç, karides vb ürünlerde *L. monocytogenes* ve *Salmonella* spp 0/25 g-ml'de hiç bulunmamalıdır. FDA (Food and Drug Administration) [83] ve GCC (Gulf Cooperation Council) [84] standartlarına göre kerevit, yengeç, karides, istakoz vb ürünlerde mikrobiyoloji kriterleri Tablo 2.6' da görülmektedir.

**Tablo 2.6:** Kabuklu su ürünleri mikrobiyoloji kriterleri.

| GCC                                                                                                    | Mikroorganizma                          | Limit/ gram veya cm <sup>2</sup> |    |                   |                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------|----|-------------------|-------------------|
|                                                                                                        |                                         | n*                               | c* | m                 | M                 |
| Çiğ<br>(soğutulmuş/dondurulmuş)<br>kabuklular (Ör. Karides,<br>büyük karides, ıstakoz ve<br>yengeç vb) | Aerobik plak sayısı                     | 5                                | 2  | 5x10 <sup>5</sup> | 10 <sup>7</sup>   |
|                                                                                                        | <i>Escherichia coli</i>                 | 5                                | 3  | 10                | 5x10 <sup>2</sup> |
|                                                                                                        | <i>Salmonella</i>                       | 5                                | 0  | 0                 | -                 |
|                                                                                                        | <i>V.parahaemolyticus</i>               | 5                                | 1  | 10 <sup>2</sup>   | 10 <sup>3</sup>   |
|                                                                                                        | <i>Listeria monocytogenes</i>           | 5                                | 0  | 0                 | -                 |
|                                                                                                        | <i>Staphylococcus aureus</i>            | 5                                | 2  | 10 <sup>2</sup>   | 10 <sup>3</sup>   |
| Pişirilmiş<br>(soğutulmuş/dondurulmuş)<br>kabuklular                                                   | Aerobik plak sayısı                     | 5                                | 2  | 10 <sup>5</sup>   | 10 <sup>6</sup>   |
|                                                                                                        | <i>Escherichia coli</i>                 | 5                                | 1  | 10                | 5x10 <sup>2</sup> |
|                                                                                                        | <i>Salmonella</i>                       | 5                                | 0  | 0                 | -                 |
|                                                                                                        | <i>V.parahaemolyticus</i>               | 10                               | 1  | 10 <sup>2</sup>   | 10 <sup>3</sup>   |
|                                                                                                        | <i>Listeria monocytogenes</i>           | 5                                | 0  | 0                 | -                 |
|                                                                                                        | <i>Staphylococcus aureus</i>            | 5                                | 1  | 10 <sup>2</sup>   | 10 <sup>3</sup>   |
| FDA                                                                                                    | Mikroorganizma                          | n*                               | c* | m                 | M                 |
| Çiğ ve dondurulmuş<br>kabuklular                                                                       | <i>E.coli</i> EMS/g *                   | 5                                | 3  | 11                | 500               |
|                                                                                                        | <i>S. aureus</i> (koagülaz+),<br>kob/g* | 5                                | 2  | 10 <sup>3</sup>   | 10 <sup>4</sup>   |
|                                                                                                        | <i>Salmonella</i> /25 g                 | 5                                | 0  | 0                 | -                 |
|                                                                                                        | <i>V.parahaemolyticus</i> , kob/g       | 5                                | 1  | 10 <sup>2</sup>   | 10 <sup>3</sup>   |
|                                                                                                        | SPC/APC, kob/g                          | 5                                | 3  | 10 <sup>6</sup>   | 10 <sup>7</sup>   |
| Pişmiş ve dondurulmuş<br>kabuklular                                                                    | <i>E.coli</i> EMS/g *                   | 5                                | 2  | 11                | 500               |
|                                                                                                        | <i>S. aureus</i> (koagülaz+), kob/g     | 5                                | 0  | 10 <sup>2</sup>   | -                 |
|                                                                                                        | <i>Salmonella</i> /25 g                 | 20                               | 0  | 0                 | -                 |
|                                                                                                        | <i>V.parahaemolyticus</i> , kob/g       | 10                               | 1  | 10 <sup>2</sup>   | 10 <sup>3</sup>   |
|                                                                                                        | SPC/APC, kob/g                          | 5                                | 2  | 5x10 <sup>5</sup> | 5x10 <sup>6</sup> |
| Pişmiş, soğutulmuş ve<br>dondurulmuş yengeç eti                                                        | <i>E.coli</i> EMS/g                     | 5                                | 1  | 11                | 500               |
|                                                                                                        | <i>S. aureus</i> (koagülaz+), kob/g     | 5                                | 0  | 10 <sup>3</sup>   | -                 |
|                                                                                                        | <i>V.parahaemolyticus</i> , kob/g       | 10                               | 1  | 10 <sup>2</sup>   | 10 <sup>3</sup>   |
|                                                                                                        | SPC/APC*, kob/g                         | 5                                | 2  | 10 <sup>5</sup>   | 10 <sup>6</sup>   |

\*EMS, En muhtemel sayı; SPC, Standart plak sayısı; APC, Aerobik plak sayısı; kob: koloni oluşturan birim; n: Numune sayısı; c: m ile M limiti arasında değere sahip olmasına izin verilen numune sayısı

### 3. MALZEME VE YÖNTEM

Bu çalışmada kullanılan kerevitler Eğirdir Gölü'nden yakalanmış ve Şahlanlar Gıda San. ve Tic. Ltd. Şirketi tarafından canlı olarak temin edilerek 12 saat içinde delikli strafor kutular içinde canlı olarak İstanbul Üniversitesi, Su Bilimleri Fakültesi, Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Laboratuvarlarına transfer edilmiştir. Conte ve diğ. [85] tarafından canlı pişirildiklerinde acı çekip çekmediklerine dair henüz yasal bir fikir birliği oluşmamasına rağmen, kabuklu eklem bacaklı su ürünlerinin (istakoz, yengeç vd) kaynar suda merkezi sinir sistemi denatüre olup ölene kadar acı çekebileceklerine dair araştırmalarda bulunan Elwood [86, 87], Roth and Qines [88], Yue [89], Bellchambers ve diğ. [90]'nin çalışmalarına atıfta bulunulmuştur. Bu çalışmada hayvan refahının temini için canlı kerevitlere ısıtma işlemi uygulanmadan önce  $-26^{\circ}\text{C}$  derin dondurucuda 5 saat bekletilmiş (öldürülmüş) ve pişirme öncesinde  $+4^{\circ}\text{C}$ 'de 4-5 saat buzdolabında bekletilerek çözündürülmüştür.

Araştırmada hedeflenen iki ana çalışma konusundan birincisi; çiğ ve pişirilmiş kerevitlerin soğuk depolamadaki raf ömrünün belirlenmesi, ikincisi ise; çiğ ve pişirilmiş kerevitlerin pişirme sonrasındaki besin değerleri farklılıklarının ortaya konulmasıdır. Araştırmada hedeflenen çalışma konuları iki ayrı işlem akış şemasında özetlenmiştir (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2).

Birinci çalışma konusu olan üç farklı pişirme yöntemi (BC: kaynayan suda haşlama, SVC: sous vide pişirme ve MC: mikrodalgada pişirme) uygulanmış kerevitlerin soğuk depo sıcaklığında depolanması ve raf ömrü süresinin belirlenmesi için Şekil 3.1'deki akış şemasında gösterildiği gibi işlem uygulanmış ve pişirme yöntemlerine ilişkin bilgi Tablo 3.1'de özetlenmiştir. Pişirme işlemleri öncesinde kerevitlerin kabuklarında standart renk değişiminin sağlanması ve pişirilmiş ürün gruplarında kontrol grubunun temini için  $100^{\circ}\text{C}$  kaynayan suda 2 dakika süreyle ön ısıtma işlemi uygulanmıştır. Depolama çalışmasının kontrol grupları (VP, MP) bu aşamada ayrılmıştır. Ön ısıtma işlemi görmüş kerevitler kalite kaybı olmaması için buzlu suda soğutulduktan sonra iyice süzülüp ve ambalajlanmıştır. Sous vide

ve kaynayan suda haşlanan kerevitlerde vakum ambalaj kullanıldığı için 1. kontrol grubunda vakum ambalaj (VP), mikrodalgada pişirilen kerevitler mikrodalga fırında pişirmeye uygun paketlerde pişirildiği için 2. kontrol grubunda mikrodalga ambalaj (MP) kullanılmış olup, kontrol grupları buzdolabı sıcaklığında raf ömrü süresi boyunca depolanmıştır ( $2\pm0.7^{\circ}\text{C}$ ). Ön ısıtma işlemi sonrası kerevitlere üç farklı pişirme yöntemi uygulanmıştır (BC: kaynayan suda haşlama, SVC: sous vide pişirme ve MC: mikrodalgada pişirme). Sadece sous vide pişirme yönteminde homojen ısı transferini sağlamak için kerevitlerin başları gövdelerinden ayrılarak kuyruk bölgesine pişirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Sous vide pişirme işlemi sırasında üç paketin ortasına termokupul yerleştirilerek iç sıcaklık derecesinin kontrolü gerçekleştirilmiş olup orta nokta sıcaklığı  $65^{\circ}\text{C}$ 'ye ulaşana kadar beklenmiştir. Kaynayan suda haşlama işleminde kaynayan su sıcaklığı dijital sıcaklık ölçer ile kontrol edilmiştir. Mikrodalga pişirme işleminde uygulanan pişirme sonrasında kuyruk etinin iç sıcaklık derecesi kontrol edilmiştir.

Sous vide pişirmede kafaları ayrılmış kerevit kuyrukları her ambalaja 4-5 adet olacak şekilde yerleştirilmiş ve vakumlanmıştır. Sous vide pişirme  $65^{\circ}\text{C}$ 'de 15 dak gerçekleştirilmiştir. Sonrasında ambalajlı olarak buzlu suda soğutulmuştur. Haşlama işlemi  $100^{\circ}\text{C}$ 'de kaynayan suda 10 dak gerçekleştirilmiştir. Pişirme sonrası kalite kayıpları olmaması için kerevitler buzlu suda soğutulup iyice süzildükten sonra 4-5 adet olacak şekilde ambalaja koyulup vakumlanmıştır. Mikrodalgada pişirme için kerevitler mikrodalgada pişirmeye uygun ambalaj içinde 4-5 adet olacak şekilde yerleştirilmiş ve mikrodalgada 4 dak pişirilmiş olup, pişirme sonrası ambalajlı olarak buzlu suda soğutulmuştur. Pişirilmiş ve ambalajlanmış kerevitlerin (BC, SVC, MC) tümüne eş zamanlı olarak homojen soğutma uygulamak için sıcaklıkları 1 saat içerisinde  $2^{\circ}\text{C}$  civarına düşürülmüştür (şok soğutma). Pişirilmiş ürün grupları şok soğutma işlemi sonrasında  $2\pm0.7^{\circ}\text{C}$ 'deki buzdolabı sıcaklığında depolanarak raf ömrü süresi belirlenmiştir.

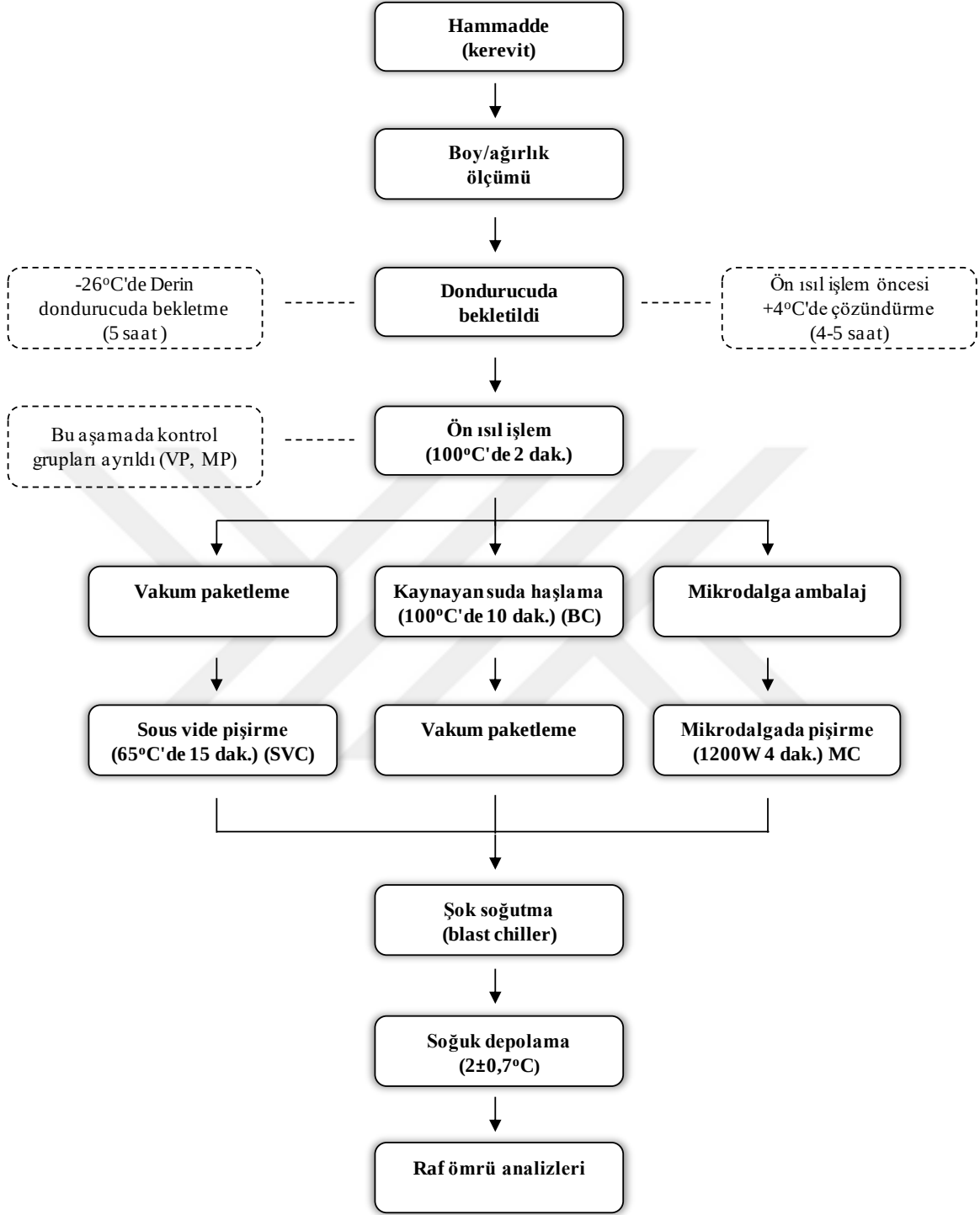
Nofrost buzdolabının (Bosch A+++) sıcaklığı bir termometre (Digitales Thermo-Hygrometer, TFA, Almanya) ile düzenli olarak izlenerek depolama sıcaklığının stabilitesi kontrol edilmiş ve her analiz gününün haftası boyunca kaydedilmiştir. Analiz haftalarının ortalama depo

sıcaklıkları sırasıyla  $2,0\pm0,5$ ,  $1,7\pm0,5$ ,  $2,7\pm0,9$ ,  $1,2\pm0,8$ ,  $2,1\pm0,9$  olarak ölçülmüştür (Tablo 3.2). Soğuk depolamanın 1., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde kimyasal, fiziksel, mikrobiyolojik ve duyu analizler gerçekleştirilmiştir. Her analiz gününde her gruptan rastgele seçilen üç paket kullanılmış ve tüm analizler üç paralelli olarak yapılmıştır. Çalışma iki tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

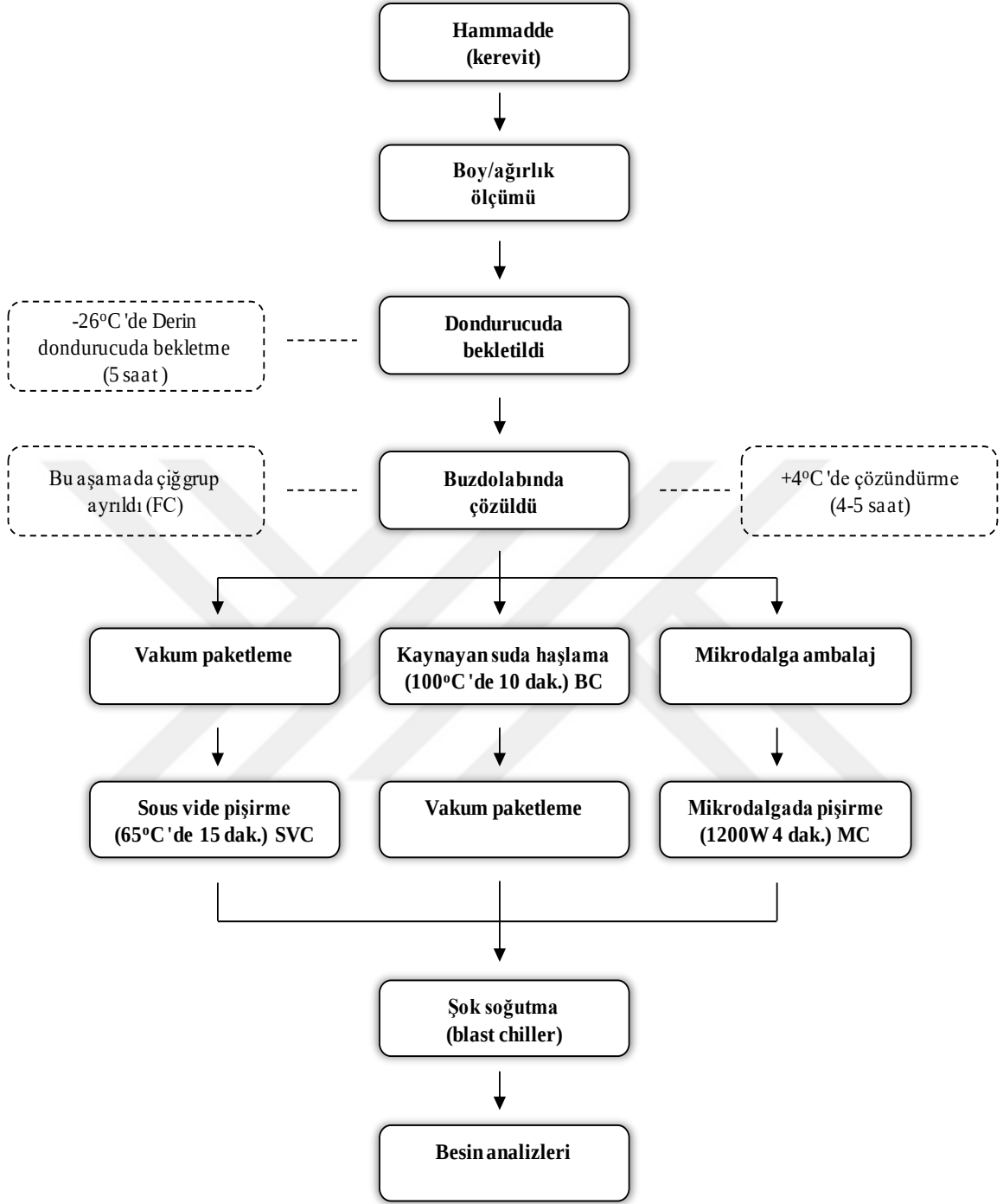
İkinci çalışma konusu olan çiğ ve pişirilmiş kerevitlerde besin değerindeki farklılıkların belirlenmesi için Şekil 3.2’de gösterildiği gibi kerevitler işleme alınmadan önce  $-26\text{ }^{\circ}\text{C}$ ’deki derin dondurucuda bekletilmiştir. Sonrasında  $+4^{\circ}\text{C}$ ’de 4-5 saat çözündürülmüştür ve çözündürme sonrası besin analizleri için çiğ kerevitler (FC) bu aşamada ayrılmıştır. Çiğ kerevitlere sous vide ( $65^{\circ}\text{C}$ ’de 15 dak), mikrodalgada pişirme (4 dak), kaynayan suda haşlama ( $100^{\circ}\text{C}$ ’de 10 dak) işlemi uygulanmış ve şok soğutma ile pişirme sıcaklığı  $+2^{\circ}\text{C}$ ’ye düşürülerek besin değeri analizleri yapılmıştır.

**Tablo 3.1:** Ön pişirme ve sonrası sıcaklık dereceleri.

|                                         | Pişirme<br>süre/sıcılık      | Şok soğutma<br>(blast chiller)    | Depoalma                  |
|-----------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| <b>Ön pişirme (kontrol 1-kontrol 2)</b> | $100^{\circ}\text{C}$ 2 dak  | Buzlu suda soğutma                | $2\pm0,7^{\circ}\text{C}$ |
| <b>Sous vide</b>                        | $65^{\circ}\text{C}$ 15 dak  | 1 saatte $+2^{\circ}\text{C}$ ’ye | $2\pm0,7^{\circ}\text{C}$ |
| <b>Kaynayan suda haşlama</b>            | $100^{\circ}\text{C}$ 10 dak | 1 saatte $+2^{\circ}\text{C}$ ’ye | $2\pm0,7^{\circ}\text{C}$ |
| <b>Mikrodalgada</b>                     | 4 dak (1200W)                | 1 saatte $+2^{\circ}\text{C}$ ’ye | $2\pm0,7^{\circ}\text{C}$ |



**Şekil 3.1:** Raf ömrü için özet işlem akış şeması.



Şekil 3.2: Besin değeri için özet işlem akış şeması.

### 3.1. MALZEME

Bu çalışmada araştırma materyali olarak kabuklu eklembacaklı su ürünü olan kerevit kullanılmıştır. Türkiye'nin iç sularından, Eğirdir Gölü'nden (Isparta) temin edilmiş olan *Astacus leptodactylus* kerevit türünün biyolojik ve ekolojik özellikleri [91] Şekil 3.3'de özetlenmiştir.

| <i>Astacus leptodactylus</i> Eschscholtz, 1823                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Türkiye'nin doğal tatlı su istakoz türü olarak adlandırılır,</li> <li>•Kerevitler doğal olarak bulundukları tatlı su alanlarında ekolojik dengenin birer parçası halindedir,</li> <li>•Beslenme özellikleri bakımından omnivor olduklarından su kaynaklarındaki pek çok organizmayı tüketebilirler,</li> <li>•Haziran-Eylül ayları arasında kabuk değiştirirler,</li> <li>•Kerevitlerin eşey gruplarına göre boy-ağırlık ilişkisi, kabuk değiştirme mevsimi, av verimliliği, olgunlaşma büyüklüğü, üreme periyodu ve yumurta verimliliği farklı zamanlarda değişkenlik göstermektedir,</li> <li>•Her türlü organik materyalin işlenmesinde oynadıkları önemli rol nedeni ile ekosistemde enerji dengeleri üzerinde etkindirler,</li> <li>•Ayrışmakta olan materyaller üzerinden beslenen, detritusun işlenmesi ve mineralizasyonunda, bentik çeşitlilik ve organik madde birikiminde önemli etkileri bulunmaktadır,</li> <li>•Ortamdan yok olmaları veya yeni bir ortama sokulmaları sucul ekosistemler üzerinde çok ciddi etkiler doğurabilmektedir.</li> </ul> |

Şekil 3.3: *Astacus leptodactylus* ekolojik ve biyolojik özellikleri.

#### 3.1.1. Malzemenin Temini

Isparta ili Eğirdir Gölü'nden canlı olarak temin edilen kerevitler 12 saat içinde delikli strafor kutular içinde 27 Ekim 2020 tarihinde İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri İşleme Teknolojisi laboratuvarına transfer edilmiştir (Şekil 3.4). Kerevitler her biri 6 kiloluk 9 strafor kutuda

(toplam 54 kilo kerevit) tedarik edilmiştir (Şekil 3.5). 1 strafor kutu ön denemeler için, 6 strafor kutu depolama çalışması için ve 2 strafor kutu besin değeri analizleri için kullanılmıştır.



Şekil 3.4: Kerevitlerin temin edildiği bölgenin (Eğirdir Gölü) uydu görüntüsü [92].



Şekil 3.5: Araştırma materyali canlı kerevit.

### 3.1.2. Malzemenin Hazırlanması

Yıkama ve süzme işlemlerinden sonra boy ve ağırlık ölçümleri yapılmıştır (Şekil 3.6, Şekil 3.7). Kerevitlerde tam boy Naboka ve diğ. [93] belirtildiği gibi rostrumdan kuyruk ucuna kadar olan bölge uzunluğu ölçülerek yapılmıştır. Depolama analizleri için kullanılan kerevitlerin ortalama boyları  $13.80 \pm 1.07$  cm ve ortalama ağırlıkları  $44.33 \pm 7.32$  g olarak ölçülmüştür. Besin değeri analizleri için kullanılan kerevitlerin ortalama boyları  $13.04 \pm 1.01$  cm ve ortalama ağırlıkları  $41.20 \pm 6.43$  g olarak ölçülmüştür. Ticari olarak tüketime sunulacak kerevitler için Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 4/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığının Düzenlenmesi Hakkında Tebliğ [94]'de belirtilen kerevitin avlanmasına müsaade edilen “asgari boy 10 cm’den az olmamalıdır” durumu dikkate alınarak bu çalışmada kullanılan tüm kerevitlerin standart boyu, bakanlık tebliğinde belirtilen boy standardına uygun olarak seçilmiştir.



**Şekil 3.6:** Kerevit ön yıkama ve suyunun süzdürülmesi.



**Şekil 3.7:** Kerevitlerin boy ve ağırlık ölçümü.

### 3.1.3. Malzemenin Pişirilmesi ve Ambalajlanması

Soğuk depolama çalışması için üç farklı pişirme işlemi öncesi 100°C’de 2 dakika ön ısıtma işlemi uygulanmış ve kalite kaybı olmaması için buzlu suda soğutulmuştur (Şekil 3.8). Sonrasında ön ısıtma işlemi uygulanan kerevitlere üç farklı pişirme işlemi uygulanmıştır. Sous vide pişirme işleminde kerevitlere vakum ambalajlama yapıldıktan sonra 65°C’de 15 dak pişirme (Sous-vide™, Professional PolyScience Chef Series, USA) işlemi uygulanmış ve buzla suda soğutulmuştur (Şekil 3.9). Sous vide pişirme yönteminde homojen ısı transferini sağlamak için kerevitlerin başları gövdelerinden ayrılarak kuyruk bölgesine pişirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Sous vide pişirme işlemi sırasında üç paketin ortasına termokupul yerleştirilerek iç sıcaklık derecesinin kontrolü gerçekleştirilmiş olup orta nokta sıcaklığı 65°C’ye ulaşana kadar beklenmiştir. Bir diğer pişirme yöntemi olan kaynayan suda haşlama işleminde kerevitlere 100°C’de 10 dakika süreyle pişirme uygulandıktan ve buzla suda soğutulup iyice süzildikten sonra vakum ambalajlama yapılmıştır (Şekil 3.10). Mikrodalgada pişirme yönteminde ise; kerevitler mikrodalga fırına uygun ambalaj materyali içine paketlenerek 4 dak süreyle mikrodalgada (LG, 1200W, South Korea) pişirme işlemi gerçekleştirildikten sonra paketler buzlu su içine daldırılarak soğutulmuştur (Şekil 3.11). Homojen ve etkili soğutma için pişirme işlemleri tamamlanmış ambalajlı kerevitler şok soğutucuda (blast chiller) 1 saat süreyle soğutmaya tabi tutulmuştur (Şekil 3.15). Şok soğutma

sonrası kerevit grupları  $2\pm0.7$  °C'deki buzdolabında soğuk depolamaya alınmıştır. Şekil 3.12'de pişirilmiş ürün grupları görülmektedir. Kerevitlerin vakum paketlenme işlemi, Henkovac model (Holland) vakum makinesi kullanılarak yapılmıştır. Pişirme işlemlerinde kullanılan ambalajların (vakum, mikrodalga) teknik özellikleri Şekil 3.13 ve Şekil 3.14'te sunulmuştur.

Besin değerinin belirlenmesine ilişkin çalışma için  $-26^{\circ}\text{C}$ 'de 5 saat bekletilerek öldürülen ve sonrasında buzdolabında ( $+4^{\circ}\text{C}$ ) çözündürülen çiğ kerevitlerden kontrol grubu (FC) ayrılmış ve kalan çiğ kerevitlere pişirme işlemleri uygulanmış (SVC, BC, MC) olup pişirilen kerevit gruplarına şok soğutma işlemi uygulanarak besin analizleri yapılmıştır.



**Şekil 3.8:** Ön ısıt işlem uygulanmış kerevitler.



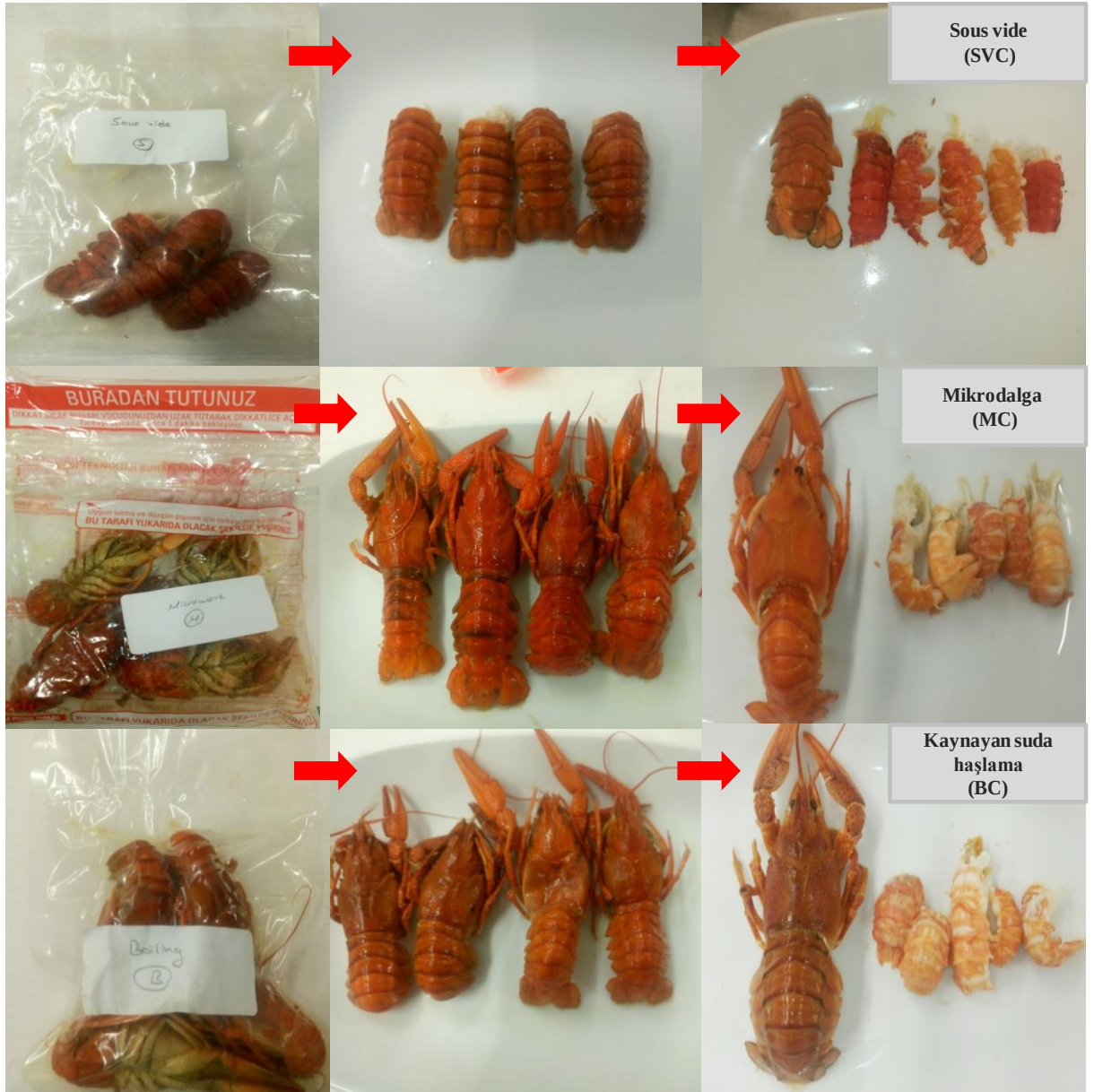
Şekil 3.9: Sous vide pişirilmiş kerevitler.



Şekil 3.10: Kaynayan suda haşlanmış kerevitler.



Şekil 3.11: Mikrodalgada pişirilen kerevitler.



Şekil 3.12: Pişirme işlemleri tamamlanmış kerevitler.



## Polinas

**Filmin Tanımı:**  
Poliamid içeren, tek taraf yapışmalı beyaz film

**Özellikleri ve Kullanım alanları:**

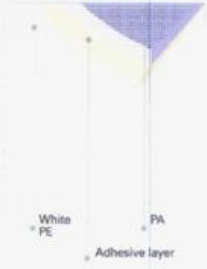
- Tek taraf koronal
- Mükemmel parlaklık ve düşük pusluluk
- Hot tack özelliği
- Vakum ve modifiye atmosfer paketlenme proseslerine uygun
- Isı çekilendirmeye uygun
- Taze peynir ve işlenmiş et gibi yüksek oksijen bariyeri gerektiren ürünler ve medikal ürünlerin ambalajları için ideal

**Üretilen Kalınlıklar (mikron):** 90

**BARIYER FİLMER**

**POLIBARR®**

**Y10C1B**



| Özellikler                | Birim                       | Tipik Değerler | Test Metodu            |
|---------------------------|-----------------------------|----------------|------------------------|
| Kalınlık                  | mikron                      | 90             | POLINAS<br>PKG/KGM 101 |
|                           | mil                         | 3,60           |                        |
| Verim                     | m <sup>2</sup> /kg          | 11,3           | POLINAS<br>PKG/KGM 103 |
|                           | in <sup>2</sup> /lb         | 8.000          |                        |
| Birim Ağırlık             | gr/m <sup>2</sup>           | 88,2           |                        |
| Toplam İşlik              | %                           | 30             | ASTM D 1003            |
| Geçirgenliği              | %                           | 60             | ASTM D 2457            |
| Parlaklık (45°)           | %                           | min 3          |                        |
|                           | kg/mm <sup>2</sup>          | min 2          |                        |
| Gerilme Direnci (Kopmada) | MD                          | min 4.260      | ASTM D 882             |
|                           | TD                          | min 2.840      |                        |
|                           | lb/in <sup>2</sup>          | min 400        |                        |
| Uzama (Kopmada)           | MD                          | min 400        | ASTM D 882             |
|                           | TD                          | min 400        |                        |
| Isı Çekme (120° C, 5 dk.) | MD                          | 1              | ASTM D 1204            |
|                           | TD                          | 1              |                        |
| Oksijen Geçirgenliği      | cc/m <sup>2</sup> /gün      | 160            | ASTM E 96              |
|                           | cc/100 in <sup>2</sup> /gün | 10             |                        |
| Nem Geçirgenliği          | gr/m <sup>2</sup> /gün      | 8,50           | ASTM D 1434            |
|                           | gr/100 in <sup>2</sup> /gün | 0,55           |                        |
| Sürtünme Katsayısı        | FF                          | -              | POLINAS<br>PKG/KGM 109 |
|                           | BB                          | 0,20           |                        |
|                           | FB                          | -              |                        |
| Isı Yapışma Aralığı       | *C                          | 110            | POLINAS<br>PKG/KGM 104 |
|                           | *F                          | -              |                        |
|                           | BB                          | 230            |                        |
| Yüzey Gerilimi            | F                           | 38 ± 2         | ASTM D 2578            |
|                           | B                           | -              |                        |

\* F: Ön Yüz (PA yüzü) – B: Arka Yüz (PE yüzü)

Bu Teknik Bülteninde belirtilen tüm bilgiler, şu anki bilgi ve tecrübeler doğrultusunda geçerlidir. Ürünlerimizin kullanım koşullarındaki ortam ve şartlar, kontrolümüz dışında olduğu için belirtilen bilgi ve öneriler garanti kapsamı dışındadır. Ancak daha geniş ve güncel bilgiler, firmamız yetkililerinden temin edilebilir. Lütfen ilgili tolerans değerleri ve diğer kalınlıklar için Satış ve Pazarlama Müdürlüğümüz'e başvurunuz.

Merkez: Organize Sanayi Bölgesi, 45030 Manisa – Tel: (236) 233 04 70 (pbx) Fax: (236) 233 02 25 e-mail: info@polinas.com.tr  
İstanbul Ofis: Mecidiyeköy İş Merkezi Şehit Ahmet Sokak No:4 Kat:13 80310 Mecidiyeköy-İstanbul - Tel/Fax: (212) 288 95 35-36

[www.polinas.com](http://www.polinas.com)

**Şekil 3.13:** Vakum ambalaj materyali teknik özellikleri.



## Technical Data Sheet

### 12/40 PET/CPP Laminate

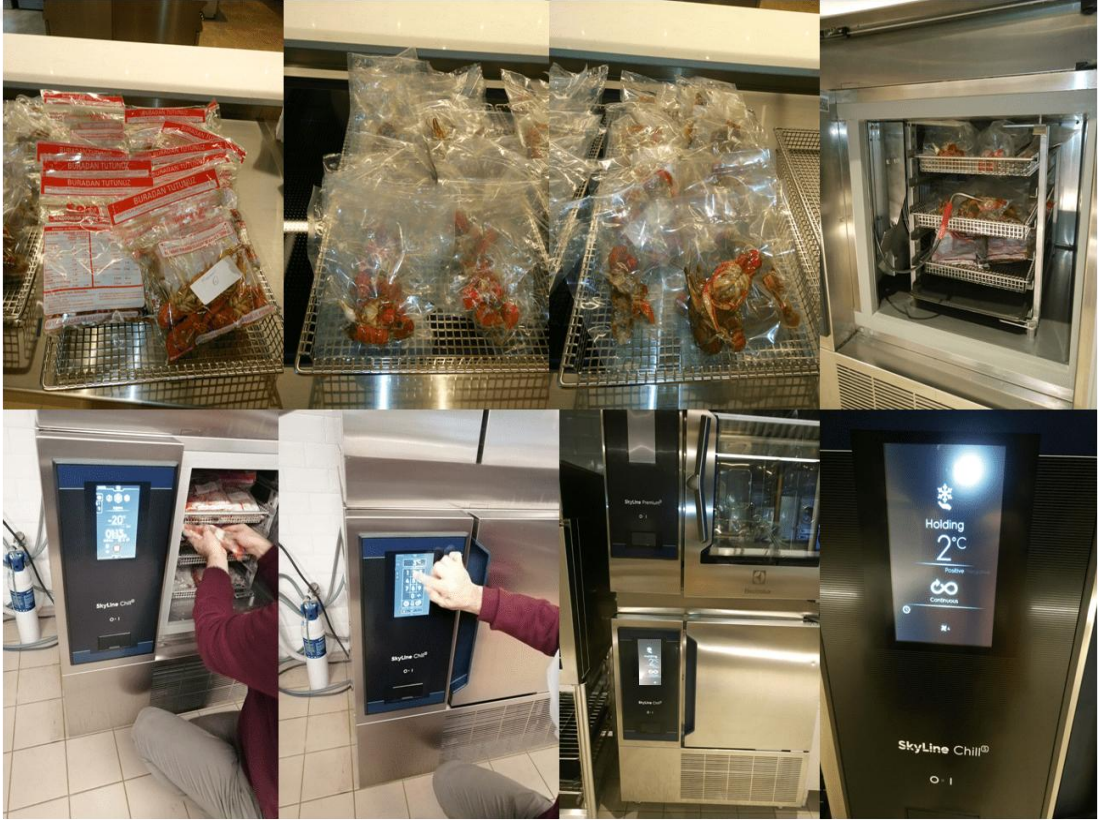
#### Typical Properties

|                             | Metric<br>12μ /40μ          | Imperial<br>48ga / 1.6mil        | Test Method                      |
|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Thickness:                  | 53 micron                   | 0.0020866"                       |                                  |
| Substance :                 | 54.8 gm <sup>2</sup>        | 33.7 lbs/ream                    |                                  |
| Yield :                     | 18.25 m <sup>2</sup> Kg     | 12,837 in <sup>2</sup> /lb       |                                  |
| Tensile strength :          | MD 45 N/mm <sup>2</sup>     | MD 6526 lb/in <sup>2</sup>       | ASTM D882                        |
|                             | TD 50 N/mm <sup>2</sup>     | TD 7251 lb/in <sup>2</sup>       |                                  |
| Elongation at break:<br>(%) | MD 120 %                    | MD 120 %                         | ASTM D882                        |
|                             | TD 80 %                     | TD 80 %                          |                                  |
| Impact strength :           | 450 g                       | 0.99 lb                          | ASTM D1709                       |
| COF :                       | 0.25                        | 0.25                             | ASTM D1894                       |
| O <sub>2</sub> TR :         | 120 cc/m <sup>2</sup> /24hr | 7.74 cc/100 <sup>2</sup> in/24hr | 73.4°F/75%RH<br>(23°C / 75% RH)  |
| WVTR                        | 8 g/m <sup>2</sup> /24hr    | 0.516 g/100 <sup>2</sup> in/24hr | 100.4°F/90%RH<br>(38°C / 90% RH) |

Şekil 3.14: Mikrodalga ambalaj materyali teknik özellikleri.

### 3.1.4. Pişirilen Malzemenin Şok Soğutulması ve Soğuk Depolama

Üç farklı yöntemle pişirilmiş kerevitlerin sıcaklığı depolama öncesi yaklaşık 1 saat içinde  $+2^{\circ}\text{C}$ 'ye düşürülmüştür (Şekil 3.15). Şok soğutma işleminin gerçekleştirildiği “blast chiller” cihazının teknik özellikleri Şekil 3.16’da sunulmuştur. Ürünler soğuk depolamaya alındıktan sonra her analiz gününün haftasında buzdolabı sıcaklığı TFA Digitales Thermo-Hygrometer (Germany) ile ölçülmüş ve kaydedilmiştir (Şekil 3.17). Her bir analiz haftasında kaydedilen buzdolabı sıcaklık ortalamaları Tablo 3.2’de sunulmuştur.



**Şekil 3.15:** Soğuk depolama öncesi pişirilmiş kerevitler için şok soğutma (blast chilled) işlemi.

## SkyLine Chills Şok Soğutucu-Dondurucu 6GN1/1 30/30 kg



### Elektrik:

Voltaaj: 727730 (EBFA6ITE) 380-415 V/3N ph/50 Hz  
Elektrik gücü max: 2.7 kW  
Isıtma gücü: 1 kW  
Devre kesici gerekli

### Su:

Drenaj hattının ebadı: 1"1/2

### Montaj:

Açıklık: Yanlarda ve arkada 5 cm.  
Lütfen Ünite ile birlikte verilen ayrıntılı kurulum talimatlarına bakın ve bunları uygulayın

### Kapasite:

Maksimum yükleme kapasitesi: 30 kg  
Tepsi tipleri: 600x400; GN 1/1; Dondurma

### Temel bilgiler:

[NOT TRANSLATED] Sağ taraf  
Dış boyutlar, Genişlik: 897 mm  
Dış boyutlar, Yükseklik: 1060 mm  
Dış boyutlar, Derinlik: 937 mm  
Net ağırlık: 175 kg  
Ambalajlı ağırlık: 205 kg  
Ambalajlı hacim: 1.28 m<sup>3</sup>

### Soğutma verileri:

Dahili Kompresör ve Soğutma Ünitesi  
Soğutucu gaz tipi: R452A  
Soğutma gücü: 2970 W  
Evaporasyon ısısında soğutma gücü: -20 °C  
Soğutucu gaz ağırlığı: 1150 g  
[NOT TRANSLATED] HAVA

### Ürün Bilgisi (Komisyon Yönetmeliği EU 2015/1095)

Enerji tüketimi, döngü (soğutma): 0.0921 kWh/kg  
Soğutma Döngü süresi (+65°C den +10°C ye): 74 min  
Tam yük kapasitesi (soğutma): 30 kg

Şekil 3.16: Şok soğutucu (Blast chiller) cihazı teknik özellikleri.

Tablo 3.2: Soğuk depolama sıcaklık takibi.

|           | 1.gün   | 7. gün  | 14. gün | 21. gün | 28. gün |           |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| Pazartesi | 1,3 °C  | 1,3 °C  | 3,3 °C  | 1,3 °C  | 3,3 °C  |           |
| Salı      | 2,1 °C  | 1,6 °C  | 2,1 °C  | 1,1 °C  | 2,4 °C  |           |
| Çarşamba  | 2,2 °C  | 2,5 °C  | 3,3 °C  | 1,1 °C  | 2,5 °C  |           |
| Perşembe  | 2,0 °C  | 1,6 °C  | 1,3 °C  | 1,1 °C  | 1,0 °C  |           |
| Cuma      | 2,6 °C  | 1,5 °C  | 3,3 °C  | 2,6 °C  | 1,5 °C  |           |
| Ort.±SP*  | 2,0±0,5 | 1,7±0,5 | 2,7±0,9 | 1,2±0,8 | 2,1±0,9 | 2,0±0,7°C |

\*Sonuçlar ortalama ± standart sapmadır.



**Şekil 3.17:** Soğuk depolanmış pişirilmiş kerevitler.

### 3.2. YÖNTEM

Besin değerindeki farklılıkların ortaya konulması için çiğ (FC: Çiğ kerevit) ve üç farklı pişirme metodu uygulanmış (SVC: sous vide pişirme, BC: kaynayan suda haşlama, MC: mikrodalgada pişirme) kerevitler olmak üzere toplamda 4 analiz grubunda besin bileşimi ve kompozisyonu analizleri gerçekleştirilmiştir.

Raf ömrünün belirlenmesi için kerevitlere iki dakika ön ısıtma işlemi uygulanmış ve bu aşamada kontrol grupları (VP: vakum paketli, MP: mikrodalga paketli) ayrılmıştır. Ön ısıtma işlemi sonrası kerevitlere üç pişirme yöntemi uygulanmıştır (SVC, BC, MC) ve bu aşamada ağırlık kayıpları hesaplanmıştır. Depolama öncesi pişirilmiş ürünlerin sıcaklığı 'blast chiller' cihazında 1 saatte 2°C'ye düşürülmüştür. Kontrol grupları ve pişirilmiş ürün grupları 2,0±0,7°C'de depolamaya alınmıştır. Analiz gruplarının buzdolabı sıcaklığında depolanması esnasındaki raf ömrü sürelerinin belirlenmesi için 3 pişirilmiş analiz grubu ve 2 kontrol grubu olmak üzere toplamda 5 analiz grubunda analizler gerçekleştirilmiştir. Duyusal, fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik analizler, soğuk depolamanın 1. 7. 14. 21. ve 28. günlerinde yapılmıştır (Şekil 3.18).

Analizler İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Laboratuvarı, Su Ürünleri Kalite Kontrol Laboratuvarı ve Mikrobiyoloji Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.18: Ürünlere ilişkin soğuk depolama esnasındaki analiz uygulamaları.

### 3.2.1. Pişirme Kaybı (%)

Kerevitlerin pişirme öncesi ve sonrası tartımları yapılarak Xu ve diğ. [23] çalışmasında uyguladığı yöntemle göre pişirilmiş ürünlerdeki pişirme kaybı (%) hesaplanmıştır. Pişirme kaybının hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$\text{Pişirme kaybı (\%)} = [(A-B)/A] \times 100$$

A: pişirme öncesi ağırlık (g)

B: pişirme sonrası ağırlık (g)

### 3.2.2. Besin Bileşimi Analizleri

#### 3.2.2.1. Ham Protein Analizi

Ham protein analizi AOAC [95] Kjeldahl metoduna göre Velp Scientifica (DK8, İtalya) yakma ünitesi ve protein destilasyon (UDK 149, İtalya) cihazları kullanılarak yapılmıştır. Protein analiz yönteminin temel amacı, gıdalardaki serbest azotun amonyum iyonuna çevrilmesidir. Bunun için yakma ünitesindeki tüp içerisine 1 g homojenize örnek tartıldıktan sonra üzerine 1 adet kjeldal tableti, 20 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 5 mL H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ilave edilerek tüplerdeki karışım ile oluşan reaksiyon tamamlanıp soğuyuncaya kadar bekletilmiştir. Reaksiyon sonrası tüpler yakma ünitesine yerleştirilmek suretiyle aşağıda verilen yakma programı uygulanmıştır:

250 °C’de 30 dak.

350 °C’de 30 dak.

420 °C’de 60 dak.

Yakma işlemi sonrası kjeldahl tüpleri içerisinde elde edilen çözelti protein destilasyon cihazı kullanılarak % 35’lik NaOH ile destile edilmiştir. Destilasyon sonucu erlende toplanan destilata birkaç damla Taşhiro indikatörü (Norateks, 118021) eklenerek 0,2 N HCl ile titrasyona tabi tutulmuş, aşağıda verilen formüle göre örnekteki protein değeri hesaplanmıştır. Kör numune kerevit içermeyen, bir adet tüp içerisinde yukarıda belirtilen kimyasallar bulunan ve yakma prosedürü kerevit numunesindeki gibi gerçekleştirildikten sonra titrasyondan elde edilen değeri ifade etmektedir. Ham protein değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$\% \text{ Protein} = (\text{Titrasyonda Harcanan HCl miktarı (mL)} - \text{Kör (mL)}) \times 6,25 \times 0,2803$$

#### 3.2.2.2. Ham Yağ Analizi

Ham yağ analizi Bligh ve Dyer [96] metoduna göre yapılmıştır. Yağ analizinde, 10 g tartılan (OHAUS, Pioneer, 0.0001 g, USA) homojenize et örneği içine 100 ml metanol/kloroform (1/2 oranında) çözeltisi ilave edilmiş ve blender içinde iyice parçalandıktan sonra karışım kaba

filtre kağıdından süzülerek ayırma hunisine (NS 29/32 IsoLab, Turkey) aktarılmıştır. 20 ml kloroform ile blender içindeki kalıntıların çalkalanmış ve ayırma hunisindeki sıvı kısma eklenmiştir. Sonrasında ayırma hunisindeki süzüntü sıvı üzerine 20 ml % 0.4'lük  $\text{CaCl}_2$  eklenmiştir. Ayırma hunisi kuvvetlice çalkalanmış ve karışım darası alınmış balon jojeye alınarak 1 gece bekletilmiştir. Ertesi gün darası bilinen balonlara karışım çözeltinin alt fazı alınarak 40 °C'lik rotary evaporatörde (Buschi, R 3000, Switzerland) balondaki çözgen uçurulmuştur. Balonda kalan az miktarda çözücünün (kloroform) uzaklaştırılması için balon joje 105°C'lik etüvde (Wiseven, Won-105, South Korea) 1-2 saat bekletildikten sonra balonlar sabit tartıma alınarak ham yağ (%) değeri hesaplanmıştır. Hesaplama aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$\text{Ham Yağ (\%)} = [\text{Son tartım} - \text{İlk tartım} / \text{Homojenize numune ağırlığı (g)}] \times 100$$

### 3.2.2.3. Nem Analizi

Nem analizi AOAC [97]'e göre yapılmıştır. Nem analiz yönteminin prensibi, örnekteki suyun belli bir sıcaklık altında uçurulması ve ağırlık kaybından nem miktarının belirlenmesine dayanır. Bu analiz yönteminde örneklerin tartılacağı petri kapları 105°C'de 3 saat kurutularak sabit tartıma alındıktan sonra petri kaplarına örnekler tartılarak (AND, GX-600, 0.001 g, New Zealand) 105°C etüvde (Binder, ED 53, Germany) 4 saat süreyle kurutmaya alınmıştır. Kurutma işlemi sonrasında analiz numunesi bulunan petriler desikatörde soğumaya bırakıldıktan sonra tartıma alınarak aşağıdaki formüle göre nem (%) değeri belirlenmiştir,

$$\text{Nem (\%)} = [(\text{Kurutma öncesi tara ve numune ağırlığı (g)} - \text{Kurutma sonrası tara ve numune ağırlığı (g)}) \times 100 / (\text{Kurutma öncesi tara ve numune ağırlığı (g)} - \text{Dara ağırlığı})]$$

Soğuk depolama süresi boyunca depolanan ürünlerdeki nem değişiminin takibi amacıyla analiz numunelerinde periyodik olarak ölçümler gerçekleştirilmiştir. Örneğin nemi dışında kalan ağırlığı üzerinden hesaplama yapılarak % nem miktarı bulunmuştur.

#### 3.2.2.4. Ham Kül Analizi

Ham kül analizi AOAC [98]'e göre yapılmıştır. Sabit tartıma getirilen porselen krezeller içerisine tartılan (OHAUS, Pioneer, 0.0001 g, USA) 1 g analiz numunesi 550°C'deki kül fırınında (Protherm Furnace, PLF 110/6, Turkey) beyaz kül haline gelinceye kadar 6-7 saat süreyle yakılmış porselen kaptaki açık gri renkteki kül, desikatörde soğutulduktan sonra hassas terazide tartımı yapılmıştır. Tartım işlemi sonrasında numunedeki kül miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$\text{Ham Kül (\%)} = [(Dara (g) + Ham kül (g)) - Dara(g)] / (\text{Örnek miktarı (g)}) \times 100$$

#### 3.2.2.5. Karbonhidrat Değeri

Analiz numunelerindeki karbonhidrat miktarı, ham protein, ham yağ, nem, kül miktarları toplamının 100'den çıkarılması ile hesaplanmıştır [99].

$$\text{Karbonhidrat değeri (\%)} = 100 - (\text{Su} + \text{Yağ} + \text{Protein} + \text{Kül})$$

#### 3.2.2.6. Enerji Değeri

Enerji değeri ise; kerevit etindeki ham protein, ham yağ ve karbonhidat değerlerinin hesaplanmasından sonra aşağıda belirtilen sabit rakamlarla çarpımından elde edilen kcal/100g olarak ifade edilen değerdir.

$$\text{Enerji Değeri (kcal/100g)} = (\text{Yağ} \times 9) + (\text{Protein} \times 4) + (\text{Karbonhidrat} \times 4) \text{ formülü ile hesaplanmıştır [99].}$$

#### 3.2.3. Besin Kompozisyon Analizleri

Yağ asit ve amino asit kompozisyonu ile vitamin analizleri TUBİTAK MAM'dan; mineral madde içerikleri ise; T.C. İstanbul Üniversitesi, Bitki ve Bitkisel Ürünler Uygulama ve Araştırma Merkez Laboratuvarı'ndan İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin FDK-2020-37117 numaralı proje bütçesinden "Endüstriyel Hizmet Alımıyla" gerçekleştirilmiştir.

### **3.2.3.1. Yağ Asit Kompozisyon Analizi**

Yağ asit kompozisyonu, Demirtaş ve diğ. [100] tanımladığı prosedüre göre yapılmıştır. Yağ asidi metil esterleri (FAME'ler), ISO 12966-2 [101] yöntemine göre belirlenmiştir. Kapaklı test tüpü içerisine tartılan 0.1 g yağ üzerine 0.5 ml 2.0 N KOH ve 5 ml heptan ilave edildikten sonra tüp vortekslenerek santrifüj edilmiştir. Tüp içerisine susuz sodyum sülfat eklendikten sonra 1 dakika süreyle bekletildikten sonra 1 µL supernatant çözelti alev iyonizasyon detektör (FID) bağlantılı gaz kromatografisine (GC, Perkin Elmer, Auto system GLX, Shelton, ABD) enjekte edilmiştir.

Analizlerde Supelco SPT™ -2380 (30 m x 0.25 mm i.d., 0.25 µm film kalınlığı) kolon ve yağ asitlerinin tanımlanmasında Supelco 37 karışım standartı kullanılmıştır. Dakikada 0,5 mL akış hızı ve taşıyıcı gaz olarak helyum kullanılmıştır. Fırın sıcaklığı, 120°C ye ayarlandıktan sonra bu sıcaklık derecesinde 2 dak tutulduktan sonra dakikada 5°C artışlarla fırın sıcaklığı 220°C'ye çıkarıldıktan sonra ve 220 °C 10 dak süreyle bekletilmiştir. Enjeksiyon sıcaklığı 280°C'ye, detektör sıcaklığı 260°C'ye ayarlanmıştır. Data analizi, TotalChrom Navigator (Perkin Elmer Inc, Wellesley, MA, USA) yazılımı kullanılarak sonuçlar yüzde yağ asidi olarak verilmiştir.

### **3.2.3.2 Amino Asit Kompozisyon Analizi**

Amino asit analizi, Dimova [102] tarafından açıklanan prosedüre göre bir UV dedektörü ile bağlantılı HPLC sistemi (Shimadzu LC-20AT, Tokyo, Japonya) kullanılarak yapılmıştır. Yöntemin prensibi, numunedeki proteinlerin amino asit bileşenlerine hidrolizinin, fenil izotiyosiyanat ile türevlendirilerek HPLC bağlantılı UV detektörde verdiği pik alanın ölçümüne dayanmaktadır.

Numunelerdeki triptofan analizi ise; HPLC bağlantılı floresan dedektörü kullanılarak Çevikkalp ve diğ. [103] tarafından uygulanan prosedüre göre yapılmıştır. Yöntemin prensibi numunedeki triptofanın bazik solüsyon kullanılarak açığa çıkarılması ve verdiği pik alanının HPLC FL dedektörde ölçümüne dayanmaktadır. Analiz numunelerindeki triptofan miktarı,

numunelerdeki pik alanlarının kalibrasyon eğrisindeki konsantrasyonları ile ilişkilendirilerek hesaplanmıştır.

### 3.2.3.3. *Vitamin Analizi*

Analiz numunelerinin tümünde vitamin içerikleri yüksek performanslı sıvı kromatografisi HPLC (Shimadzu 20 serisi, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir. Bu çalışmanın vitamin analizleri için aşağıdaki yöntemler kullanılmıştır:

E vitamini Manz & Philipp [104]; B<sub>1</sub> ve B<sub>2</sub> vitaminleri Reyes ve diğ. [105]; B<sub>3</sub> vitamini Ndaw ve diğ. [106]; B<sub>6</sub> vitamini Kall [107] ve B<sub>12</sub> vitamini Guggisberg ve diğ. [108]'e göre yapılmıştır.

B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> ve B<sub>6</sub> vitamini yönteminin temel prensibi, 1 g numuneyi 0,1 N hidroklorik asit içinde 121 °C'de otoklavda 30 dakika beklettikten sonra 45°C'de enzimatik inkübasyona tabi tutularak HPLC FL dedektörde verdiği pik alanı ölçümüdür. Vitamin B<sub>6</sub> değeri piridoksin, piridoksal ve piridoksamin formlarının toplamını temsil etmektedir.

Vitamin B<sub>12</sub> yöntemin prensibi, asetat tampon içinde ekstrakte edilen örneğin 37°C'de enzimatik inkübasyona tabi tutularak immunoafinit kolonda ayrılmasından sonra HPLC UV dedektörde verdiği pik alanının ölçümüdür.

Vitamin B<sub>3</sub> (Niasin) yönteminin prensibi; numunenin asit/baz işlemlerinden (121°C'de bir otoklavda 1 saat) geçirildikten sonra HPLC FL dedektöründe verdiği pik alanının ölçümüne dayanmaktadır.

Vitamin E analiz yönteminin prensibi, örneğin sabunlaştırılması işleminden sonra elde edilen ekstraktın HPLC FL dedektörde verdiği pik alanı ölçümüne dayanmaktadır.

#### **3.2.3.4. Mineral Madde Analizi**

Mineral madde analizi için numunelerin hazırlanması AOAC [109]'e göre yapılmıştır. Liyofilize edilmiş 500 mg kerevit örnekleri çalkalamalı vorteks (Heidolph) cihazı kullanılarak seramik bar yardımıyla 50 ml hacimli falkon tüplerde parçalanmıştır. Ardından teflon kabına alınarak 8 mL nitrik asit ( $\text{HNO}_3$ ) ve 2 ml hidrojen peroksit ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) eklenerek 20 dakika süreyle bekletilmiştir. Berghof Mikrodalga Sistemi kullanılarak ısıtma programı 2 aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşama 200 °C'de 600 W 55 dak; ikinci aşamada 100 °C'de 250 W 10 dak dakika ısıtma işlemi uygulanmıştır. Programın bitişi ile beraber teflon kapların soğuması beklenmiş ve 50 ml'lik balon jojelerde %0,5 nitrik asit içeren ultra saf su ile 50 ml'e tamamlanmıştır. Daha sonra 0.45 µm'lik bir filtre ile süzülen örnekler analize kadar + 4 °C'de buzdolabında saklanmıştır.

Numune analizinden önce tüm cam eşya ve ekipmanlar %10  $\text{HNO}_3$  ile temizlenmiştir. Kalibrasyon çözeltilerinin hazırlanmasında Tek Elementli Sulu Sertifikalı Referans Malzemelerin (Ca, K, Se, Na, P, Mg, Mn, Li, Fe, Cu, Cr, Mo, Ba, Co and Zn) alikotları kullanılmıştır. Sertifikalı referans malzemeleri (VHG laboratuvarları, ABD) stok standart çözeltilerin %1  $\text{HNO}_3$  içinde istenen konsantrasyonlara (5 ppb – 50 ppm) seyreltilmesiyle hazırlanmıştır. Kör deney, numunesiz numune hazırlama prosedürü tekrarlanarak gerçekleştirilmiştir. Kerevit numunelerindeki elementel bileşimi belirlemek için boş çözeltinin bileşimi, numune çözeltisiyle karşılaştırılmıştır. Sindirilmiş numune çözeltilerinin minimum saptama limitleri, kalibrasyon çalışmaları sırasında her bir element için seçilen ilgili dalga boylarında ortalama arka plan yoğunluğunun üç katını üreten konsantrasyon olarak tahmin edilmiştir. Tüm numuneler üç teknik kopya halinde test edilmiştir. Analizler Perkin Elmer marka Optima 7000DV model ICP-OES cihazı 27,12 MHz kullanılarak, diğer plazma koşullarının sabit değerleri altında RF gücü 700 W ile 1400 W arasında 100 W'lık bir adımla değiştirilmiş, yıkama pompası hızı 50 rpm, analiz pompası hızı 50 rpm, nebulizer gaz akışı hız 0,7 l/dak, soğutucu gaz akış hızı 12 l/dak, yardımcı gaz akış hızı 0,5 l/dak, çift (eksenel/radyal) görüntülenmiş plazma modu ve numune alım gecikmesi 30 saniye olarak

ayarlanmıştır. Nebulizatör argon akış hızı, 0,5 ml/dak aralıklarla 0,5 ml/dak'dan 1,5 ml/dak'ya yükseltilmiştir. Plazma görüntüleme modu (eksenel veya radyal), matris etkisinin büyüklüğünü ve sinyal-arka plan oranını etkileyebileceğinden, bu çalışmada her iki görüntüleme modu da dikkate alınmıştır.

### 3.2.4. Duyusal Analiz

Kontrol grupları ve pişirilmiş kerevit gruplarının depolama süresince duyusal karakteristikleri hedonik skalaya göre belirlenmiştir. Kerevitler için duyusal değerlendirme tablolarındaki puanlama sistemi Meilgaard ve diğ. [110] belirtilen kurallara göre uyarlanmıştır. Yedi deneyimli panelist tarafından pişirilmiş kerevitin görünüş, koku, doku ve lezzetinin kabul edilebilirliğini değerlendirmek için 9 puanlık bir hedonik ölçek (9: Çok beğendim, 5: Ne beğendim ne beğenmedim; 1: Hiç beğenmedim) kullanılmıştır. Çiğ kerevitlerin duyusal değerlendirmesi için sadece görünüm, koku ve doku karakteristikleri puanlanmıştır. Kerevit örneklerinin genel kabul edilebilirlik puanları, tüm duyusal karakteristiklerin toplamının kalite parametre sayısına bölünmesiyle hesaplanmıştır [50]. Kodeks Alimentarius Komisyonu [64] laboratuarlarda balık ve kabuklu su ürünleri için duyusal değerlendirme kılavuzunda (CAC-GL-31) belirtilen standarda göre; kontrol gruplarında (VP, MP) iki puan, pişirilmiş kerevit gruplarında (SVC, BC, MC) üç puan tüketilebilirlik limit değeri olarak belirlenmiştir. Panelistlere duyusal değerlendirme yapılmadan önce pişirilmiş kerevit paketleri 5 dakika kaynar suda ısıtılmıştır. Çalışmada kullanılan kerevitlerin duyusal kalite değerlendirilmesi için panelistlerin kullandığı form Şekil 3.19'da sunulmuştur.

Ürün Kodu:

Tarih:

İsim-Soy isim:

Depolama Günü:

Yaş:

Lütfen örneğin aşağıdaki özelliklere göre yoğunluğunu kutulara işaret (x) koyarak belirtiniz:

|                |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <u>Görünüş</u> | 1 □ | 2 □ | 3 □ | 4 □ | 5 □ | 6 □ | 7 □ | 8 □ | 9 □ |
| <u>Koku</u>    | 1 □ | 2 □ | 3 □ | 4 □ | 5 □ | 6 □ | 7 □ | 8 □ | 9 □ |
| <u>Doku</u>    | 1 □ | 2 □ | 3 □ | 4 □ | 5 □ | 6 □ | 7 □ | 8 □ | 9 □ |
| <u>Lezzet</u>  | 1 □ | 2 □ | 3 □ | 4 □ | 5 □ | 6 □ | 7 □ | 8 □ | 9 □ |

| Pişmiş Kerevit Eti için Puanlamada Dikkate Alınacak Duyusal Değerlendirme Kriterleri                                                                                                                                                                       | Duyusal Skor |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>Görünüş:</b> Son derece parlak, sarımsı veya gri-siyah pigmentasyon içermeyen doğal beyaz renk; <b>Koku:</b> Ürüne özgü pişmiş taze koku; <b>Doku:</b> Son derece sağlam lifli kas yapısı; <b>Lezzet:</b> Çok sulu ve lezzetli                          | 9            |
| <b>Görünüş:</b> Çok parlak, doğal beyaz renk, sarımsı veya gri-siyah pigmentasyon yok; <b>Koku:</b> Ürüne özgü pişmiş taze koku; <b>Doku:</b> Çok sıkı lifli kas yapısı; <b>Lezzet:</b> Çok sulu ve lezzetli                                               | 8            |
| <b>Görünüş:</b> Orta derecede parlak; hafif sarımsı veya gri-siyah renklenme; <b>Koku:</b> Orta derecede yosunumsu veya orta derecede kaynamış süt kokusu; <b>Doku:</b> Orta derecede sağlam lifli kas yapısı; <b>Lezzet:</b> Orta derece sulu ve lezzetli | 7            |
| <b>Görünüş:</b> Biraz parlak; ventral boyunca sarı veya gri-siyah renklenme; <b>Koku:</b> Hafif yosunumsu veya kaynamış süt kokusu; <b>Doku:</b> Hafif sert doku <b>Lezzet:</b> Orta derecede lezzet                                                       | 6            |
| <b>Görünüş:</b> Ne parlak ne de donuk, belirgin renk değişikliği; <b>Koku:</b> Nötr koku; <b>Doku:</b> Sıklık kaybı; <b>Lezzet:</b> Sulu ve lezzetli değil                                                                                                 | 5            |
| <b>Görünüş:</b> Hafif donuk görünüm; <b>Koku:</b> Koku yok; <b>Doku:</b> Hafif yumuşak, peltemsi <b>Lezzet:</b> Kötü tat                                                                                                                                   | 4            |
| <b>Görünüş:</b> Orta derecede donuk (mat) görünüm; <b>Koku:</b> Balıgımsı kötü koku; <b>Doku:</b> Orta derecede yumuşak; <b>Lezzet:</b> Kokuşmuş lezzet                                                                                                    | 3            |
| <b>Görünüş:</b> Çok donuk (mat) görünüm; <b>Koku:</b> Kötü koku; <b>Doku:</b> Çok yumuşak ve peltemsi yapı                                                                                                                                                 | 2            |
| <b>Görünüş:</b> Son derece donuk görünüm; <b>Koku:</b> Bayat ve kötü koku; <b>Doku:</b> Hamurumsu et kası                                                                                                                                                  | 1            |

|                |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <u>Görünüş</u> | 1 □ | 2 □ | 3 □ | 4 □ | 5 □ | 6 □ | 7 □ | 8 □ | 9 □ |
| <u>Koku</u>    | 1 □ | 2 □ | 3 □ | 4 □ | 5 □ | 6 □ | 7 □ | 8 □ | 9 □ |
| <u>Doku</u>    | 1 □ | 2 □ | 3 □ | 4 □ | 5 □ | 6 □ | 7 □ | 8 □ | 9 □ |

| Çiğ Kerevit Eti için Puanlamada Dikkate Alınacak Duyusal Değerlendirme Kriterleri                                                                          | Duyusal Skor |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>Görünüş:</b> Son derece parlak, yarı saydam ve doğal beyaz renk; <b>Koku:</b> Çiğ ürüne özgü taze koku; <b>Doku:</b> Son derece sağlam lifli kas yapısı | 9            |
| <b>Görünüş:</b> Çok parlak, yarı saydam beyaz renk, pigmentasyon yok; <b>Koku:</b> Çiğ ürüne özgü taze koku; <b>Doku:</b> Çok sıkı lifli kas yapısı        | 8            |
| <b>Görünüş:</b> Orta derecede parlak; hafif gri-siyah renklenme; <b>Koku:</b> Orta derecede taze koku; <b>Doku:</b> Orta derecede sağlam lifli kas yapısı  | 7            |
| <b>Görünüş:</b> Biraz parlak; ventral boyunca sarı veya gri-siyah renklenme; <b>Koku:</b> Hafif taze koku; <b>Doku:</b> Hafif sert doku                    | 6            |
| <b>Görünüş:</b> Ne parlak ne de donuk, belirgin renk değişikliği; <b>Koku:</b> Nötr koku; <b>Doku:</b> Sıklık kaybı                                        | 5            |
| <b>Görünüş:</b> Hafif donuk görünüm; <b>Koku:</b> Koku yok; <b>Doku:</b> Hafif yumuşak, peltemsi                                                           | 4            |
| <b>Görünüş:</b> Orta derecede donuk görünüm; <b>Koku:</b> Balıgımsı kötü koku; <b>Doku:</b> Orta derecede yumuşak                                          | 3            |
| <b>Görünüş:</b> Çok donuk görünüm; <b>Koku:</b> Kötü koku; <b>Doku:</b> Çok yumuşak ve peltemsi yapı                                                       | 2            |
| <b>Görünüş:</b> Son derece donuk görünüm; <b>Koku:</b> Bayat ve kötü koku; <b>Doku:</b> Hamurumsu et kası                                                  | 1            |

**Puanlama:** Ürün 1 ile 9 arasında değerlendirilmektedir. **9:** Çok fazla beğendim, **8:** Çok beğendim, **7:** Orta derecede beğendim, **6:** Az beğendim, **5:** Ne beğendim ne beğenmedim, **4:** Biraz beğenmedim, **3:** Orta derecede beğenmedim, **2:** Çok beğenmedim, **1:** Hiç beğenmedim

**Ürünü Tercih eder misiniz?** Evet ☐ Hayır ☐

Şekil 3.19: Panelistler için hazırlanan duyusal analiz form.

### 3.2.5. Fiziko-Kimyasal Analizler

#### 3.2.5.1. pH Analizi

pH değerleri Şengör ve diğ.[111]'e göre yapılmıştır. pH metre (Thermo Scientific, Orion Star, A214 pH/ISE Benchtop Meter) kullanılarak homojenize kerevit örnekleri (1 g) tartıldıktan ve distile su ile (1:1) seyreltildikten sonra pH değeri ölçümü gerçekleştirilmiştir.

#### 3.2.5.2. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Analizi

Toplam uçucu bazik azot tayini su buhar destilasyonu yöntemiyle Schormüller [112]'in referans metoduna göre yapılmıştır. Homojenize edilen örneğe (10 g) magnezyum oksit ilavesinden sonra yapılan su buharı destilasyonu ile ayrılan uçucu bazlar 0,1 N HCl (hidroklorik asit) içeren balonda toplanmış ve 0,1 N NaOH ile titre edilerek aşağıda verilen formüle göre TVB-N miktarı hesaplanmıştır. Toplam uçucu bazik azot miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$\text{TVB} - \text{N (mg/100g)} = \frac{V1 \times F1 \times N1 - V2 \times F2 \times N2}{m} \times 14 \times 100$$

V1= Balona koyulan faktörü bilinen HCl miktarı

F1 = HCl faktörü

N1 = HCl normalitesi

V2 = Titrasyonda harcanan faktörü bilinen NaOH miktarı

F2 = NaOH faktörü

N2 = NaOH normalitesi

m = Homojenize edilmiş örnek ağırlığı (g)

#### 3.2.5.3. Trimetilamin Nitrojen (TMA-N) Analizi

Trimetilamin nitrojen analizi AOAC [113]'e göre yapılmıştır. Homojenize edilmiş kerevit etinden 5 g tartılarak (AND, GX-600, 0.001 g, New Zealand) %7,5'luk TCA ile Ultra-Thorax' ta (IKA T 25 Basic, Germany) homojenize edilmiştir. Bu karışım santrifüj edildikten (Hettich Zentrifugen Universal 320 R, Germany) sonra kaba filtre kağıdından geçirilerek filtre edilmiştir. Elde edilen filtrattan 4'er ml alınmış ve ağzı kapaklı tüplere konulmuştur. Üzerine 3 ml %50'lik KOH, 1 ml %20'lik formaldehit ve 10 ml toluol ilave edilerek çalkalandıktan

sonra bir süre bekletildikten sonra üst fazdan 5 ml deney tüpüne alınarak üzerine 5 ml % 0,02'lik pikrik asit ilavesiyle UV/VIS çift bölmeli T80+ model spektrofotometrede (PG Instruments Ltd., UK) 410 nm dalga boyunda köre karşı okuma işlemi gerçekleştirilmiştir.

#### Standart Çözelti Hazırlanması:

170 mg trimetilamin standardı (TMA-HCL) 100 ml saf suda çözülerek ana standart hazırlanmıştır. Ana standart 250 µg/ml TMA içermektedir. Hazırlanan ana standarttan 1 ml alınıp 100 ml'e saf suyla tamamlanarak 1. Standart (st1) hazırlanmıştır. Ardından sırayla ana standarttan 2, 3 ve 4 ml alınarak 100 ml'e saf suyla tamamlanarak st2, st3, st4 hazırlanmıştır. Hazırlanan bu standartlardan da 4'er ml reaktif tüplerine konularak üzerine örnekler koyulan miktarda aynı kimyasal maddeler ilave edilerek köre karşı okunmuştur. Kör ise; reaktif tüpüne 4 ml saf su ilavesinden sonra örnekler konulan aynı miktarda kimyasal maddelerin ilave edilmesiyle hazırlanmaktadır. Spektrofotometrede okunan örnek sonuçları standartların regresyon eğrisi denklemi üzerinden hesaplanarak TMA-N µg/ml olarak bulunmuş ve aşağıdaki formülde yerine konulmuştur:

(TMA-N (µg/g) = TMA-N (mg/1000g) olarak bulunan sonuç 10'a bölünmek suretiyle TMA-N (mg/100g) olarak hesaplanmıştır.

$$TMA \left( \frac{\mu g}{g} \right) = \frac{TMA \left( \frac{\mu g}{ml} \right) \times v}{m}$$

m: örnek ağırlığı (g)

v: seyreltme miktarı (ml)

#### **3.2.5.4. Tiyobarbitürik Asit-Reaktif Maddeleri (TBARs) Analizi**

TBARs analizi Tarladgis ve diğ. [114]'nin yöntemine göre yapılmıştır. 10 g kerevit etinin üzerine 97,5 ml distile su ve 2,5 mL (%50)'lik HCl çözeltisi ilave edilerek destilasyon işlemine tabi tutulmuştur. Kaynatma işleminden sonra, desitilattan 5 ml alınarak deney tüpüne aktarılmıştır. Üzerine (%90'lık 100ml glacial asetik asit kullanılarak 0,2883 g TBA reaktifi çözündürülerek) 5 ml TBA reaktifi eklenmiştir. Kör numunede, örnek yerine 5 ml saf su ilave edilmiştir. Tüm tüpler, sıcak su banyosunda 35 dakika süresince bekletilerek pembemsi kırmızı renk dönüşümü görüldüğünde su banyosundan çıkartılıp soğumaya bırakılmıştır.

Spektrofotometre kuvvetleri kullanılarak 538 nm dalga boyunda köre karşı absorbens değerleri elde edilmiş olup, elde edilen değer 7,8 ile çapılarak balıketindeki malondialdehit (MDA) miktarı mg MDA/kg olarak elde edilmiştir.

TBA = a x 7,8 (a: spektrofotometrede okunan absorbens değeri)

### 3.2.6. Mikrobiyolojik Analizler

Çalışmada depolama süresince tüm gruplarda *Listeria* spp, *Salmonella* spp, toplam mezofilik aerobik bakteri, toplam psikrofilik aerobik bakteri, toplam koliform ve *Escherichia coli*, maya ve küf, sülfid indirgeyen anaerob bakteri analizleri yapılmıştır. Bu bakterilerden toplam mezofilik aerobik bakteri, toplam psikrofilik aerobik bakteri, toplam koliform, *E.coli*, maya ve küf, sülfid indirgeyen anaerob bakteri analizleri için aynı ön zenginleştirme işlemi kullanılmıştır. Örnek gruplarından 5 g kerevit tartılmıştır. Örnekler kerevit kuyruk etinden alınmıştır. Numuneler steril bir şekilde stomacher poşetlerine (Seward Stomacher circulator bag, Model No. 400, UK) aktarılmış ve 45 ml steril peptonlu su (% 0,1) ilave edilerek stomacherde (Masticator, IUL Instruments, Barcelona, Spain) 1 dakika süreyle homojenize edilmiştir. Önceden hazırlanmış ve steril edilmiş peptonlu sudan (% 0,1) 9 ml'lik seri dilüsyonlar hazırlanmıştır.

#### 3.2.6.1. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB) Sayımı

TMAB sayımı için petri kaplarına 1 ml örnek pipetlenmiş ve üzerine plate count agar (PCA, Merck, 105463) dökülmüştür. Petriler 35-37°C'de 24-48 saat inkübe edilmiştir [115].

#### 3.2.6.2. Toplam Psikrofilik Aerobik Bakteri (TPAB) Sayımı

TPAB sayımı için petri kaplarına 1 ml örnek pipetlenmiş ve üzerine plate count agar (PCA, Merck, 105463) dökülmüştür. Petriler 7°C'de 10 gün inkübe edilmiştir [116].

#### 3.2.6.3. Toplam Koliform Sayımı

Toplam koliform sayımı için petri kaplarına 1 ml örnek pipetlenmiş ve üzerine violet red bile agar (VRB, Merck, 101406) dökülmüştür. Petriler 37°C'de 18-24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonucunda petrilerde oluşan kırmızı renkli kolonilerin sayımı yapılmıştır [117].

#### **3.2.6.4. *Escherichia coli* (E.coli) Sayımı**

*E.coli* sayımı için petri kaplarına 1 ml örnek pipetlenmiş ve üzerine violet red bile agar (VRB, Merck, 101406) dökülmüştür. Petriler 44°C'de 18-24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonucunda petrilerde oluşan kırmızı renkli kolonilerin sayımı yapılmıştır [117].

#### **3.2.6.5. *Maya ve Küf Sayımı***

Maya ve küf sayımı için dichloran-rose bengal chloramphenicol agar (DRBC, Merck, 100466) petri kaplarına dökülmüş ve üzerine 0,1 ml numune ilave edilerek yayılmıştır. Maya ve küf petrileri 25°C'de 5 gün inkübe edilmiştir. Mayalar ve küfler aynı petri içinde koloni morfolojilerine göre ayırt edilerek sayılmıştır. Yeşil merkezli tüylü koloniler küf, beyaz ve parlak krem renkli koloniler maya olarak değerlendirilmiştir [118].

#### **3.2.6.6. *Sülfid İndirgeyen Anaerob Bakteri Sayımı***

Sülfid indirgeyen anaerob bakteri sayımı için 'rol tüp' tekniği kullanılmıştır. İlk olarak 1 ml numune cam tüplere konulmuştur, ardından sulfite polymyxin sulfadiazine agar (SPS, Merck, 110235) eklenmiştir. Anaerobik inkübasyonu sağlamak için tüp içinde bir süre sonra katılaşmış olan SPS agarın üstüne bir miktar daha SPS agar ilave edilmiş ve tüpler pamuklanmıştır. Tüpler 37°C'de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra varsa siyah koloniler sayılarak değerlendirilmektedir [119].

#### **3.2.6.7. *Salmonella spp. Sayımı***

Kontrol ve pişmiş kerevit gruplarından 25'er g tartılmıştır. Numuneler steril bir şekilde stomacher poşetlerine (Seward Stomacher circulator bag, Model No. 400, UK) aktarılmış ve 225 ml steril tamponlu pepton su (BPW, Merck, 107228) ilave edilerek 1 dakika homojenize edilmiştir. 37°C'de 18 saat inkübasyondan sonra, bu ön zenginleştirme sıvısından 0,1 ml alınmış ve önceden hazırlanmış rappaport-vassiliadis soya broth (RVS, Merck, 107700) içeren tüplere (10 ml) aktarılmıştır. RVS tüpleri 42°C'de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresinin sonunda, her tüpten bir öze ucu dolusu (yuvarlak uçlu bir öze ile) alınmıştır ve çizme metoduyla xylose lysine deoxycholate agara (XLD, Merck, 105287) aktarılmıştır. Petriler 37°C'de 24 saat inkübe edilmiştir.

İnkübasyondan sonra varsa XLD agardaki pembe renkli ve siyah merkezli olan kolonilerden 3'er adet alınarak Nutrient agara geçilmekte ve 24 saat 37°C'de inkübe edilmektedir. Nutrient agarda varsa şüpheli izolatların biyokimyasal testleri için Triple Sugar Iron Agar (TSI), Urea Agar Base, Lysine Decarboxylase Broth (Taylor modification), mannitol testi, ONPG disk (O-nitrophenyl- $\beta$ -Dgalacto-pyranoside) ve SIM Medium'a ekimler yapılmakta ve MRVP testi uygulanmakta olup serolojik olarak *Salmonella* polivalan O, H ve Vi testi uygulanmaktadır [120].

#### 3.2.6.8. *Listeria spp.* Sayımı

Fraser Listeria takviyesi (Merck, 100093) 1 ml steril distile su eklenerek çözülmüştür. Fraser Listeria takviyesi, Fraser Broth'u (Merck, 110398) yarı (half) ve tam kuvvette seçici hale getirmek için kullanılmıştır. Palcam listeria seçici takviyesine (Merck, 112122) 1 ml steril distile su eklenerek çözülmüştür ve palcam agara (Merck, 111755) eklenmiştir.

Kontrol numunelerinden ve pişirilmiş kerevit numunelerinden 25'er g tartılmıştır. Steril bir şekilde stomacher poşetlerine (Seward Stomacher circulator bag, Model No. 400, UK) aktarılan numuneler 225 ml half fraser broth besiyerinde homojenize edildikten sonra etüvde (Wiseven, Won-105, South Korea) 30°C 24 saat ön zenginleştirilmesi yapılmıştır. Bu işlemten sonra half fraser broth ortamında oluşturulan kültürden 0,1 ml alınıp fraser broth ortamına aktararak 36°C'de 24 saat seçici zenginleştirme yapılmıştır. Seçici zenginleştirme sıvısından palcam agara aktarılmış ve 36°C'de 48 saat inkübe edilmiştir.

İnkübasyondan sonra varsa palcam agarda 2 mm çaplı, grimsi yeşil renkli, merkezleri çökük, çevresi siyah hale ile çevrili koloniler doğrulama için seçilmektedir. Varsa ve seçilmişse doğrulama amacıyla biyokimyasal (katalaz, gram boyama, hareket deneyi) testler yapılmaktadır [121].

Tüm mikrobiyolojik sayımlar log kob/g olarak ifade edilmiştir.

### 3.2.7. İstatistik Analizleri

Çalışmada yer alan analiz (besin bileşimi ve kompozisyonu, soğuk depolama analizleri) sonuçlarına ilişkin veriler SPSS (IBM SPSS Statistics 22) kullanılarak tek yönlü varyans analizine tabi tutulmuştur. 2 tekrarlı yapılan çalışma ve 3 paralelli gerçekleştirilen tüm analiz sonuçlarına (n=6) ilişkin veriler arasındaki istatistiksel anlamlılık ( $p<0,05$ ) düzeyi Duncan'ın çoklu aralık testi kullanılarak değerlendirilmiştir. [122].



#### 4. BULGULAR

Bu araştırma farklı pişirme yöntemlerinin (Sous vide pişirme (SVC), kaynayan suda haşlama (BC) ve mikrodalga (MC) pişirme) kerevitin besin değerine etkisinin ve soğuk depo sıcaklığındaki raf ömrü süresinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada raf ömrü süresinin belirlenmesi amacıyla soğuk depo sıcaklığında depolanan ürün gruplarında 28 günlük depolama süresi boyunca duyusal, fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir. Ürün kalitesini etkileyen faktörlerden pişirme sıcaklığı ve süresindeki farklılıklara bağlı olarak ürünlerdeki kalite değişimleri periyodik (soğuk depolamanın 1. 7. 14. 21. ve 28. günlerinde) olarak ölçülmüştür.

Bu bölümde yapılan analizler neticesinde elde edilen bulgular ilgili başlıklar altında ele alınmıştır.

##### 4.1. PİŞİRME KAYBI (%) BULGULARI

Üç farklı yöntemle pişirilmiş kerevitlerin pişirme sonrası ağırlık kaybı (%) Tablo 4.1’de özetlenmiştir. Pişirme kaybının hesaplanması aşağıdaki formüle göre gerçekleştirilmiştir:

$$\text{Pişirme Kaybı (\%)} = [(\text{Pişirme öncesi ağırlık} - \text{Pişirme sonrası ağırlık}) / \text{Pişirme öncesi ağırlık} \times 100]$$

Gıdalara uygulanan pişirme yöntemi, gıdanın lezzetini ve ağırlığını etkileyen bir işlemdir. Bu çalışmada kerevitlere uygulanan pişirme yöntemine bağlı olarak pişirilmiş kerevitlerde farklı ağırlık kayıpları tespit edilmiştir. Kaynayan suda haşlama, mikrodalga ve sous-vide pişirme sonrası ağırlık kayıplarının sırasıyla %5,60, %3,73 ve %2,71 olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre pişirme işlemi paket içerisinde gerçekleştiğinden ve ürün su ile temas etmediğinden en düşük pişirme kaybının sous vide pişirme yöntemiyle (%2,71) pişirilen kerevitlerde ve mikrodalgada pişirilen kerevitlerde (%3,73) olduğu tespit edilmiştir.

Kaynayan su içerisinde pişirmede; kerevit et dokusundan sızıntıyla suyun uzaklaşması nedeniyle ağırlık kaybının (%5,60) sous vide pişirme ve mikrodalgada pişirmeden daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.1’den görüldüğü gibi kerevite uygulanan pişirme yöntemleri içerisinde en düşük pişirme kaybının 1,25 g ile sous vide pişirilen kerevitlerde olduğu ortaya konulmaktadır. Pişirme işleminden elde edilen en yüksek verime ise; % 97,29’luk oranla SVC kerevit grubunda olduğu, bu kerevit grubunu sırasıyla % 96,27’lik oranla MC ve % 94,40’lık oranla BC kerevit grubunun izlediği görülmektedir ( $p<0,05$ ).

**Tablo 4.1:** Pişirilmiş kerevit gruplarının ağırlık kayıpları.

|                                               | SVC                           | BC                            | MC                            |
|-----------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| <b>Piştirme öncesi (g)</b>                    | 46,05 $\pm$ 2,06 <sup>a</sup> | 46,18 $\pm$ 2,60 <sup>b</sup> | 46,30 $\pm$ 1,20 <sup>c</sup> |
| <b>Piştirme sonrası (g)</b>                   | 44,80 $\pm$ 1,92 <sup>a</sup> | 43,59 $\pm$ 2,16 <sup>b</sup> | 44,57 $\pm$ 1,30 <sup>c</sup> |
| <b>Piştirme öncesi - Piştirme sonrası (g)</b> | 1,25 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup>  | 2,59 $\pm$ 0,44 <sup>b</sup>  | 1,73 $\pm$ 0,10 <sup>c</sup>  |
| <b>Piştirme kaybı (%)</b>                     | 2,71 $\pm$ 0,55 <sup>a</sup>  | 5,60 $\pm$ 0,46 <sup>b</sup>  | 3,73 $\pm$ 0,08 <sup>c</sup>  |
| <b>Verim (%) = (100 - Piştirme kaybı)</b>     | 97,29 $\pm$ 0,55 <sup>a</sup> | 94,40 $\pm$ 0,46 <sup>b</sup> | 96,27 $\pm$ 0,08 <sup>c</sup> |

Sonuçlar ortalama  $\pm$  standart sapmadır (n=6). Aynı satırdaki farklı harfler <sup>(a,b,c)</sup> istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir ( $p<0,05$ ). SVC: sous vide pişmiş kerevit; BC: kaynayan suda haşlanmış kerevit; MC: mikrodalgada pişmiş kerevit.

#### 4.2. SOĞUK DEPOLAMA ESNASINDA KEREVİT GRUPLARINDAKİ NEM İÇERİĞİ DEĞİŞİMİ BULGULARI

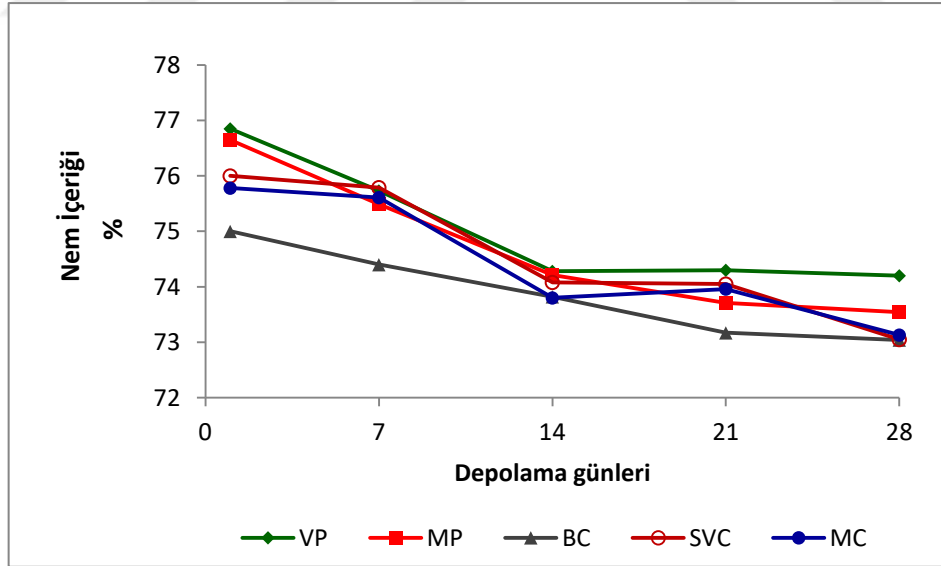
Soğuk depolama süresi boyunca kontrol grupları (VP, MP) ve pişirilmiş kerevit gruplarındaki (SVC, BC, MC) nem içeriğindeki değişimin takibi amacıyla periyodik olarak nem analizleri gerçekleştirilmiştir. Tablo 4.2’de görüldüğü gibi soğuk depolama süresi boyunca pişirilmiş kerevit grupları ve kontrol gruplarının tümünde dereceli olarak azalma belirlenmiştir (Şekil 4.1). Bu azalma VP kontrol grubunun ve SVC pişirme grubunun 14. ve 21. depolama günleri arasında istatistiksel olarak anlamsız ( $p>0,05$ ) bulunmuştur. Diğer grupların (MP, BC, MC) depolama günleri arasında gerçekleşen azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Soğuk depolamanın son gününde pişirilmiş kerevit gruplarının (SVC, BC, MC) nem içeriklerinde kontrol gruplarına kıyasla sırasıyla %1,15 %1,16 ve %0,41 daha fazla nem kaybı olduğu belirlenmiştir.

**Tablo 4.2:** Kontrol ve pişirilmiş kerevit grupların soğuk depolama sırasında nem değerleri.

| Soğuk Depolamadaki Nem Değeri (%) |                             |                             |                             |                             |                             |
|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Gün                               | VP                          | MP                          | SVC                         | BC                          | MC                          |
| 1.                                | 76,85 ± 0,41 <sup>a,v</sup> | 76,65 ± 0,65 <sup>b,v</sup> | 76,00 ± 0,81 <sup>c,v</sup> | 75,00 ± 0,53 <sup>d,v</sup> | 75,78 ± 1,78 <sup>e,v</sup> |
| 7.                                | 75,73 ± 1,01 <sup>a,w</sup> | 75,49 ± 0,66 <sup>b,w</sup> | 75,79 ± 0,68 <sup>c,w</sup> | 74,40 ± 0,62 <sup>d,w</sup> | 75,61 ± 0,74 <sup>e,w</sup> |
| 14.                               | 74,28 ± 0,04 <sup>a,x</sup> | 74,21 ± 0,25 <sup>b,x</sup> | 74,08 ± 0,94 <sup>c,x</sup> | 73,82 ± 0,32 <sup>d,x</sup> | 73,80 ± 0,37 <sup>d,x</sup> |
| 21.                               | 74,30 ± 0,23 <sup>a,x</sup> | 73,71 ± 0,55 <sup>b,y</sup> | 74,05 ± 0,47 <sup>c,x</sup> | 73,17 ± 0,07 <sup>d,y</sup> | 73,96 ± 0,06 <sup>e,y</sup> |
| 28.                               | 74,20 ± 0,65 <sup>a,y</sup> | 73,54 ± 0,42 <sup>b,z</sup> | 73,05 ± 0,04 <sup>c,y</sup> | 73,04 ± 0,17 <sup>c,z</sup> | 73,13 ± 0,70 <sup>d,z</sup> |

Sonuçlar ortalama ± standart sapmadır (n=6). Aynı satırdaki farklı harfler <sup>(a,b,c,d,e)</sup> ve aynı sütundaki farklı harfler <sup>(v,w,x,y,z)</sup> istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir (p<0,05). VP: vakum ambalajlı kerevit; MP: mikrodalga ambalajlı kerevit; SVC: sous vide pişmiş kerevit; BC: kaynayan suda haşlanmış kerevit; MC: mikrodalgada pişmiş kerevit.



**Şekil 4.1:** Kontrol ve pişirilmiş ürün gruplarının soğuk depolamadaki nem değeri değişimi.

#### 4.3. DUYUSAL ANALİZ BULGULARI

Kontrol (VP, MP) ve farklı pişirme yöntemleriyle (SVC, BC, MC) pişirilmiş kerevitlerin duyu özelliklerinin (görünüş, koku, doku ve lezzet) yemeye hazır kalitede ve genel olarak kabul edilebilirlik puanına göre değerlendirilmesi Tablo 4.3'de sunulmuştur. Pişirme yöntemlerine bağlı olarak pişirilmiş kerevitlerin duyu özelliklerinde farklılıklar gözlemlenmiştir. Duyusal değerlendirmeye katılan panelist puanlamalarına göre; 14 günlük soğuk depolamadan sonra pişirilmiş kerevit gruplarının kerevitlere özgü görünüş, koku, doku, lezzet (aroma) kaybıyla birlikte genel kabul puanında kademeli bir düşüş belirlenmiştir (Şekil 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6). 14. depolama günü pişirilmiş ürünlerin (SVC, BC, MC) görünüş, koku, doku ve lezzet parametreleri arasında istatistiksel farkın anlamlı olduğu görülmektedir ( $p<0,05$ ).

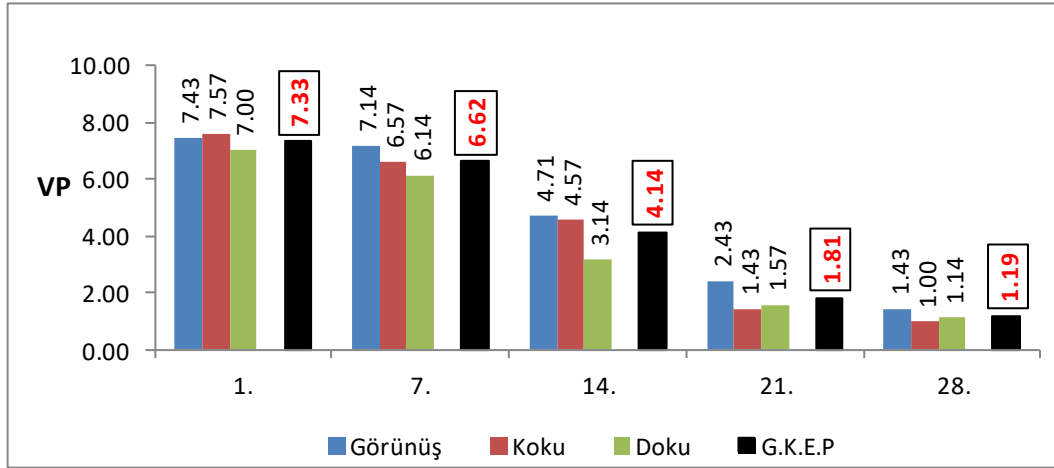
SVC grubunun 7.gün görünüş ve doku, 21.gün doku ve lezzet puanları; BC grubunun 1.gün görünüş, koku, doku, 7.gün koku ve lezzet puanları; MC grubunun 1.gün görünüş, koku, doku, 28.gün görünüş ve koku puanları arasında istatistiksel fark anlamsız bulunmuştur ( $p>0,05$ ).

VP ve MP'nin genel kabul edilebilirlik puanı 21. günde sırasıyla 1,81 ve 1,28 olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, 21. günde pişirilmiş kerevit gruplarında (SVC, BC ve MC) sırasıyla 3,25, 3,75 ve 2,19 'luk puan ile SVC ve BC grubu kerevitlerin duyu kabul edilebilirlik değerine ulaştığı belirlenmiştir.

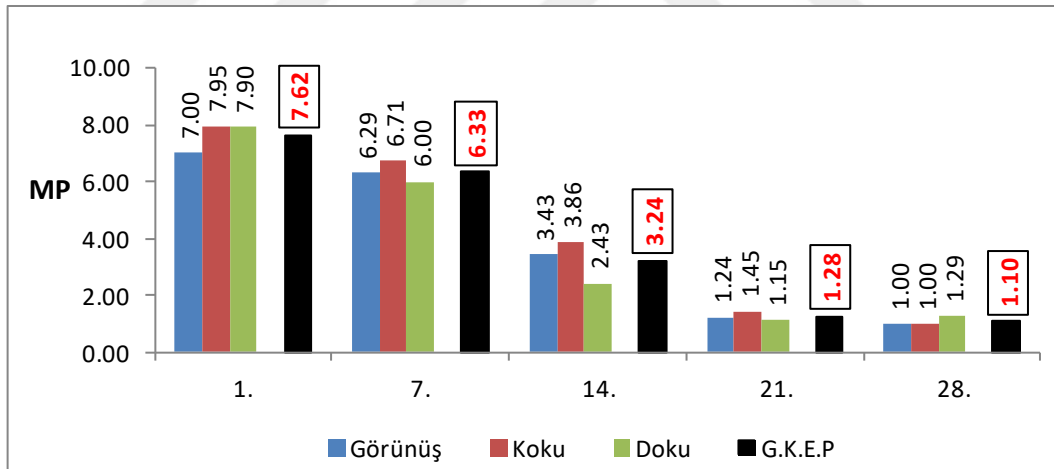
**Tablo 4.3:** Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolamadaki duyusal puanı.

| Gruplar | Günler | Görünüş                  | Koku                     | Doku                     | Lezzet                   | Genel kabul edilebilirlik puanı |
|---------|--------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| VP      | 1.     | 7,43 ± 0,53 <sup>a</sup> | 7,57 ± 0,53 <sup>b</sup> | 7,00 ± 0,00 <sup>c</sup> | LTY                      | 7,33 ± 0,36 <sup>v</sup>        |
|         | 7.     | 7,14 ± 0,38 <sup>a</sup> | 6,57 ± 0,53 <sup>b</sup> | 6,14 ± 0,38 <sup>c</sup> | LTY                      | 6,62 ± 0,43 <sup>w</sup>        |
|         | 14.    | 4,71 ± 0,49 <sup>a</sup> | 4,57 ± 1,27 <sup>b</sup> | 3,14 ± 0,90 <sup>c</sup> | LTY                      | 4,14 ± 0,89 <sup>x</sup>        |
|         | 21.    | 2,43 ± 0,53 <sup>a</sup> | 1,43 ± 0,53 <sup>b</sup> | 1,57 ± 0,79 <sup>c</sup> | LTY                      | 1,81 ± 0,62 <sup>y</sup>        |
|         | 28.    | 1,43 ± 0,49 <sup>a</sup> | 1,00 ± 0,00 <sup>b</sup> | 1,14 ± 0,38 <sup>c</sup> | LTY                      | 1,19 ± 0,29 <sup>z</sup>        |
| MP      | 1.     | 7,00 ± 0,49 <sup>a</sup> | 7,95 ± 0,38 <sup>b</sup> | 7,90 ± 0,49 <sup>b</sup> | LTY                      | 7,62 ± 0,45 <sup>v</sup>        |
|         | 7.     | 6,29 ± 0,49 <sup>a</sup> | 6,71 ± 0,49 <sup>b</sup> | 6,00 ± 0,00 <sup>c</sup> | LTY                      | 6,33 ± 0,33 <sup>w</sup>        |
|         | 14.    | 3,43 ± 1,27 <sup>a</sup> | 3,86 ± 0,69 <sup>b</sup> | 2,43 ± 0,53 <sup>c</sup> | LTY                      | 3,24 ± 0,83 <sup>x</sup>        |
|         | 21.    | 1,24 ± 0,15 <sup>a</sup> | 1,45 ± 0,15 <sup>b</sup> | 1,15 ± 0,04 <sup>c</sup> | LTY                      | 1,28 ± 0,11 <sup>y</sup>        |
|         | 28.    | 1,00 ± 0,10 <sup>a</sup> | 1,00 ± 0,15 <sup>a</sup> | 1,29 ± 0,60 <sup>b</sup> | LTY                      | 1,10 ± 0,28 <sup>z</sup>        |
| SVC     | 1.     | 8,90 ± 0,04 <sup>a</sup> | 9,00 ± 0,49 <sup>b</sup> | 8,80 ± 0,53 <sup>c</sup> | 8,98 ± 0,35 <sup>d</sup> | 8,92 ± 0,35 <sup>v</sup>        |
|         | 7.     | 8,40 ± 0,38 <sup>a</sup> | 8,70 ± 0,00 <sup>b</sup> | 8,40 ± 0,53 <sup>a</sup> | 8,50 ± 0,53 <sup>c</sup> | 8,50 ± 0,36 <sup>w</sup>        |
|         | 14.    | 7,00 ± 0,58 <sup>a</sup> | 6,14 ± 1,21 <sup>b</sup> | 5,86 ± 0,38 <sup>c</sup> | 4,29 ± 0,76 <sup>d</sup> | 5,82 ± 0,73 <sup>x</sup>        |
|         | 21.    | 3,57 ± 0,79 <sup>a</sup> | 2,86 ± 1,07 <sup>b</sup> | 3,29 ± 1,11 <sup>c</sup> | 3,29 ± 0,49 <sup>c</sup> | 3,25 ± 0,86 <sup>y</sup>        |
|         | 28.    | 2,71 ± 0,49 <sup>a</sup> | 1,43 ± 0,53 <sup>b</sup> | 1,00 ± 0,00 <sup>c</sup> | LTY                      | 1,71 ± 0,34 <sup>z</sup>        |
| BC      | 1.     | 9,00 ± 0,44 <sup>a</sup> | 8,98 ± 0,50 <sup>a</sup> | 8,95 ± 0,20 <sup>a</sup> | 8,90 ± 0,30 <sup>b</sup> | 8,96 ± 0,36 <sup>v</sup>        |
|         | 7.     | 8,70 ± 0,69 <sup>a</sup> | 7,90 ± 0,49 <sup>b</sup> | 7,50 ± 0,00 <sup>c</sup> | 7,90 ± 0,79 <sup>b</sup> | 8,00 ± 0,49 <sup>w</sup>        |
|         | 14.    | 6,71 ± 0,76 <sup>a</sup> | 6,43 ± 0,53 <sup>b</sup> | 5,29 ± 0,49 <sup>c</sup> | 4,00 ± 1,00 <sup>d</sup> | 5,61 ± 0,69 <sup>x</sup>        |
|         | 21.    | 5,43 ± 0,53 <sup>a</sup> | 4,00 ± 1,00 <sup>b</sup> | 2,71 ± 0,76 <sup>c</sup> | 2,86 ± 0,38 <sup>d</sup> | 3,75 ± 0,67 <sup>y</sup>        |
|         | 28.    | 2,57 ± 0,53 <sup>a</sup> | 1,14 ± 0,38 <sup>b</sup> | 1,00 ± 0,00 <sup>c</sup> | LTY                      | 1,57 ± 0,30 <sup>z</sup>        |
| MC      | 1.     | 9,00 ± 0,40 <sup>a</sup> | 8,98 ± 0,60 <sup>a</sup> | 9,00 ± 0,60 <sup>a</sup> | 7,30 ± 0,92 <sup>b</sup> | 8,57 ± 0,63 <sup>v</sup>        |
|         | 7.     | 8,50 ± 0,53 <sup>a</sup> | 8,20 ± 0,49 <sup>b</sup> | 8,60 ± 0,00 <sup>c</sup> | 7,00 ± 0,38 <sup>d</sup> | 8,08 ± 0,35 <sup>w</sup>        |
|         | 14.    | 3,00 ± 0,49 <sup>a</sup> | 4,10 ± 0,74 <sup>b</sup> | 4,95 ± 1,20 <sup>c</sup> | 3,10 ± 1,50 <sup>d</sup> | 3,79 ± 0,98 <sup>x</sup>        |
|         | 21.    | 1,05 ± 0,90 <sup>a</sup> | 2,02 ± 1,15 <sup>b</sup> | 3,50 ± 0,76 <sup>c</sup> | LTY                      | 2,19 ± 0,94 <sup>y</sup>        |
|         | 28.    | 1,00 ± 0,00 <sup>a</sup> | 1,00 ± 0,00 <sup>a</sup> | 1,86 ± 0,38 <sup>b</sup> | LTY                      | 1,29 ± 0,13 <sup>z</sup>        |

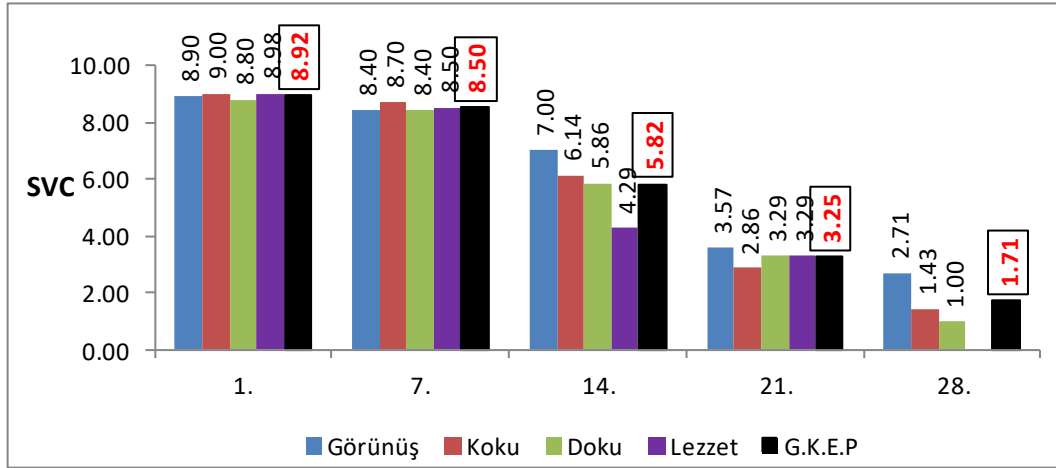
Sonuçlar ± standart sapmadır (n=6). LTU: Lezzet testi yapılmadı. Aynı satırdaki (her grubun her bir depolama gününde ve aynı satırda yer alan görünüş, koku, doku, lezzet kriterleri arasında) farklı harfler <sup>(a,b,c,d)</sup> istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir (p<0,05). Genel kabul edilebilirlik istatistik değerlendirmesi için her grubun depolama günleri arasında aynı sütundaki farklı harfler <sup>(v,w,x,y,z)</sup> istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir (p<0,05). VP: vakum ambalajlı kerevit; MP: mikrodalga ambalajlı kerevit; SVC: sous vide pişmiş kerevit; BC: kaynayan suda haşlanmış kerevit; MC: mikrodalgada pişmiş kerevit.



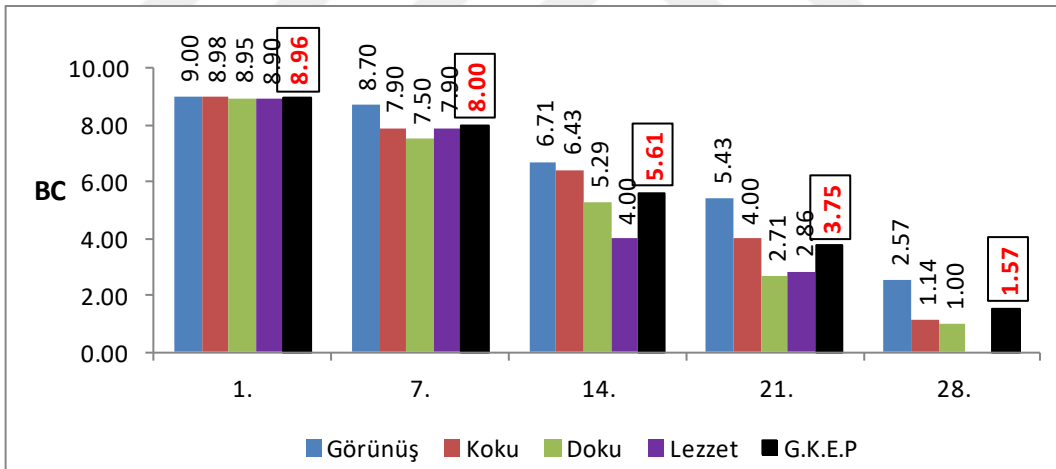
Şekil 4.2: Vakum ambalajlı kerevit kontrol grubunun (VP) soğuk depolama sırasında duyuşal puanı.



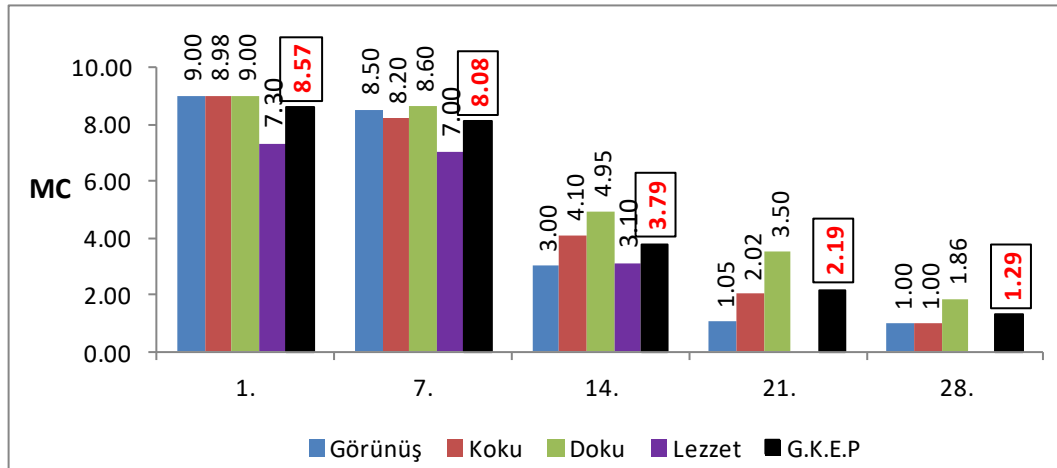
Şekil 4.3: Mikrodalga ambalajlı kerevit kontrol grubunun (MP) soğuk depolama sırasında duyuşal puanı.



Şekil 4.4: Sous vide pişirilmiş kerevit grubunun (SVC) soğuk depolama sırasında duyusal puanı.



Şekil 4.5: Kaynayan suda haşlanmış kerevit grubunun (BC) soğuk depolama sırasında duyusal puanı.



Şekil 4.6: Mikrodalgada pişirilmiş kerevit grubunun (MC) soğuk depolama sırasında duyuşsal puanı.

#### 4.4. FİZİKO-KİMYASAL ANALİZ BULGULARI

##### 4.4.1. pH Analiz Bulguları

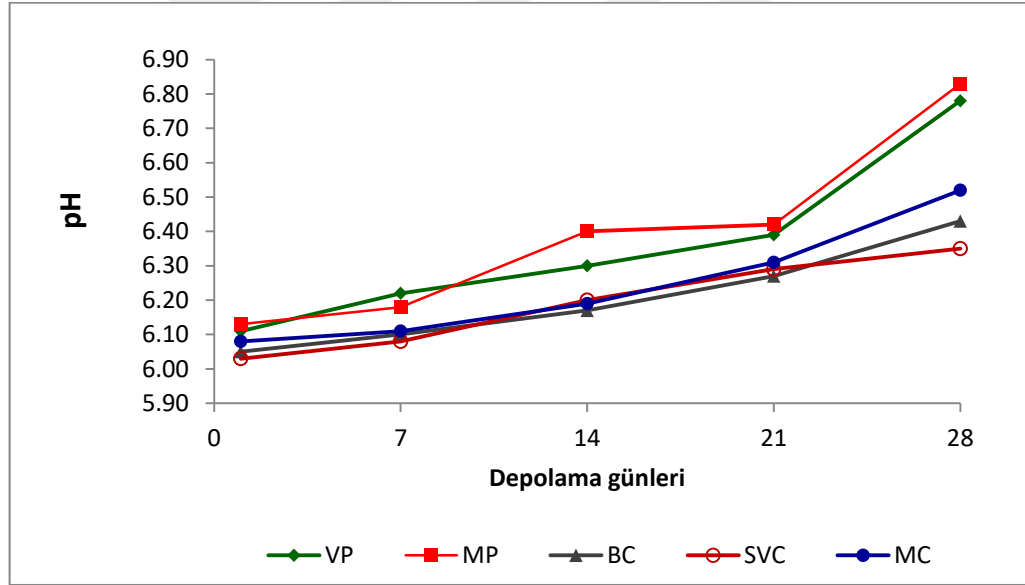
Araştırmadaki kerevit gruplarının soğuk depolama süresi boyunca pH değerlerinde elde edilen sonuçları Tablo 4.4'de gösterilmiştir. VP ve MP (kontrol grupları) gruplarının başlangıç pH değerleri sırasıyla 6,11 ve 6,13 olarak belirlenmiştir. Üç farklı pişirme (SVC, BC, MC) sonrasında kerevitlerin pH değerleri sırasıyla 6,05, 6,03 ve 6,08 olarak tespit edilmiştir.

Piştirme sonrasında kerevitlerin tümünün (SVC, BC, MC) pH içeriğinde kontrol gruplarına (VP, MP) göre azalma belirlenmiştir. VP ve MP kontrol grupları pH değeri, soğuk depolama boyunca takip edilen pişirilmiş kerevit numunelerine göre daha yüksek pH içeriğine sahip olduğu Şekil 4.7'deki grafikten de açıkça görülebilmektedir. Depolamanın 1. 7. 14. 21. günlerinde pişirilmiş kerevit grupları (SVC, BC, MC) arasındaki istatistiksel fark anlamsız ( $p>0,05$ ) bulunmuştur; depolamanın 28. gününde ise pişirilmiş kerevit grupları arasındaki istatistiksel farkın anlamlı ( $p<0,05$ ) olduğu görülmektedir (Tablo 4.4).

**Tablo 4.4:** Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolama sırasında pH değerleri.

| pH  |                            |                            |                            |                            |                            |
|-----|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Gün | VP                         | MP                         | SVC                        | BC                         | MC                         |
| 1.  | 6,11 ± 0,04 <sup>a,v</sup> | 6,13 ± 0,03 <sup>a,v</sup> | 6,03 ± 0,02 <sup>b,v</sup> | 6,05 ± 0,03 <sup>b,v</sup> | 6,08 ± 0,01 <sup>b,v</sup> |
| 7.  | 6,22 ± 0,11 <sup>a,w</sup> | 6,18 ± 0,11 <sup>a,v</sup> | 6,08 ± 0,04 <sup>b,v</sup> | 6,10 ± 0,06 <sup>b,v</sup> | 6,11 ± 0,05 <sup>b,v</sup> |
| 14. | 6,30 ± 0,05 <sup>a,x</sup> | 6,40 ± 0,02 <sup>b,w</sup> | 6,20 ± 0,03 <sup>c,w</sup> | 6,17 ± 0,05 <sup>c,w</sup> | 6,19 ± 0,04 <sup>c,w</sup> |
| 21. | 6,39 ± 0,02 <sup>a,y</sup> | 6,42 ± 0,04 <sup>a,w</sup> | 6,29 ± 0,02 <sup>b,x</sup> | 6,27 ± 0,09 <sup>b,x</sup> | 6,31 ± 0,08 <sup>b,x</sup> |
| 28. | 6,78 ± 0,16 <sup>a,z</sup> | 6,83 ± 0,15 <sup>a,x</sup> | 6,35 ± 0,02 <sup>b,y</sup> | 6,43 ± 0,09 <sup>c,y</sup> | 6,52 ± 0,08 <sup>d,y</sup> |

Sonuçlar ortalama ± standart sapmadır (n=6). Aynı satırdaki farklı harfler <sup>(a,b,c,d,e)</sup> ve aynı sütundaki farklı harfler <sup>(v,w,x,y,z)</sup> istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir (p<0,05). VP: vakum ambalajlı kerevit; MP: mikrodalgalı ambalajlı kerevit; SVC: sous vide pişmiş kerevit; BC: kaynayan suda haşlanmış kerevit; MC: mikrodalgada pişmiş kerevit.

**Şekil 4.7:** Kontrol ve pişirilmiş kerevit grupların soğuk depolama sırasında pH değerleri.

#### 4.4.2. Total Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Analiz Bulguları

VP ve MP kontrol grupları ve pişirilmiş kerevit gruplarının (SVC, BC, MC) soğuk depolama sırasındaki TVB-N değerleri Tablo 4.5'te sunulmuştur. Sonuçlara göre kontrol ve pişmiş

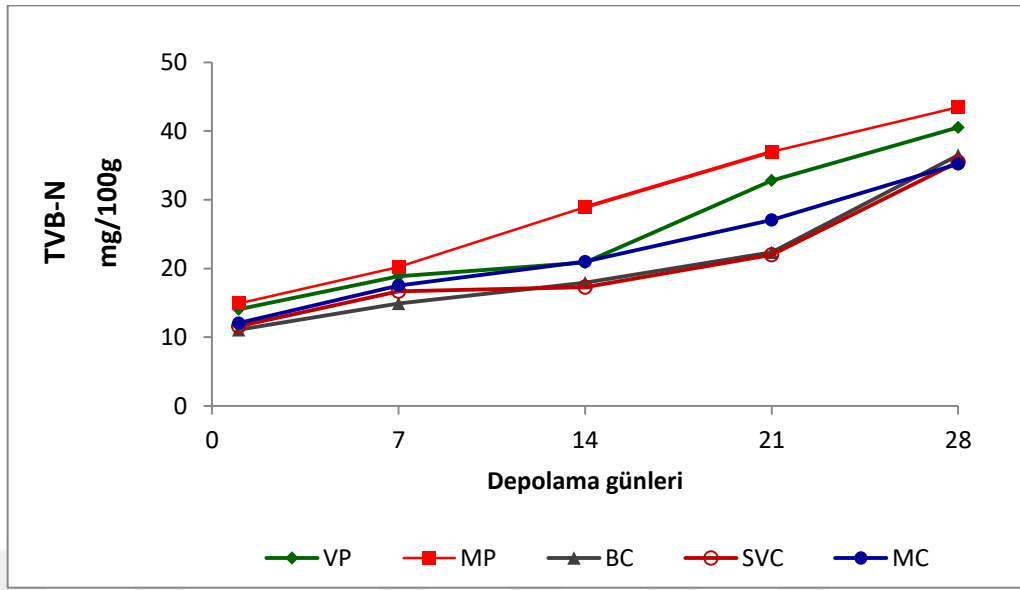
kerevitlerin TVB-N analiz sonuçlarında soğuk depolama günlerine bağlı olarak artış olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.8). TVB-N değerlerinin günler ve gruplar arasındaki istatistik farkı anlamlı ( $p<0,05$ ) bulunmuştur.

VP ve MP kontrol gruplarının TVB-N değerleri depolamanın 21. gününde 32,82 ve 36,99 mg/100 g olarak bulunmuştur. Depolamanın 28. gününde SVC, BC ve MC gruplarının TVB-N değerlerinin sırasıyla 35,50, 36,50 ve 35,22 mg/100 g olarak tüketilebilirlik sınır değerini aştığı ( $>35$  mg/100g) belirlenmiştir. Su ürünlerinde TVB-N değeri 35 mg/100g ve daha fazlası “bozulmuş” olarak değerlendirilmektedir. Şekil 4.8’de kontrol ve pişirilmiş kerevit grupları arasındaki toplam uçucu baz nitrojen değerlerinde soğuk depolama süresi boyunca dereceli olarak artış olduğu görülmektedir.

**Tablo 4.5:** Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolama sırasındaki TVB-N değerleri.

| TVB-N (mg/100g) |                                   |                                   |                                   |                                   |                                   |
|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Gün             | VP                                | MP                                | SVC                               | BC                                | MC                                |
| 1.              | 14,08 ± 0,76 <sup>a,v</sup>       | 14,91 ± 0,52 <sup>b,v</sup>       | 11,59 ± 1,24 <sup>c,v</sup>       | 11,07 ± 1,29 <sup>d,v</sup>       | 12,05 ± 1,23 <sup>e,v</sup>       |
| 7.              | 18,89 ± 1,01 <sup>a,w</sup>       | 20,21 ± 2,27 <sup>b,w</sup>       | 16,70 ± 0,70 <sup>c,w</sup>       | 14,91 ± 1,53 <sup>d,w</sup>       | 17,54 ± 1,73 <sup>e,w</sup>       |
| 14.             | 20,89 ± 0,97 <sup>a,x</sup>       | 28,95 ± 0,50 <sup>b,x</sup>       | 17,29 ± 0,71 <sup>c,x</sup>       | 17,94 ± 1,35 <sup>d,x</sup>       | 21,00 ± 1,07 <sup>e,x</sup>       |
| 21.             | 32,82 ± 3,30 <sup>a,y</sup>       | <b>36,99 ± 1,81<sup>b,y</sup></b> | 22,00 ± 0,44 <sup>c,y</sup>       | 22,34 ± 0,45 <sup>d,y</sup>       | 27,06 ± 5,38 <sup>e,y</sup>       |
| 28.             | <b>40,53 ± 0,52<sup>a,z</sup></b> | <b>43,45 ± 2,50<sup>b,z</sup></b> | <b>35,50 ± 2,57<sup>c,z</sup></b> | <b>36,50 ± 2,53<sup>d,z</sup></b> | <b>35,22 ± 4,61<sup>e,z</sup></b> |

Sonuçlar ortalama ± standart sapmadır (n=6). Aynı satırdaki farklı harfler <sup>(a,b,c,d,e)</sup> ve aynı sütundaki farklı harfler <sup>(v,w,x,y,z)</sup> istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir ( $p<0,05$ ). VP: vakum ambalajlı kerevit; MP: mikrodalga ambalajlı kerevit; SVC: sous vide pişmiş kerevit; BC: kaynayan suda haşlanmış kerevit; MC: mikrodalgada pişmiş kerevit.



Şekil 4.8: Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolama sırasındaki TVB-N değerleri.

#### 4.4.3. Trimetilamin Nitrojen (TMA-N) Analiz Bulguları

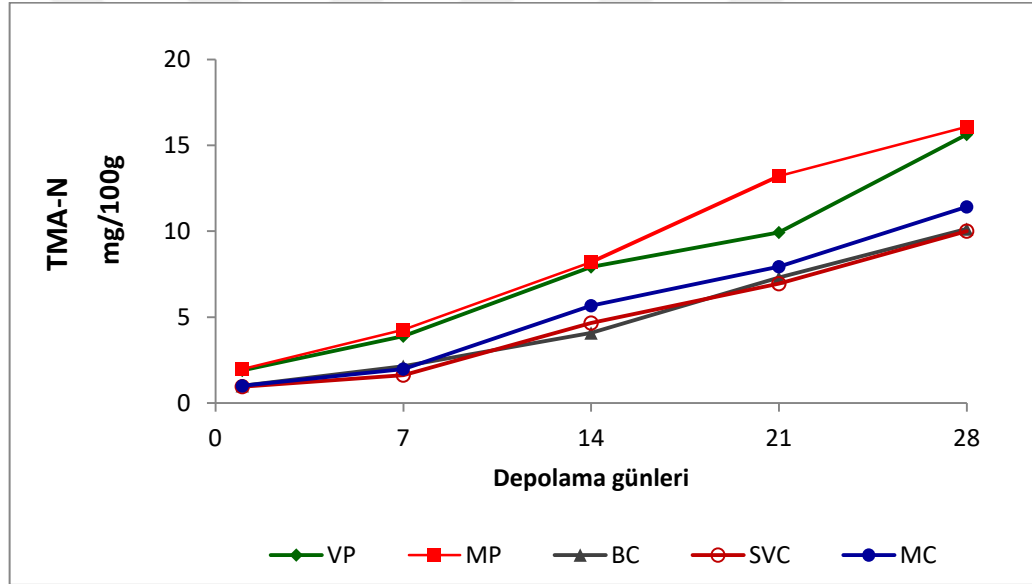
VP ve MP kontrol grupları ve pişirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolama sırasındaki TMA-N değerleri Tablo 4.6’da sunulmuştur. Şekil 4.9’da görülebileceği gibi kontrol grupları ve pişirilmiş kerevitlerin TMA-N analiz sonuçlarında soğuk depolama günlerine bağlı olarak artış söz konusudur. 21 günlük soğuk depolama süresi boyunca VP ve MP gruplarının TMA-N değerleri sırasıyla değerleri 9,93 ve 13,22 mg/100g olarak bulunmuştur.

Soğuk depolamanın 28. gününde pişirilmiş kerevit gruplarının (SVC, BC ve MC) TMA-N değerleri, sırasıyla 10,01, 10,13 ve 11,42 mg/100g olarak bulunmuştur. Kontrol gruplarının ise 28. gün VP: 15,63, MP: 16,08 mg/100g olarak bulunmuştur. Su ürünlerinde TMA-N miktarı 10 mg/100g tüketim sınır değeri ve 12 mg/100g üzerinde bozulmuş olarak kabul edilmektedir.

**Tablo 4.6:** Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolama sırasındaki TMA-N değerleri.

| TMA-N (mg/100g) |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |
|-----------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Gün             | VP                               | MP                               | SVC                              | BC                               | MC                               |
| 1.              | 1,90± 0,20 <sup>a,v</sup>        | 1,97± 0,22 <sup>b,v</sup>        | 0,96± 0,36 <sup>c,v</sup>        | 1,01± 0,54 <sup>c,v</sup>        | 1,00± 0,18 <sup>c,v</sup>        |
| 7.              | 3,89± 0,46 <sup>a,w</sup>        | 4,27± 0,94 <sup>b,w</sup>        | 1,63± 0,26 <sup>c,w</sup>        | 2,15± 0,59 <sup>d,w</sup>        | 1,98± 0,82 <sup>e,w</sup>        |
| 14.             | 7,92± 0,62 <sup>a,x</sup>        | 8,20± 0,76 <sup>b,x</sup>        | 4,66± 0,32 <sup>c,x</sup>        | 4,08± 0,51 <sup>d,x</sup>        | 5,67± 0,39 <sup>e,x</sup>        |
| 21.             | <b>9,93± 0,61<sup>a,y</sup></b>  | <b>13,22± 0,61<sup>b,y</sup></b> | 6,95± 0,57 <sup>c,y</sup>        | 7,30± 3,02 <sup>d,y</sup>        | 7,94± 0,81 <sup>e,y</sup>        |
| 28.             | <b>15,63± 1,22<sup>a,z</sup></b> | <b>16,08± 1,58<sup>b,z</sup></b> | <b>10,01± 1,74<sup>c,z</sup></b> | <b>10,13± 0,33<sup>d,z</sup></b> | <b>11,42± 1,31<sup>e,z</sup></b> |

Sonuçlar ortalama ± standart sapmadır (n=6). Aynı satırdaki farklı harfler (a,b,c,d,e) ve aynı sütundaki farklı harfler (v,w,x,y,z) istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir (p<0,05). VP: vakum ambalajlı kerevit; MP: mikrodalga ambalajlı kerevit; SVC: sous vide pişmiş kerevit; BC: kaynayan suda haşlanmış kerevit; MC: mikrodalgada pişmiş kerevit.

**Şekil 4.9:** Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolama sırasındaki TMA-N değerleri.

#### 4.4.4. Tiyobarbütirik Asit Reaktif Maddeleri (TBARs) Analiz Bulguları

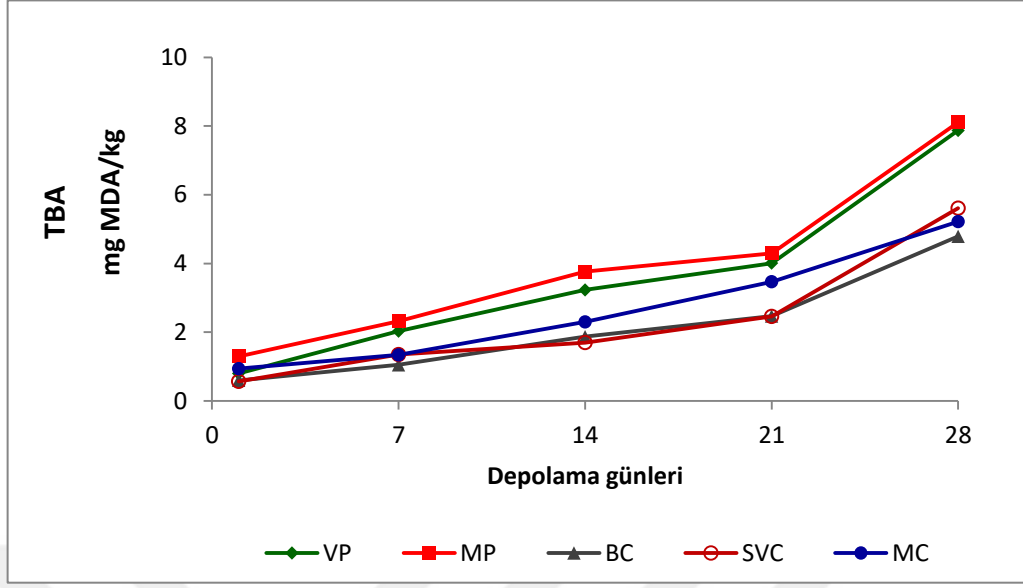
Kontrol grupları ve pişirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolama sırasındaki TBARs değerleri Tablo 4.7’de sunulmuştur. Kontrol (VP ve MP) ve pişirilmiş kerevit gruplarının (SVC, BC ve MC) başlangıçtaki TBA değerleri sırasıyla kerevit kontrol gruplarında 0,80 ve 1,30 mg MDA/kg, pişirilmiş kerevit gruplarında ise; 0,57, 0,60 ve 0,94 mg MDA/kg olarak bulunmuştur.

Soğuk depolamanın ilerleyen günlerinde kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarının tümünde kademeli olarak artış söz konusudur. Kontrol (VP ve MP) ve pişirilmiş kerevit gruplarında (SVC, BC ve MC) soğuk depolama süresine bağlı artış olduğu Şekil 4.10'da görülmektedir. Soğuk depolamanın 28. gününde kontrol (VP ve MP) ve pişirilmiş ürün gruplarının (SVC, BC ve MC) TBA değerleri VP: 7,87 ve MP: 8,11 mg MDA/kg; pişirilmiş kerevit gruplarında SVC: 5,61, BC: 4,79 ve MC: 5,22 mg MDA/kg olarak belirlenmiştir. Çalışmada 28 günlük depolama süresi boyunca pişirilmiş kerevit gruplarının (BC, SVC, MC) tümündeki TBA değerlerinin kontrol gruplarından (VP, MP) yüksek olmadığı tespit edilmiştir. Pişirilmiş kerevitlerde oksidasyona bağlı bir bozulma var ancak kontrol gruplarındaki kadar fazla değildir. Bu durum pişirme işleminin oksidasyon gelişimini azalttığını göstermektedir.

**Tablo 4.7:** Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolama sırasındaki TBARs değerleri.

| TBARs ( mg MDA/kg) |                                  |                                  |                            |                            |                            |
|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Gün                | VP                               | MP                               | SVC                        | BC                         | MC                         |
| 1.                 | 0,80 ± 0,31 <sup>a,v</sup>       | 1,30 ± 0,66 <sup>b,v</sup>       | 0,57 ± 0,37 <sup>c,v</sup> | 0,60 ± 0,22 <sup>c,v</sup> | 0,94 ± 0,07 <sup>d,v</sup> |
| 7.                 | 2,03 ± 0,13 <sup>a,w</sup>       | 2,32 ± 0,41 <sup>b,w</sup>       | 1,35 ± 0,36 <sup>c,w</sup> | 1,05 ± 0,14 <sup>d,w</sup> | 1,34 ± 0,52 <sup>c,w</sup> |
| 14.                | 3,23 ± 0,95 <sup>a,x</sup>       | 3,76 ± 0,73 <sup>b,x</sup>       | 1,70 ± 1,12 <sup>c,x</sup> | 1,87 ± 0,54 <sup>d,x</sup> | 2,30 ± 0,19 <sup>e,x</sup> |
| 21.                | 4,01 ± 1,20 <sup>a,y</sup>       | 4,30 ± 0,21 <sup>b,y</sup>       | 2,46 ± 0,62 <sup>c,y</sup> | 2,47 ± 0,12 <sup>c,y</sup> | 3,47 ± 0,82 <sup>d,y</sup> |
| 28.                | <b>7,87 ± 0,16<sup>a,z</sup></b> | <b>8,11 ± 0,45<sup>b,z</sup></b> | 5,61 ± 0,16 <sup>c,z</sup> | 4,79 ± 1,02 <sup>d,z</sup> | 5,22 ± 0,52 <sup>e,z</sup> |

Sonuçlar ortalama ± standart sapmadır (n=6). Aynı satırdaki farklı harfler <sup>(a,b,c,d,e)</sup> ve aynı sütundaki farklı harfler <sup>(v,w,x,y,z)</sup> istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir (p<0,05). VP: vakum ambalajlı kerevit; MP: mikrodalga ambalajlı kerevit; SVC: sous vide pişmiş kerevit; BC: kaynayan suda haşlanmış kerevit; MC: mikrodalgada pişmiş kerevit.

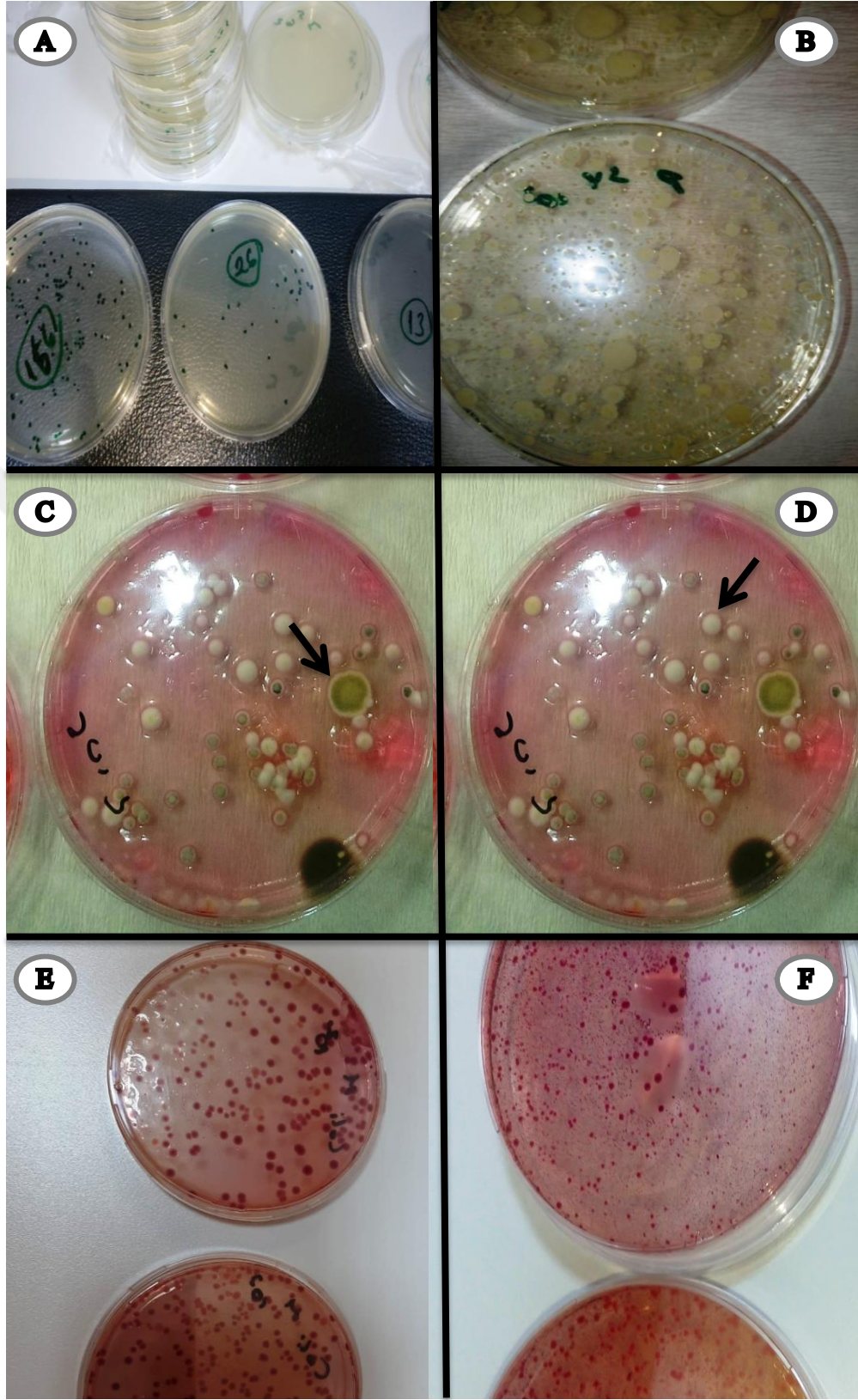


Şekil 4.10: Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolama sırasındaki TBARs değerleri.

#### 4.5. MİKROBİYOLOJİK ANALİZ BULGULARI

Bu tez çalışmasında, soğuk depolama süresi boyunca kontrol (VP, MP) ve pişirilmiş kerevit grupların (SVC, BC, MC) hiçbirinde *Salmonella* spp, *Listeria* spp ve sülfür indirgeyen anaerob bakteri analizlerinde mikroorganizma üremesi tespit edilmemiştir.

Araştırmada ele alınan üç farklı pişirme yönteminin kerevit kuyruk etindeki mikrobiyolojik analiz sonuçlarına ilişkin (Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı: TMAB, Toplam psikrofilik bakteri sayımı: TPAB, maya ve küf, toplam koliform, *E.coli*) analiz bulguları aşağıda sunulmuştur. Çalışmada ele alınan mikrobiyolojik analizlere ilişkin Petri kutularında oluşan mikroorganizma kolonilerinin görüntüleri Şekil 4.11’de gösterilmiştir.



**Şekil 4.11:** Araştırmadaki besiyerlerinden mikroorganizma koloni görüntüleri (A: TMAB, B: TPAB, C: Küf, D: Maya, E: Toplam koliform, F: *E.coli*).

#### 4.5.1. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB) Analiz Bulguları

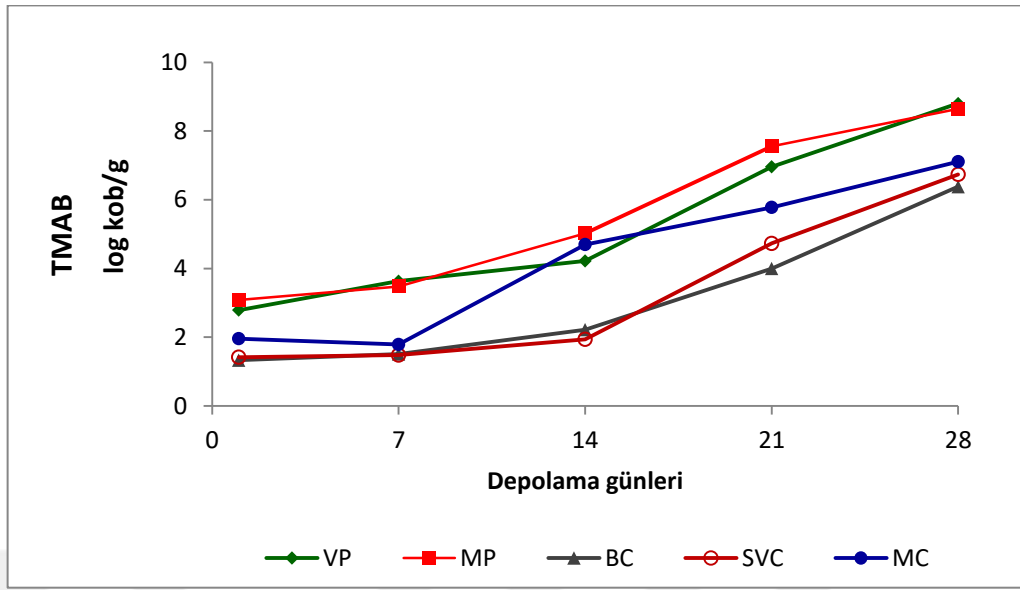
Piştirilmiş kerevit gruplarının (SVC, MC ve BC) başlangıç TMAB sayıları sırasıyla 1,42, 1,33 ve 1,96 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubu (VP ve MP) numunelerinin TMAB değerleri ise; sırasıyla 2,79 ve 3,08 olarak bulunmuştur (Tablo 4.8, Şekil 4.12). Soğuk depolamanın ilerleyen günlerinde depolama süresindeki artışa paralel olarak tüm piştirilmiş kerevit numunelerinin bakteri yükünde artış tespit edilmiştir. Piştirilmiş kerevit gruplarının (BC, SVC ve MC) 21. günlük soğuk depolamadaki TMAB değerlerinin hala tüketim için kabul edilebilir seviyelerde ( $<6$  log kob/g) olduğu belirlenmiştir.

Soğuk depolamanın 28. gününde piştirilmiş kerevit gruplarında (BC, SVC ve MC) TMAB sayısı insan tüketiminde limit değer olarak kabul edilen 6 log kob/g değerini sırasıyla 6,74, 6,38 ve 7,11 log kob/g değerleri ile aştığı tespit edilmiştir.

**Tablo 4.8:** Kontrol ve piştirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolama sırasındaki TMAB değerleri.

| TMAB (log kob/g) |                                         |                                         |                                         |                                         |                                         |
|------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| Gün              | VP                                      | MP                                      | SVC                                     | BC                                      | MC                                      |
| 1.               | $2,79 \pm 0,83^{a,v}$                   | $3,08 \pm 0,47^{b,v}$                   | $1,42 \pm 0,35^{c,v}$                   | $1,33 \pm 0,37^{d,v}$                   | $1,96 \pm 0,35^{e,v}$                   |
| 7.               | $3,63 \pm 0,23^{a,w}$                   | $3,48 \pm 0,55^{b,w}$                   | $1,48 \pm 0,43^{c,w}$                   | $1,51 \pm 0,52^{c,w}$                   | $1,79 \pm 0,61^{d,w}$                   |
| 14.              | $4,22 \pm 0,89^{a,x}$                   | $5,02 \pm 0,47^{b,x}$                   | $1,94 \pm 0,57^{c,x}$                   | $2,22 \pm 0,63^{d,x}$                   | $4,70 \pm 0,06^{e,x}$                   |
| 21.              | <b><math>6,96 \pm 0,95^{a,y}</math></b> | <b><math>7,56 \pm 0,41^{b,y}</math></b> | $4,73 \pm 0,67^{c,y}$                   | $4,00 \pm 1,00^{d,y}$                   | $5,78 \pm 0,53^{e,y}$                   |
| 28.              | <b><math>8,80 \pm 0,27^{a,z}</math></b> | <b><math>8,65 \pm 0,29^{b,z}</math></b> | <b><math>6,74 \pm 0,24^{c,z}</math></b> | <b><math>6,38 \pm 0,68^{d,z}</math></b> | <b><math>7,11 \pm 1,12^{e,z}</math></b> |

Sonuçlar ortalama  $\pm$  standart sapmadır (n=6). Aynı satırdaki farklı harfler <sup>(a,b,c,d,e)</sup> ve aynı sütundaki farklı harfler <sup>(v,w,x,y,z)</sup> istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir ( $p<0,05$ ). VP: vakum ambalajlı kerevit; MP: mikrodalga ambalajlı kerevit; SVC: sous vide pişmiş kerevit; BC: kaynayan suda haşlanmış kerevit; MC: mikrodalgada pişmiş kerevit.



Şekil 4.12: Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolama sırasındaki TMAB değerleri.

#### 4.5.2. Toplam Psikrofilik Aerobik Bakteri (TPAB) Analiz Bulguları

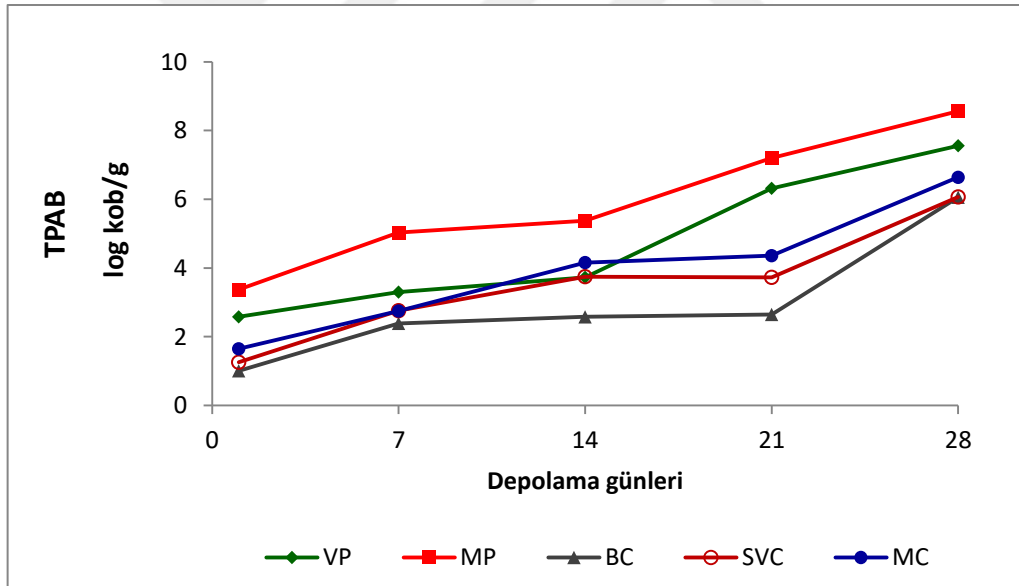
Kontrol ve pişirilmiş kerevit grupları arasında soğuk depolama günlerinde toplam psikrofilik bakteri sayısında (TPAB) değişimler Şekil 4.13'deki grafikte gösterilmiştir. Pişirilmiş kerevit gruplarının (BC, SVC ve MC) 1. gün TPAB değerleri sırasıyla 1,01, 1,26, ve 1,65 log kob/g olarak kontrol gruplarının (VP ve MP) ise; sırasıyla 2,58 ve 3,37 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre; pişirilmiş kerevit gruplarının tümünün TPAB bakteri yükü, kontrol gruplarının bakteri yükünden daha düşük olduğu bulunmuştur.

Kontrol gruplarının (VP, MP) TPAB değerleri 21. gün sınır değerleri ( $>6$  log kob/g) aşmıştır. Pişirilmiş kerevit numunelerinin (BC, SVC ve MC) tümünün soğuk depolamanın 21. günündeki TPAB değerlerinin hala kabul edilebilir seviyelerde ( $<6$  log kob/g) olduğu belirlenmiştir. SVC, BC, MC kerevit grupların psikrofilik bakteri yükü depolamanın 21. günü sırasıyla 3,73, 2,65, 4,36 log kob/g değerine ulaşmıştır. Soğuk depolamanın 28. gününde pişirilmiş kerevit numunelerinde TPAB bakteri yükünün insan tüketiminde limit değer olarak kabul edilen 6 log kob/g değerini aştığı belirlenmiştir.

**Tablo 4.9:** Kontrol ve pişirilmiş kerevit grupların depolama sırasında TPAB değerleri.

| TPAB (log kob/g) |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |
|------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Gün              | VP                               | MP                               | SVC                              | BC                               | MC                               |
| 1.               | 2,58 ± 1,01 <sup>a,v</sup>       | 3,37 ± 0,22 <sup>b,v</sup>       | 1,26 ± 0,58 <sup>c,v</sup>       | 1,01 ± 0,46 <sup>d,v</sup>       | 1,65 ± 0,31 <sup>e,v</sup>       |
| 7.               | 3,30 ± 0,75 <sup>a,w</sup>       | 5,03 ± 0,55 <sup>b,w</sup>       | 2,76 ± 1,16 <sup>c,w</sup>       | 2,39 ± 1,38 <sup>d,w</sup>       | 2,75 ± 1,64 <sup>e,w</sup>       |
| 14.              | 3,73 ± 1,07 <sup>a,x</sup>       | 5,38 ± 0,78 <sup>b,x</sup>       | 3,75 ± 1,25 <sup>a,x</sup>       | 2,58 ± 1,24 <sup>c,x</sup>       | 4,16 ± 0,56 <sup>d,x</sup>       |
| 21.              | <b>6,32 ± 0,76<sup>a,y</sup></b> | <b>7,20 ± 0,26<sup>b,y</sup></b> | 3,73 ± 1,69 <sup>c,x</sup>       | 2,65 ± 1,83 <sup>d,y</sup>       | 4,36 ± 0,25 <sup>e,y</sup>       |
| 28.              | <b>7,56 ± 0,86<sup>a,z</sup></b> | <b>8,56 ± 0,41<sup>b,z</sup></b> | <b>6,07 ± 0,49<sup>c,y</sup></b> | <b>6,06 ± 1,95<sup>c,z</sup></b> | <b>6,64 ± 1,28<sup>d,z</sup></b> |

Sonuçlar ortalama ± standart sapmadır (n=6). Aynı satırdaki farklı harfler <sup>(a,b,c,d,e)</sup> ve aynı sütundaki farklı harfler <sup>(v,w,x,y,z)</sup> istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir (p<0,05). VP: vakum ambalajlı kerevit; MP: mikrodalgada pişirilmiş kerevit; SVC: sous vide pişirilmiş kerevit; BC: kaynayan suda haşlanmış kerevit; MC: mikrodalgada pişirilmiş kerevit.

**Şekil 4.13:** Kontrol ve pişirilmiş kerevit grupların soğuk depolama sırasında TPAB değerleri.

#### 4.5.3. Maya Analiz Bulguları

Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarına ilişkin maya sayısındaki ölçümler Tablo 4.10'da özetlenmiştir. Araştırmada depolamanın 1. günü kontrol gruplarında (VP, MP) 1,85 ve 2,40

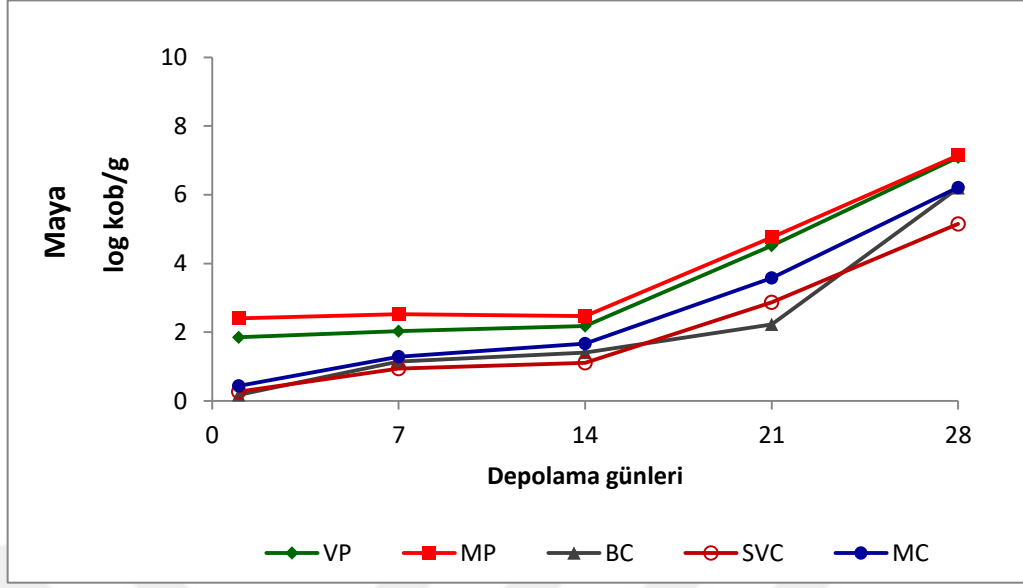
log kob/g ve pişirilmiş kerevit gruplarının (SVC, BC ve MC) maya sayısı sırasıyla 0,27, 0,18 ve 0,44 log kob/g olarak bulunmuştur.

Piştirilmiş kerevit gruplarında toplam maya yükünün <1 log kob/g altında olduğu Şekil 4.14’de görülmektedir. Soğuk depolamanın 21. gününde hem kontrol hem de piştirilmiş kerevit gruplarının toplam maya yükünün sınır değerleri aşmadığı (<5 log kob/g) tespit edilmiştir. 28 günlük soğuk depolama sonrasında tüm piştirilmiş kerevit gruplarında limit değerlerin aşıldığı (>5 log kob/g) belirlenmiştir.

**Tablo 4.10:** Kontrol ve piştirilmiş kerevit gruplarının depolama sırasındaki maya değerleri.

| Maya (log kob/g) |                                  |                                 |                                  |                                  |                                 |
|------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Gün              | VP                               | MP                              | SVC                              | BC                               | MC                              |
| 1.               | 1,85 ± 0,76 <sup>a,v</sup>       | 2,40± 0,38 <sup>b,v</sup>       | 0,27 ± 0,15 <sup>c,v</sup>       | 0,18 ± 0,07 <sup>d,v</sup>       | 0,44± 0,10 <sup>e,v</sup>       |
| 7.               | 2,03 ± 1,75 <sup>a,w</sup>       | 2,53± 0,45 <sup>b,w</sup>       | 0,94 ± 0,35 <sup>c,w</sup>       | 1,15 ± 0,13 <sup>d,w</sup>       | 1,29± 1,09 <sup>e,w</sup>       |
| 14.              | 2,18 ± 0,28 <sup>a,x</sup>       | 2,47± 0,79 <sup>b,x</sup>       | 1,11 ± 1,17 <sup>c,x</sup>       | 1,41 ± 0,44 <sup>d,x</sup>       | 1,67± 0,30 <sup>e,x</sup>       |
| 21.              | 4,52 ± 0,39 <sup>a,y</sup>       | 4,76± 0,51 <sup>b,y</sup>       | 2,87 ± 0,55 <sup>c,y</sup>       | 2,23 ± 0,07 <sup>d,y</sup>       | 3,58± 0,46 <sup>e,y</sup>       |
| 28.              | <b>7,09 ± 0,76<sup>a,z</sup></b> | <b>7,15± 0,43<sup>b,z</sup></b> | <b>5,15 ± 0,67<sup>c,z</sup></b> | <b>6,20 ± 0,17<sup>d,z</sup></b> | <b>6,21± 0,34<sup>d,z</sup></b> |

Sonuçlar ortalama ± standart sapmadır (n=6). Aynı satırdaki farklı harfler <sup>(a,b,c,d,e)</sup> ve aynı sütundaki farklı harfler <sup>(v,w,x,y,z)</sup> istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir (p<0,05). VP: vakum ambalajlı kerevit; MP: mikrodalga ambalajlı kerevit; SVC: sous vide pişmiş kerevit; BC: kaynayan suda haşlanmış kerevit; MC: mikrodalgada pişmiş kerevit.



Şekil 4.14: Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolama sırasında toplam maya değerleri.

#### 4.5.4. Küf Analiz Bulguları

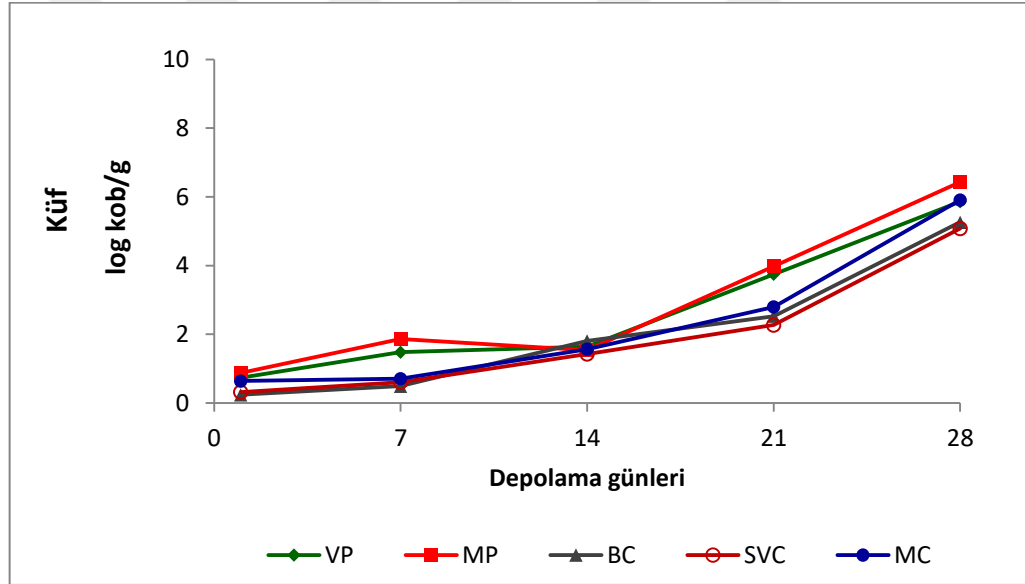
Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarına ilişkin küf sayısındaki ölçümler Tablo 4.15’de özetlenmiştir. Soğuk depolamanın 1. gününde kontrol gruplarında (VP ve MP) sırasıyla 0,74 ve 0,88 log kob/g ve pişirilmiş kerevit gruplarında (SVC, BC ve MC) sırasıyla 0,32, 0,24 ve 0,64 log kob/g olarak bulunmuştur.

Hem kontrol (VP ve MP) hem de pişirilmiş kerevit gruplarındaki (SVC, BC ve MC) 1. gün küf değerleri  $<1$  log kob/g değerinin altında olduğu tespit edilmiştir. Soğuk depolamanın 21. gününde hem kontrol hem de pişirilmiş kerevit gruplarının küf değerleri  $<5$  log kob/g olarak belirlenmiştir. 28 günlük soğuk depolama sonrasında kontrol ve pişirilmiş kerevitlerin tümündeki küf yükünün  $>5$  log kob/g değerini aştığı tespit edilmiştir (Şekil 4.15).

**Tablo 4.11:** Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolama sırasında küf değerleri.

| Küf (log kob/g) |                            |                            |                            |                            |                            |
|-----------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Gün             | VP                         | MP                         | BC                         | SVC                        | MC                         |
| 1.              | 0,74 ± 0,23 <sup>a,v</sup> | 0,88 ± 0,29 <sup>b,v</sup> | 0,24 ± 0,15 <sup>c,v</sup> | 0,32 ± 0,48 <sup>d,v</sup> | 0,64 ± 0,43 <sup>e,v</sup> |
| 7.              | 1,48 ± 0,88 <sup>a,w</sup> | 1,86 ± 0,32 <sup>b,w</sup> | 0,49 ± 0,21 <sup>c,w</sup> | 0,61 ± 0,12 <sup>d,w</sup> | 0,71 ± 0,61 <sup>e,w</sup> |
| 14.             | 1,64 ± 0,28 <sup>a,x</sup> | 1,54 ± 0,48 <sup>b,x</sup> | 1,81 ± 0,66 <sup>c,x</sup> | 1,43 ± 0,48 <sup>d,x</sup> | 1,57 ± 0,82 <sup>b,x</sup> |
| 21.             | 3,75 ± 1,17 <sup>a,y</sup> | 3,98 ± 0,57 <sup>b,y</sup> | 2,53 ± 0,17 <sup>c,y</sup> | 2,27 ± 0,65 <sup>d,y</sup> | 2,80 ± 1,25 <sup>e,y</sup> |
| 28.             | 5,86 ± 0,91 <sup>a,z</sup> | 6,43 ± 0,78 <sup>b,z</sup> | 5,26 ± 0,23 <sup>c,z</sup> | 5,08 ± 0,96 <sup>d,z</sup> | 5,91 ± 0,56 <sup>e,z</sup> |

Sonuçlar ortalama ± standart sapmadır (n=6). Aynı satırdaki farklı harfler (<sup>a,b,c,d,e</sup>) ve aynı sütundaki farklı harfler (<sup>v,w,x,y,z</sup>) istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir (p<0,05). VP: vakum ambalajlı kerevit; MP: mikrodalga ambalajlı kerevit; SVC: sous vide pişmiş kerevit; BC: kaynayan suda haşlanmış kerevit; MC: mikrodalgada pişmiş kerevit.

**Şekil 4.15:** Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolama sırasındaki küf değerleri

#### 4.5.5. Toplam Koliform Analiz Bulguları

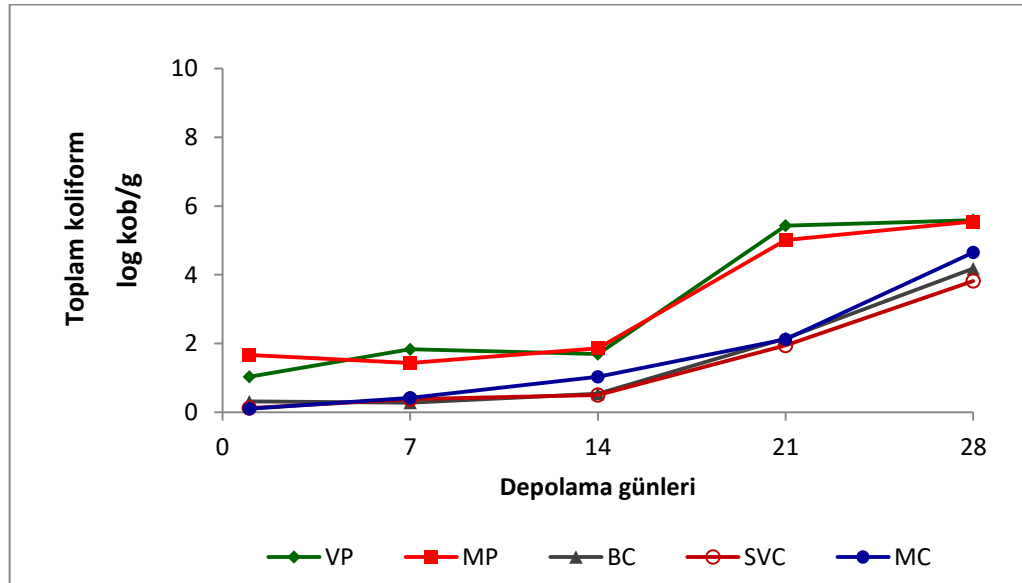
Soğuk depolamanın 1. gününde kontrol gruplarındaki (VP ve MP) toplam koliform bakteri yükü sırasıyla 1,03 ve 1,66 log kob/g olarak belirlenmiştir. Pişirilen kerevit numunelerinin (MC, SVC ve BC) tümünde pişirme işleminden sonra birinci gün <1 log kob/g olduğu tespit edilmiştir. Pişirme işleminin, ürünlerdeki toplam koliform bakteri yükünü azaltmada etkili olduğu bulunmuştur.

Soğuk depolamanın 14. gününde SVC ve BC ürün gruplarının toplam koliform bakteri yükünün hala  $<1$  log kob/g olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.12, Şekil 4.16). Soğuk depolamanın 28. gününde kontrol grubu örneklerinin dışındaki tüm pişirilmiş ürün gruplarındaki toplam koliform değerlerinin  $<5$  log kob/g olduğu belirlenmiştir.

**Tablo 4.12:** Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolama sırasındaki toplam koliform değerleri.

| Toplam koliform (log kob/g) |                           |                           |                           |                           |                           |
|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Gün                         | VP                        | MP                        | SVC                       | BC                        | MC                        |
| 1.                          | 1,03± 0,90 <sup>a,v</sup> | 1,66± 0,10 <sup>b,v</sup> | 0,12± 0,02 <sup>c,v</sup> | 0,31± 0,24 <sup>d,v</sup> | 0,10± 0,00 <sup>c,v</sup> |
| 7.                          | 1,83± 0,58 <sup>a,w</sup> | 1,43± 0,29 <sup>b,w</sup> | 0,38± 0,45 <sup>c,w</sup> | 0,28± 0,20 <sup>d,v</sup> | 0,42± 0,36 <sup>c,w</sup> |
| 14.                         | 1,69± 0,74 <sup>a,x</sup> | 1,86± 0,26 <sup>b,x</sup> | 0,50± 0,36 <sup>c,x</sup> | 0,54± 0,43 <sup>c,w</sup> | 1,03± 0,83 <sup>d,x</sup> |
| 21.                         | 5,43± 0,50 <sup>a,y</sup> | 5,01± 0,50 <sup>b,y</sup> | 1,94± 1,74 <sup>c,y</sup> | 2,15± 0,56 <sup>d,x</sup> | 2,12± 0,98 <sup>d,y</sup> |
| 28.                         | 5,59± 0,50 <sup>a,z</sup> | 5,55± 0,70 <sup>a,z</sup> | 3,82± 0,23 <sup>b,z</sup> | 4,18± 0,52 <sup>c,y</sup> | 4,65± 0,30 <sup>d,z</sup> |

Sonuçlar ortalama ± standart sapmadır (n=6). Aynı satırdaki farklı harfler (<sup>a,b,c,d,e</sup>) ve aynı sütundaki farklı harfler (<sup>v,w,x,y,z</sup>) istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir (p<0,05). VP: vakum ambalajlı kerevit; MP: mikrodalga ambalajlı kerevit; SVC: sous vide pişmiş kerevit; BC: kaynayan suda haşlanmış kerevit; MC: mikrodalgada pişmiş kerevit.



**Şekil 4.16:** Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolama sırasındaki toplam koliform değerleri.

#### 4.5.6. *E. coli* Analiz Bulguları

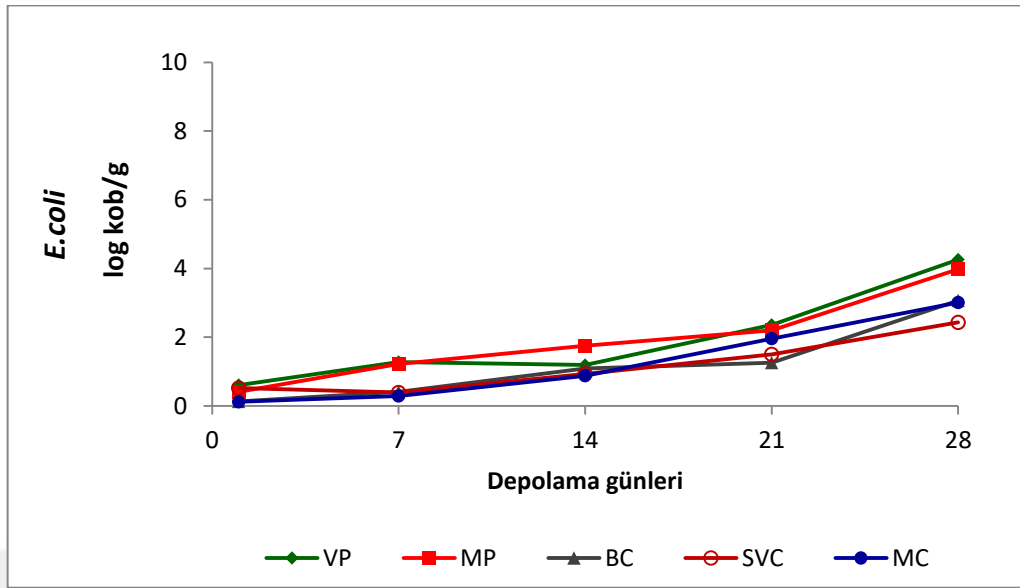
*E. coli* analiz bulgularına göre soğuk depolamanın 1. gününde kontrol gruplarında (VP ve MP) 0,61 ve 0,41 log kob/g ve pişirilmiş kerevit numunelerinde (MC, BC ve SVC) ise; sırasıyla 0,12, 0,13 ve 0,52 log kob/g *E. coli* bakteri yükü belirlenmiştir. SVC ve MC ürün gruplarında soğuk depolamanın 14. gününde *E. coli* değerlerinin <1 log kob/g olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.13, Şekil 4.17).

28 günlük soğuk depolama sonrasında kontrol gruplarında (VP ve MP) 4,26 ve 3,98 log kob/g, pişirilmiş kerevit numunelerinde (SVC, MC ve BC) ise; sırasıyla 2,43, 3,01 ve 3,07 log kob/g *E. coli* bakteri yükü belirlenmiştir.

**Tablo 4.13:** Kontrol ve pişirilmiş kerevit grupların depolama sırasında *E.coli* değerleri.

| <i>E.coli</i> (log kob/g) |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Gün                       | VP                         | MP                         | SVC                        | BC                         | MC                         |
| 1.                        | 0,61 ± 0,53 <sup>a,v</sup> | 0,41 ± 0,33 <sup>b,v</sup> | 0,52 ± 0,11 <sup>c,v</sup> | 0,13 ± 0,06 <sup>d,v</sup> | 0,12 ± 0,03 <sup>d,v</sup> |
| 7.                        | 1,28 ± 0,40 <sup>a,w</sup> | 1,22 ± 0,62 <sup>b,w</sup> | 0,39 ± 0,16 <sup>c,w</sup> | 0,41 ± 0,26 <sup>c,w</sup> | 0,29 ± 0,13 <sup>d,w</sup> |
| 14.                       | 1,19 ± 0,25 <sup>a,x</sup> | 1,75 ± 0,76 <sup>b,x</sup> | 0,93 ± 0,73 <sup>c,x</sup> | 1,09 ± 0,36 <sup>d,x</sup> | 0,88 ± 0,34 <sup>e,x</sup> |
| 21.                       | 2,36 ± 1,41 <sup>a,y</sup> | 2,20 ± 0,26 <sup>b,y</sup> | 1,50 ± 1,32 <sup>c,y</sup> | 1,26 ± 0,45 <sup>d,y</sup> | 1,96 ± 1,47 <sup>e,y</sup> |
| 28.                       | 4,26 ± 0,33 <sup>a,z</sup> | 3,98 ± 0,92 <sup>b,z</sup> | 2,43 ± 0,94 <sup>c,z</sup> | 3,07 ± 0,60 <sup>d,z</sup> | 3,01 ± 1,29 <sup>e,z</sup> |

Sonuçlar ortalama ± standart sapmadır (n=6). Aynı satırdaki farklı harfler (<sup>a,b,c,d,e</sup>) ve aynı sütundaki farklı harfler (<sup>v,w,x,y,z</sup>) istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir (p<0,05). VP: vakum ambalajlı kerevit; MP: mikrodalga ambalajlı kerevit; SVC: sous vide pişmiş kerevit; BC: kaynayan suda haşlanmış kerevit; MC: mikrodalgada pişmiş kerevit.



Şekil 4.17: Kontrol ve pişirilmiş kerevit gruplarının soğuk depolama sırasındaki *E.coli* değerleri.

#### 4.6. BESİN BİLEŞİMİ VE KOMPOZİSYONU ANALİZ BULGULARI

##### 4.6.1. Besin Bileşimi (%) Analiz Bulguları

Çiğ (FC) ve pişirilmiş kerevitlerin (BC, SVC, MC) besin bileşimi ve enerji değerleri sonuçları Tablo 4.14 ve Şekil 4.18'de gösterilmiştir.

Piştirme sonrası kerevit gruplarının % ham yağ ve ham protein değerlerinde artış gözlenmiştir. Diğer taraftan piştirme sonrası kerevit gruplarının tümünün % nem, % ham kül ve % karbonhidrat değerlerinde düşüş olduğu tespit edilmiştir. Su ürünlerinde ısıtıl işleminden sonra nem içeriğinin azalmasına bağlı olarak protein ve yağ değerlerinde artış olabilmektedir.

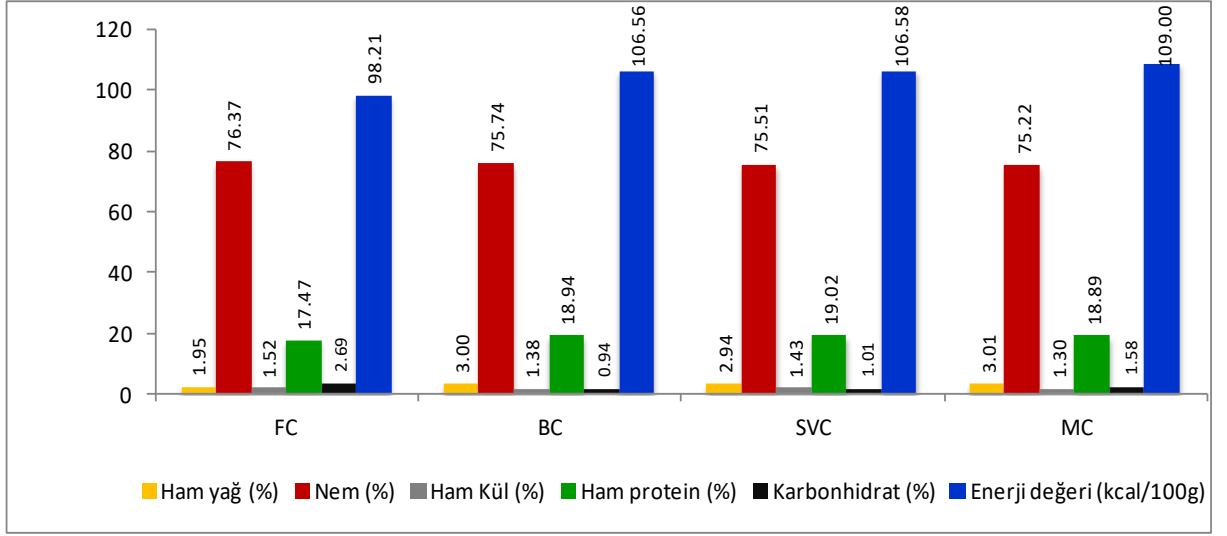
Piştirme yöntemine bağlı olarak en yüksek ham protein artışının %1,55'lik oran ile SVC kerevit grubunda olduğu belirlenmiştir. BC ve MC kerevit gruplarındaki protein değerlerindeki artış oranının sırasıyla %1,47 ve %1,42'lik düzeyde olduğu bulunmuştur. Benzer şekilde piştirme işlemi sonrasında pişirilmiş kerevit gruplarının tümünde ham yağ içeriklerinde artış olduğu belirlenmiştir. En yüksek yağ oranı artışının %1,06'lik oran ile MC

kerevit grubunda olduğu tespit edilmiştir. Bu kerevit grubunu % 1,05'lik yağ oranı artışı ile BC ve % 0,99'luk yağ oranı artışı ile SVC kerevit gruplarının izlediği Tablo 4.14'de görülmektedir. BC ve SVC grubu enerji değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken ( $p>0,05$ ) MC grubu ile diğer pişirme yöntemlerinin (SVC, BC) enerji değerleri arasında istatistiksel farkın anlamlı olduğu görülmektedir ( $p<0,05$ ).

**Tablo 4.14:** Çiğ ve pişirilmiş kerevitlerin besin bileşimi.

| Örnek      | Ham yağ (%)                  | Nem (%)                 | Ham Kül (%)            | Ham protein (%)               | Karbonhidrat (%)       | Enerji (kcal/100 g)            |
|------------|------------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|--------------------------------|
| <b>FC</b>  | 1,95±0,05 <sup>a</sup>       | 76,37±0,24 <sup>a</sup> | 1,52±0,32 <sup>a</sup> | 17,47±0,46 <sup>a</sup>       | 2,69±0,27 <sup>a</sup> | 98,21±2,51 <sup>a</sup>        |
| <b>BC</b>  | 3,00±0,37 <sup>b</sup>       | 75,74±1,07 <sup>b</sup> | 1,38±0,08 <sup>b</sup> | 18,94±0,06 <sup>b</sup>       | 0,94±0,02 <sup>b</sup> | 106,56±3,35 <sup>b</sup>       |
| <b>SVC</b> | 2,94±0,07 <sup>c</sup>       | 75,51±0,57 <sup>c</sup> | 1,43±0,04 <sup>c</sup> | <b>19,02±0,03<sup>c</sup></b> | 1,01±0,03 <sup>c</sup> | 106,58±0,72 <sup>b</sup>       |
| <b>MC</b>  | <b>3,01±0,47<sup>b</sup></b> | 75,22±0,79 <sup>d</sup> | 1,30±0,22 <sup>d</sup> | 18,89±0,11 <sup>d</sup>       | 1,58±0,90 <sup>d</sup> | <b>109,00±6,17<sup>c</sup></b> |

Sonuçlar ortalama ± standart sapmadır (n=6). Aynı sütundaki farklı harfler <sup>(a,b,c,d)</sup> istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir ( $p<0,05$ ). FC: çiğ kerevit; SVC: sous vide pişmiş kerevit; BC: kaynayan suda haşlanmış kerevit; MC: mikrodalgada pişmiş kerevit.



Şekil 4.18: Çiğ ve pişirilmiş kerevit gruplarının besin bileşimi (%) değerleri.

#### 4.6.2. Besin Kompozisyonu Analiz Bulguları

##### 4.6.2.1. Yağ Asit Analiz Bulguları

Araştırmada elde edilen çiğ ve pişirilmiş kerevit gruplarına ilişkin yağ asidi kompozisyonu Tablo 4.15’de özetlenmiştir. Çiğ (FC) kerevitlerin başlıca doymuş yağ asitleri palmitik (% 18,10) ve stearik (% 11,40) asitlerin olduğu bulunmuştur. Pişirme sonrasında kerevit gruplarının (SVC, BC ve MC) toplam doymuş yağ asitleri oranlarında sırasıyla % 1,23, % 7,49 ve % 11,22’lik azalma tespit edilmiştir.

Çiğ kerevitlerin temel tekli doymamış yağ asitleri palmitoleik (% 4,26) ve oleik (% 16,04) asitler olup, toplam tekli doymamış yağ asidi oranı % 21,95 olarak bulunmuştur. Pişirilmiş kerevit grupların (SVC, BC, MC) toplam tekli doymamış yağ asidi ( $\Sigma$ MUFA) oranının pişirme sonrasında arttığı tespit edilmiştir.

Pişirilmiş kerevit gruplarında (SVC, BC ve MC) en yüksek doymuş yağ asiti palmitik asit (SVC: % 21,29, BC: % 20,40 ve MC: % 20,20); tekli doymamış yağ asiti (MUFA) ise oleik asittir (SVC: % 13,34, BC: % 13,71 ve MC: % 14,72).

Çiğ ve pişirilmiş ürünlerde (SVC, BC, MC) sırasıyla toplam çoklu doymamış yağ asiti ( $\Sigma$ PUFA) % 24,68, % 19,07, % 24,67, % 23,76 olarak bulunmuştur (Şekil 4.19). Araştırmada çiğ ve pişirilmiş kerevitlerde en yüksek PUFA değerlerinin araşidonik asit (Çiğ: % 7,70 ve Pişirilmiş kerevit: % 5,26-6,90) ve eiokosapentaenoik asit (EPA)'in (Çiğ: % 7,75 ve Pişirilmiş kerevit: % 5,11-7,33) oluşturduğu belirlenmiştir.

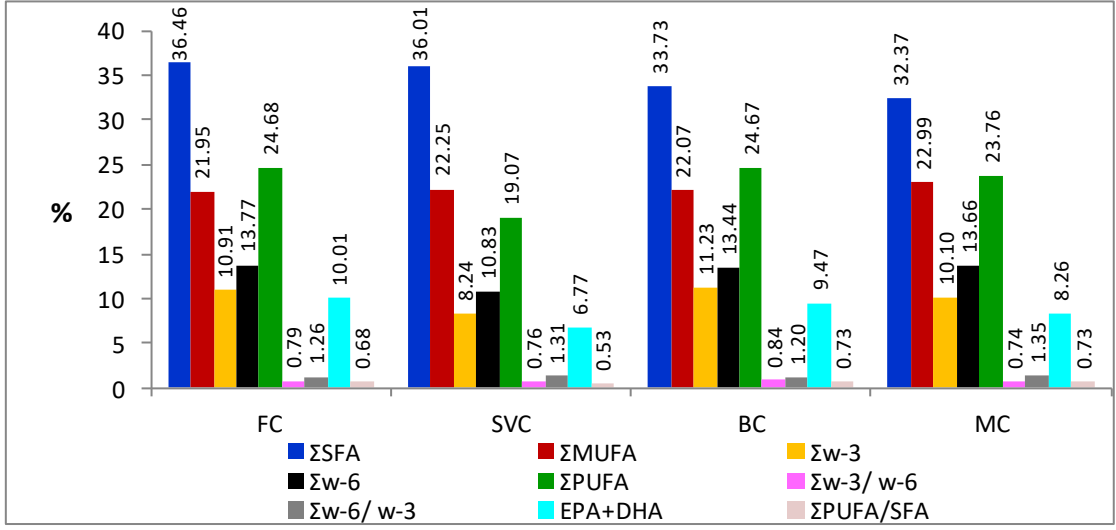
Çiğ üründe en yüksek  $\omega$ -3 yağ asitlerinin EPA (%7,75) ve DHA (%2,26) olduğu tespit edilmiştir. Buna göre çiğ kerevitte lipit kalite indeksi ( $LQI = EPA + DHA$ ) %10,01'dir. C18:3n3 yağ asiti çiğ üründe % 0,90 olarak tespit edilmiş olup pişirme sonrası tüm kerevit gruplarında (SVC: % 1,33, BC: % 1,64, MC: % 1,66) artmıştır. Çiğ üründe en yüksek  $\omega$ -6 yağ asidinin ise % 7,70 ile araşidonik asit olduğu tespit edilmiştir. C18:2n6 yağ asiti çiğ üründe % 4,73 olarak tespit edilmiş olup mikrodalgada pişirme (% 6,07) ve kaynayan suda haşlama (% 4,80) sonrası değerlerinde artış olduğu görülmüştür.

Pişirme işleminden sonra toplam PUFA'lardaki en yüksek kayıp SVC grubu kerevitlerde % 23 civarında olmuştur. Çalışmada çiğ ve pişirilmiş ürünlerde (SVC, BC, MC)  $\Sigma\omega$ -3/ $\omega$ 6 yağ asiti oranının % 0,74-0,84;  $\Sigma\omega$ -6/ $\omega$ 3 yağ asiti oranının % 1,20-1,35;  $\Sigma$ PUFA/SFA yağ asiti oranının ise % 0,53-0,73 arasında olduğu görülmektedir (Tablo 4.15, Şekil 4.19).

**Tablo 4.15:** Çiğ ve pişirilmiş kerevitlerde yağ asit değerleri.

| Yağ asitleri (%)                               | FC                      | SVC                     | BC                      | MC                      |
|------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| C12:0 Laurik asit                              | 1,00±0,01 <sup>a</sup>  | 0,17±0,04 <sup>b</sup>  | 0,15±0,01 <sup>b</sup>  | 0,19±0,01 <sup>b</sup>  |
| C14:0 Miristik asit                            | 1,90±0,02 <sup>a</sup>  | 1,25±0,02 <sup>b</sup>  | 1,23±0,02 <sup>b</sup>  | 1,95±0,04 <sup>c</sup>  |
| C15:0 Pentadekanoik asit                       | 0,68±0,01 <sup>a</sup>  | 0,89±0,04 <sup>b</sup>  | 0,84±0,00 <sup>c</sup>  | 0,79±0,01 <sup>d</sup>  |
| C16:0 Palmitik asit                            | 18,10±0,13 <sup>a</sup> | 21,29±0,13 <sup>b</sup> | 20,40±0,05 <sup>c</sup> | 20,20±0,13 <sup>d</sup> |
| C16:1 Palmitoleik asit                         | 4,26±0,02 <sup>a</sup>  | 7,36±0,02 <sup>b</sup>  | 6,96±0,02 <sup>c</sup>  | 7,06±0,06 <sup>d</sup>  |
| C17:0 Heptadekanoik asit                       | 1,23±0,02 <sup>a</sup>  | 1,28±0,01 <sup>b</sup>  | 1,13±0,02 <sup>c</sup>  | 1,00±0,01 <sup>d</sup>  |
| C18:0 Stearik asit                             | 11,40±0,18 <sup>a</sup> | 9,39±0,02 <sup>b</sup>  | 8,34±0,06 <sup>c</sup>  | 6,76±0,06 <sup>d</sup>  |
| C18:1n9t Elaidik asit                          | 0,46±0,01 <sup>a</sup>  | 0,48±0,01 <sup>a</sup>  | 0,41±0,02 <sup>b</sup>  | 0,37±0,00 <sup>b</sup>  |
| C18:1n9c Oleik asit                            | 16,04±0,16 <sup>a</sup> | 13,34±0,10 <sup>b</sup> | 13,71±0,06 <sup>c</sup> | 14,72±0,00 <sup>d</sup> |
| C18:2n6 Linoleik asit                          | 4,73±0,09 <sup>a</sup>  | 4,14±0,11 <sup>b</sup>  | 4,80±0,08 <sup>c</sup>  | 6,07±0,08 <sup>d</sup>  |
| C20:0 Araşidik asit                            | 1,00±0,02 <sup>a</sup>  | 0,84±0,04 <sup>b</sup>  | 0,72±0,00 <sup>c</sup>  | 0,54±0,01 <sup>d</sup>  |
| C20:1 cis-Eikosenoik asit                      | 1,19±0,05 <sup>a</sup>  | 1,07±0,01 <sup>b</sup>  | 0,99±0,04 <sup>c</sup>  | 0,84±0,04 <sup>d</sup>  |
| C18:3n3 a-Linolenik asit                       | 0,90±0,00 <sup>a</sup>  | 1,33±0,00 <sup>b</sup>  | 1,64±0,03 <sup>c</sup>  | 1,66±0,04 <sup>c</sup>  |
| C21:0 Henikosanoik asit                        | 0,57±0,06 <sup>a</sup>  | 0,39±0,01 <sup>b</sup>  | 0,49±0,08 <sup>c</sup>  | 0,62±0,03 <sup>d</sup>  |
| C20:2 cis-11,14-Eikosadienoik asit             | 1,34±0,01 <sup>a</sup>  | 1,29±0,04 <sup>b</sup>  | 1,55±0,07 <sup>c</sup>  | 1,49±0,02 <sup>d</sup>  |
| C22:0 Behenik asit                             | 0,58±0,00 <sup>a</sup>  | 0,51±0,01 <sup>b</sup>  | 0,43±0,01 <sup>c</sup>  | 0,32±0,01 <sup>d</sup>  |
| C20:3n6 cis-8,11,14-Eikosatrienoik asit        | 0,00±0,00*              | 0,14±0,08 <sup>a</sup>  | 0,19±0,02 <sup>b</sup>  | 0,21±0,02 <sup>b</sup>  |
| C20:3n3 cis-11,14,17-Eikosatrienoik asit       | 0,00±0,00*              | 0,14±0,01 <sup>a</sup>  | 0,12±0,04 <sup>a</sup>  | 0,18±0,03 <sup>b</sup>  |
| C20:4n6 Araşidonik asit                        | 7,70±0,30 <sup>a</sup>  | 5,26±0,02 <sup>b</sup>  | 6,90±0,08 <sup>c</sup>  | 5,89±0,08 <sup>d</sup>  |
| C20:5n3 cis-5,8,11,14,17 Eikosapentaenoik asit | 7,75±0,01 <sup>a</sup>  | 5,11±0,07 <sup>b</sup>  | 7,33±0,01 <sup>c</sup>  | 6,20±0,44 <sup>d</sup>  |
| C22:6n3 Dokosaheksaenoik asit                  | 2,26±0,01 <sup>a</sup>  | 1,66±0,02 <sup>b</sup>  | 2,14±0,00 <sup>c</sup>  | 2,06±0,03 <sup>d</sup>  |
| ΣSFA                                           | 36,46±0,28 <sup>a</sup> | 36,01±0,11 <sup>b</sup> | 33,73±0,10 <sup>c</sup> | 32,37±0,22 <sup>d</sup> |
| ΣMUFA                                          | 21,95±0,13 <sup>a</sup> | 22,25±0,06 <sup>b</sup> | 22,07±0,02 <sup>c</sup> | 22,99±0,11 <sup>d</sup> |
| ΣPUFA                                          | 24,68±0,20 <sup>a</sup> | 19,07±0,27 <sup>b</sup> | 24,67±0,10 <sup>a</sup> | 23,76±0,57 <sup>c</sup> |
| Σω-3 PUFA                                      | 10,91±0,02 <sup>a</sup> | 8,24±0,06 <sup>b</sup>  | 11,23±0,01 <sup>c</sup> | 10,10±0,40 <sup>d</sup> |
| Σω-6 PUFA                                      | 13,77±0,21 <sup>a</sup> | 10,83±0,16 <sup>b</sup> | 13,44±0,02 <sup>c</sup> | 13,66±0,14 <sup>d</sup> |
| Σω-3/ ω-6                                      | 0,79±0,01 <sup>a</sup>  | 0,76±0,01 <sup>a</sup>  | 0,84±0,01 <sup>b</sup>  | 0,74±0,02 <sup>a</sup>  |
| Σω-6/ ω-3                                      | 1,26±0,02 <sup>a</sup>  | 1,31±0,01 <sup>b</sup>  | 1,20±0,00 <sup>c</sup>  | 1,35±0,04 <sup>b</sup>  |
| EPA+DHA                                        | 10,01±0,01 <sup>a</sup> | 6,77±0,05 <sup>b</sup>  | 9,47±0,01 <sup>c</sup>  | 8,26±0,24 <sup>d</sup>  |
| ΣPUFA/SFA                                      | 0,68±0,00 <sup>a</sup>  | 0,53±0,00 <sup>b</sup>  | 0,73±0,01 <sup>a</sup>  | 0,73±0,02 <sup>a</sup>  |

\*İstatistiksel olarak değerlendirilmedi. Sonuçlar ortalama ± standart sapmadır (n=6). Aynı satırdaki farklı harfler <sup>(a-d)</sup> istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir (p<0,05). FC: çiğ kerevit; SVC: sous vide pişmiş kerevit; BC: kaynayan suda haşlanmış kerevit; MC: mikrodalgada pişmiş kerevit.



Şekil 4.19: Çiğ ve pişirilmiş kerevitlerde yağ asitleri oransal dağılımı (%).

#### 4.6.2.2. Amino Asit Analiz Bulguları

Çiğ ve pişmiş kerevitte bulunan amino asit miktarları Tablo 4.16'da sunulmuştur. Toplam amino asitlerde ( $\Sigma$ AA) pişirmeye bağlı olarak artış olduğu görülmektedir. Çiğ kerevitte tespit edilen en yüksek esansiyel amino asitler lizin (2 g/100g) ve lösin (1,04 g/100g) olmuştur. Çiğ kerevitte esansiyel olmayan amino asitlerden en yüksek değerler glutamik asit (1,75 g/100g) ve alanin (1,06 g/100g) olmuştur. Pişirme sonrası BC grubunda glisin ve alanin değerlerinde düşüş tespit edilmiştir.

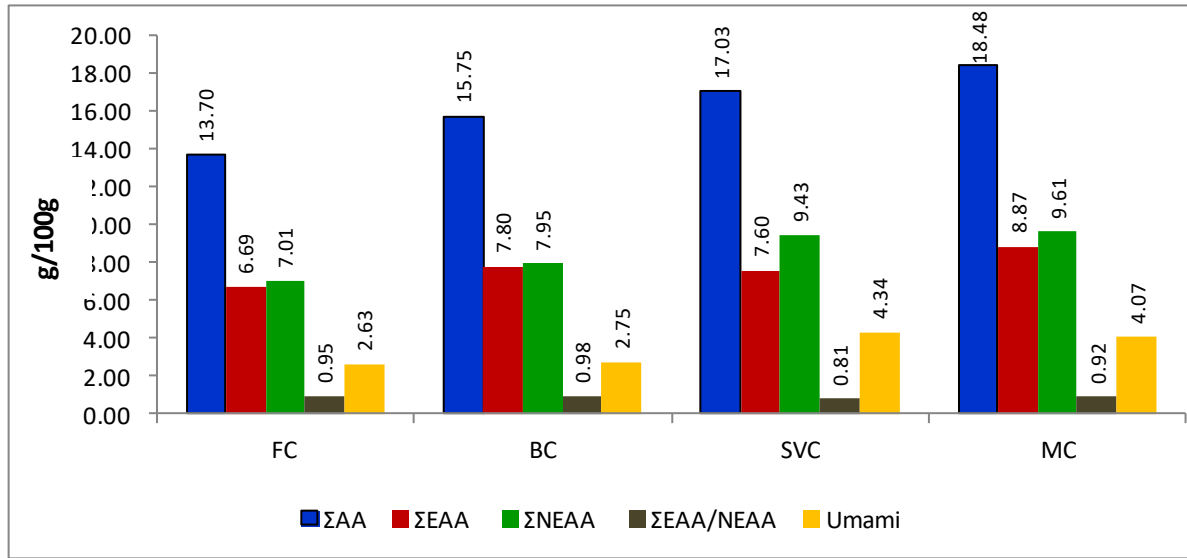
Çiğ kerevitte toplam amino asit değeri 13,70 g/100g; pişirilmiş ürünlerde BC: 15,75 g/100g, SVC: 17,03 g/100g, MC: 18,48 g/100g olduğu bulunmuştur. Toplam esansiyel amino asitlerde ve toplam esansiyel olmayan amino asitlerde pişirmeye bağlı en yüksek artışın mikrodalga pişirmede olduğu görülmektedir. Bunu  $\Sigma$ EAA'lerde kaynayan suda haşlama ve  $\Sigma$ NEAA'lerde sous vide pişirme takip etmektedir (Tablo 4.16). Çiğ ve pişmiş ürünlerde  $\Sigma$ EAA/  $\Sigma$ NEAA oranının 0,81-0,98 g/100g arasında olduğu tespit edilmiştir. Çiğ ve pişirilmiş ürünlerin  $\Sigma$ EAA/  $\Sigma$ NEAA değerleri arasında sadece sous vide pişirmede istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmiştir ( $p < 0,05$ ). Gıdalarda umami karakteristik lezzeti veren glutamik asit + aspartik asit amino asitlerin toplamı çiğ üründe 2,63 g/100g olarak tespit edilmiş olup,

pişirilmiş ürünlerde (BC, SVC, MC) sırasıyla 2,75 g/100g, 4,34 g/100g, 4,07 g/100g olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.20).

**Tablo 4.16:** Çiğ ve pişirilmiş kerevitlerde amino asit bileşimi.

| Amino asitler<br>(g/100g) | FC                      | BC                      | SVC                     | MC                      |
|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Aspartik asit             | 0,88±0,01 <sup>a</sup>  | 0,99±0,01 <sup>b</sup>  | 1,56±0,02 <sup>c</sup>  | 1,50±0,04 <sup>d</sup>  |
| Glutamik asit             | 1,75± 0,01 <sup>a</sup> | 1,76±0,10 <sup>a</sup>  | 2,78±0,06 <sup>b</sup>  | 2,57±0,10 <sup>c</sup>  |
| Serin                     | 0,55±0,01 <sup>a</sup>  | 0,83±0,00 <sup>b</sup>  | 0,87±0,01 <sup>b</sup>  | 0,80±0,01 <sup>c</sup>  |
| Glisin                    | 0,85±0,00 <sup>a</sup>  | 0,81±0,00 <sup>a</sup>  | 0,93±0,00 <sup>b</sup>  | 0,94±0,05 <sup>b</sup>  |
| Histidin*                 | 0,51±0,01 <sup>a</sup>  | 0,66±0,00 <sup>b</sup>  | 0,66±0,00 <sup>b</sup>  | 0,61±0,00 <sup>c</sup>  |
| Arjinin                   | 0,78±0,00 <sup>a</sup>  | 0,89±0,00 <sup>b</sup>  | 0,91±0,01 <sup>b</sup>  | 0,99±0,00 <sup>c</sup>  |
| Treonin*                  | 0,56±0,00 <sup>a</sup>  | 0,72±0,00 <sup>b</sup>  | 0,81±0,00 <sup>c</sup>  | 0,74±0,00 <sup>b</sup>  |
| Alanin                    | 1,06± 0,03 <sup>a</sup> | 0,92±0,00 <sup>b</sup>  | 1,06±0,06 <sup>a</sup>  | 1,08±0,03 <sup>a</sup>  |
| Prolin                    | 0,59±0,00 <sup>a</sup>  | 0,59±0,00 <sup>a</sup>  | 0,69±0,01 <sup>b</sup>  | 0,75±0,02 <sup>c</sup>  |
| Tirosin                   | 0,55±0,00 <sup>a</sup>  | 1,16±0,12 <sup>b</sup>  | 0,63±0,00 <sup>c</sup>  | 0,98±0,00 <sup>d</sup>  |
| Valin*                    | 0,61±0,01 <sup>a</sup>  | 0,68±0,01 <sup>b</sup>  | 0,76±0,01 <sup>c</sup>  | 0,77±0,00 <sup>c</sup>  |
| Metiyonin*                | 0,37±0,00 <sup>a</sup>  | 0,44±0,00 <sup>b</sup>  | 0,53±0,00 <sup>c</sup>  | 0,50±0,00 <sup>c</sup>  |
| Izolösin*                 | 0,72±0,00 <sup>a</sup>  | 0,88±0,01 <sup>b</sup>  | 0,93±0,01 <sup>c</sup>  | 0,93±0,00 <sup>c</sup>  |
| Lösin*                    | 1,04±0,01 <sup>a</sup>  | 1,09±0,04 <sup>b</sup>  | 1,30±0,04 <sup>c</sup>  | 1,30±0,04 <sup>c</sup>  |
| Fenilalanin*              | 0,60±0,00 <sup>a</sup>  | 0,66±0,00 <sup>b</sup>  | 0,80±0,00 <sup>c</sup>  | 0,80±0,00 <sup>c</sup>  |
| Lizin*                    | 2,09±0,09 <sup>a</sup>  | 2,44±0,49 <sup>b</sup>  | 1,59±0,02 <sup>c</sup>  | 2,99±0,07 <sup>d</sup>  |
| Triptofan*                | 0,19±0,00 <sup>a</sup>  | 0,23±0,01 <sup>a</sup>  | 0,22±0,01 <sup>a</sup>  | 0,23±0,01 <sup>a</sup>  |
| ΣAA                       | 13,70±0,18 <sup>a</sup> | 15,75±0,78 <sup>b</sup> | 17,03±0,26 <sup>c</sup> | 18,48±0,37 <sup>d</sup> |
| ΣEAA*                     | 6,69±0,12 <sup>a</sup>  | 7,80±1,19 <sup>b</sup>  | 7,60±0,08 <sup>c</sup>  | 8,87±0,12 <sup>d</sup>  |
| ΣNEAA                     | 7,01±0,06 <sup>a</sup>  | 7,95±0,23 <sup>b</sup>  | 9,43±0,17 <sup>c</sup>  | 9,61±0,25 <sup>d</sup>  |
| ΣEAA/NEAA                 | 0,95±0,02 <sup>a</sup>  | 0,98±0,05 <sup>a</sup>  | 0,81±0,05 <sup>b</sup>  | 0,92±0,50 <sup>a</sup>  |
| Umami**                   | 2,63±0,02 <sup>a</sup>  | 2,75±0,11 <sup>b</sup>  | 4,34±0,08 <sup>c</sup>  | 4,07±0,14 <sup>d</sup>  |

\*Esansiyel amino asitler (EAA). \*\*Umami: Aspartik asit + Glutamik asit. Sonuçlar ortalama ± standart sapmadır (n=6). Gruplar arasında aynı satırdaki farklı harfler (a-d) istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05). FC: taze kerevit; BC: kaynayan suda haşlanmış kerevit; SVC: sous vide pişmiş kerevit; MC: mikrodalgada pişmiş kerevit.



**Şekil 4.20:** Çiğ ve pişirilmiş kerevitlerin toplam amino asit değerleri (ΣAA, ΣEAA, ΣNEAA, ΣEAA/NEAA, Umami).

#### 4.6.2.3. Mineral Madde Analiz Bulguları

Çiğ ve pişirilmiş kerevit gruplarının mineral madde içerikleri Tablo 4.17'de özetlenmiştir. Çiğ kerevitler için analiz edilen 14 mineral madde arasında baskın olan elementler kalsiyum, çinko, magnezyum, selenyum, potasyum, fosfor, sodyum, mangan, lityum, demir, bakır, krom, molibden ve baryumdur. Çiğ kerevitlerin Ca, Zn, Mg, Se, K, P, Na, Mn, Li, Fe, Cu, Cr, Mo, Co ve Ba içerikleri sırasıyla 289,70, 426,40, 178,60, 16,62, 144,20, 230,90, 190,50, 4,46, 0,97, 31,29, 36,12, 0,74, 0,63, 1,31 ve 0,67 mg/kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Tüm pişirme işlemlerinden sonra makro elementlerden en fazla kayıp sodyumda olmuştur ( $p < 0,05$ ). Ayrıca, MC grubu kerevitlerin başta demir olmak üzere bakır ve manganez içeriğinde pişirme işleminden sonra anlamlı bir artış tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ).

Çiğ ve pişirilmiş ürün gruplarının toplam mineral madde miktarı arasında istatistiksel fark anlamlı ( $p < 0,05$ ) bulunmuştur. Pişirme işlemi sonrasında tüm pişirilmiş kerevit gruplarının (SVC, BC ve MC) fosfor ve çinko miktarlarında belirgin bir azalma olduğu belirlenmiştir. Pişirme yöntemi ne olursa olsun pişirilmiş kerevit gruplarının tümünün magnezyum miktarları için de benzer bir durum söz konusudur. Bu arada kaynayan suda haşlama ve sous vide yöntemiyle pişirilen kerevitlerin demir (Fe) miktarında önemli bir azalma tespit edilirken,

mikrodalgada pişirilen kerevitlerde önemli bir artış tespit edilmiştir. Kerevitlerin bakır (Cu) miktarlarında pişirme yöntemine bağlı olarak hem artış hem de azalış olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Sous vide ile pişirilen kerevitlerin bakır miktarının azalmaya neden olduğu, kaynayan suda haşlama ve mikrodalgada pişirme yönteminde ise; artış gösterdiği belirlenmiştir.

Çalışmada çiğ kerevitlerin lityum içeriği 0,97 mg/kg-1 olarak bulunmuştur. Kaynayan suda haşlama ve mikrodalga pişirme yöntemlerinde lityum içeriğinde artış tespit edilmiştir. Sous vide pişirmede ise lityum miktarında azalma olmuştur.

Doğada yaygın olarak bulunan molibden, yaşam için gerekli olan temel elementlerden birisi olup, molibdenin toksik etkisi özellikle bakır seviyesi ile ilişkili olduğu bulunmuştur. Kaynayan suda haşlanmış kerevitlerde pişirme sonrası molibden (Mo) miktarında hafif bir artış tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ).

Kaynayan suda haşlanmış kerevitlerin Mo miktarında istatistiki açıdan anlamlı bir artış gözlenirken; mikrodalgada pişirilen kerevitlerin Mo miktarında istatistiki açıdan anlamlı bir azalma tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Ba ve Cr pişirilmiş kerevitlerde eser miktarda saptanmasına rağmen; en yüksek mikrodalgada pişirilmiş kerevit numunelerinde bulunmuştur.

**Tablo 4.17:** Çiğ ve pişirilmiş kerevitlerin mineral madde içerikleri.

| Mineraller (mg/kg <sup>-1</sup> ) | FC                         | BC                         | SVC                        | MC                               |
|-----------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| Kalsiyum (Ca)                     | 289,70±7,50 <sup>a</sup>   | 257,30±50,00 <sup>b</sup>  | 272,40±11,45 <sup>c</sup>  | 144,60±9,40 <sup>d</sup>         |
| Çinko (Zn)                        | 426,40±5,22 <sup>a</sup>   | 271,40±4,16 <sup>b</sup>   | 301,50±0,71 <sup>c</sup>   | 309,00±3,04 <sup>d</sup>         |
| Magnezyum (Mg)                    | 178,60±15,30 <sup>a</sup>  | 140,60±14,30 <sup>b</sup>  | 143,40±11,70 <sup>c</sup>  | 157,70±17,70 <sup>d</sup>        |
| Selenyum (Se)                     | 16,62±0,16 <sup>a</sup>    | 16,45±0,14 <sup>b</sup>    | 16,42±0,06 <sup>c</sup>    | 15,53±0,21 <sup>d</sup>          |
| Potasyum (K)                      | 144,20±11,90 <sup>a</sup>  | 144,80±8,50 <sup>b</sup>   | 178,60±4,20 <sup>c</sup>   | 195,00±1,50 <sup>d</sup>         |
| Fosfor (P)                        | 230,90±4,60 <sup>a</sup>   | 173,60±4,60 <sup>b</sup>   | 181,20±2,66 <sup>c</sup>   | 185,60±5,63 <sup>d</sup>         |
| Sodyum (Na)                       | 190,50±0,22 <sup>a</sup>   | 37,02±0,06 <sup>b</sup>    | 41,85±1,04 <sup>c</sup>    | 86,90±0,60 <sup>d</sup>          |
| Manganez (Mn)                     | 4,46±0,02 <sup>a</sup>     | 3,26±0,07 <sup>b</sup>     | 3,54±0,08 <sup>b</sup>     | 10,53±0,22 <sup>c</sup>          |
| Lityum (Li)                       | 0,97±0,00 <sup>a</sup>     | 1,03±0,00 <sup>b</sup>     | 0,91±0,00 <sup>c</sup>     | 1,53±0,01 <sup>d</sup>           |
| Demir (Fe)                        | 31,29±0,58 <sup>a</sup>    | 29,88±0,39 <sup>b</sup>    | 28,29±0,19 <sup>c</sup>    | 347,90±12,54 <sup>d</sup>        |
| Bakır (Cu)                        | 36,12±0,54 <sup>a</sup>    | 65,07±0,30 <sup>b</sup>    | 29,51±0,31 <sup>c</sup>    | 44,84±0,23 <sup>d</sup>          |
| Krom (Cr)                         | 0,74±0,03 <sup>a</sup>     | 0,67±0,02 <sup>b</sup>     | 0,63±0,03 <sup>b</sup>     | 1,83±0,08 <sup>c</sup>           |
| Molibden (Mo)                     | 0,63±0,04 <sup>a</sup>     | 0,71±0,05 <sup>b</sup>     | 0,58±0,03 <sup>a</sup>     | 0,28±0,02 <sup>c</sup>           |
| Kobalt (Co)                       | 1,31±0,01 <sup>a</sup>     | 0,60±0,03 <sup>b</sup>     | 0,81±0,00 <sup>c</sup>     | 0,66±0,03 <sup>d</sup>           |
| Baryum (Ba)                       | 0,67±0,03 <sup>a</sup>     | 2,54±0,08 <sup>b</sup>     | 0,81±0,05 <sup>c</sup>     | 8,17±0,05 <sup>d</sup>           |
| Σ                                 | 1553,11±46,15 <sup>a</sup> | 1144,93±82,70 <sup>b</sup> | 1200,45±32,51 <sup>c</sup> | <b>1510,07±51,26<sup>d</sup></b> |

Sonuçlar ortalama ± standart sapmadır (n=6). Aynı satırdaki farklı harfler <sup>(a-d)</sup> istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir (p<0,05). FC: çiğ kerevit; BC: kaynayan suda haşlanmış kerevit; SVC: sous vide pişmiş kerevit; MC: mikrodalgada pişmiş kerevit.

#### 4.6.2.4. Vitamin Analiz Bulguları

Çiğ ve pişirilmiş kerevitlerde tespit edilen vitaminler Tablo 4.18 verilmiştir. Tüm gruplarda en yüksek değerde tespit edilen vitamin E olmuştur ( $\alpha$ - tokoferol). Tüm gruplarda B grubu vitaminlerin en yüksek değeri Vitamin B<sub>3</sub> (niasin)'de gözlenmiştir. (Şekil 4.21). Çiğ ve pişmiş grupların B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, E vitaminlerin toplam ( $\Sigma$ ) değerleri sırasıyla 0,12 mg/100g, 0,31 mg/100g, 7,87 mg/100g, 0,32 mg/100g, 4,58  $\mu$ g/100g, 11,82 mg/100g olarak bulunmuştur. Toplam B<sub>2</sub> ve B<sub>6</sub> vitamin değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir (p>0,05).

Grupların toplam vitamin değerleri hesaplanırken B<sub>12</sub> vitamini  $\mu$ g/100g'dan mg/100g'a çevirilmiş olup, B<sub>12</sub> vitamin değerlerinin görülebilmesi için grupların genel toplamaları virgülden sonra 3 hane ile verilmiştir. Buna göre çiğ ve pişirilmiş kerevit gruplarının (FC, BC,

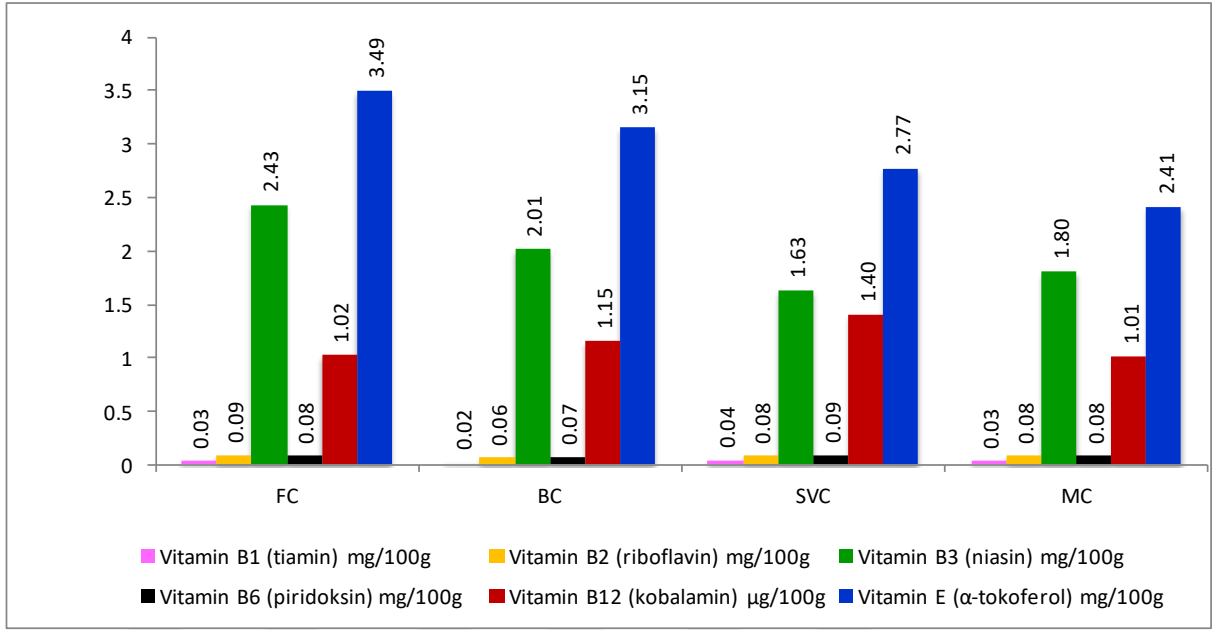
SVC, MC) toplam vitamin değerleri sırasıyla 6,121 mg/100g, 5,311 mg/100g, 4,611 mg/100g, 4,401 mg/100g olarak bulunmuştur. Grupların toplam vitamin değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Piştirilmiş kerevit gruplarının (SVC, BC, MC) B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub> vitamin değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ( $p>0,05$ ). Çiğ kerevitte B<sub>12</sub>, B<sub>3</sub> ve E vitamini sırasıyla 1,02 µg/100g, 2,43 ve 3,49 mg/100g gibi yüksek miktarlarda bulunmuştur. Çiğ kerevitte B<sub>12</sub> 1,02 µg/100g olarak bulunmuş olup mikrodalgada pişirme yönteminde bu değer bir miktar azalırken kaynayan suda haşlama yöntemi ve sous vide pişirmede artış göstermiştir. En yüksek artış sous vide pişirmede gözlenmiştir (1,40 µg/100g).

**Tablo 4.18:** Çiğ ve piştirilmiş kerevitlerin vitamin miktarları

| Örnek      | Vitamin B <sub>1</sub><br>(tiamin)<br>(mg/100g) | Vitamin B <sub>2</sub><br>(riboflavin)<br>(mg/100g) | Vitamin B <sub>3</sub><br>(niasin)<br>(mg/100g) | Vitamin B <sub>6</sub><br>(piridoksin)<br>(mg/100g) | Vitamin B <sub>12</sub><br>(kobalamin)<br>(µg/100g) | Vitamin E<br>(α-tokoferol)<br>(mg/100g) | Σ (mg/100g)*             |
|------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------|
| <b>FC</b>  | 0,03±0,00 <sup>a,w</sup>                        | 0,09±0,00 <sup>b,w</sup>                            | 2,43±0,07 <sup>c,w</sup>                        | 0,08±0,00 <sup>b,w</sup>                            | 1,02±0,13 <sup>d,w</sup>                            | 3,49±0,01 <sup>e,w</sup>                | 6,121±0,093 <sup>w</sup> |
| <b>BC</b>  | 0,02±0,00 <sup>a,w</sup>                        | 0,06±0,00 <sup>a,w</sup>                            | 2,01±0,13 <sup>b,x</sup>                        | 0,07±0,00 <sup>a,w</sup>                            | 1,15±0,06 <sup>c,x</sup>                            | 3,15±0,02 <sup>d,x</sup>                | 5,311±0,151 <sup>x</sup> |
| <b>SVC</b> | 0,04±0,00 <sup>a,w</sup>                        | 0,08±0,00 <sup>a,w</sup>                            | 1,63±0,04 <sup>b,y</sup>                        | 0,09±0,00 <sup>a,w</sup>                            | 1,40±0,07 <sup>c,y</sup>                            | 2,77±0,09 <sup>d,y</sup>                | 4,611±0,131 <sup>y</sup> |
| <b>MC</b>  | 0,03±0,00 <sup>a,w</sup>                        | 0,08±0,00 <sup>a,w</sup>                            | 1,80±0,06 <sup>b,z</sup>                        | 0,08±0,00 <sup>a,w</sup>                            | 1,01±0,04 <sup>c,w</sup>                            | 2,41±0,03 <sup>d,z</sup>                | 4,401±0,090 <sup>z</sup> |
| <b>Σ</b>   | 0,12±0,00 <sup>a</sup><br>mg/100g               | 0,31±0,00 <sup>b</sup><br>mg/100g                   | 7,87±0,30 <sup>c</sup><br>mg/100g               | 0,32±0,00 <sup>b</sup><br>mg/100g                   | 4,58±0,30 <sup>d</sup><br>µg/100g                   | 11,82±0,14 <sup>e</sup><br>mg/100g      |                          |

Sonuçlar ortalama ± standart sapmadır (n=6). Aynı satırdaki farklı harfler <sup>(a-e)</sup> ve aynı stundaki farklı harfler <sup>(w-z)</sup> istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir ( $p<0,05$ ). \*Her grubun vitamin değeri toplamının istatistiği aynı sütunda farklı harflerle <sup>(w,x,y,z)</sup> değerlendirilmiş olup, toplamlar hesaplanırken B<sub>12</sub> vitamini mg/100g'a çevrilmiştir ve toplamlar virgülden sonra 3 hane ile belirtilmiştir. FC: çiğ kerevit; BC: kaynayan suda haşlanmış kerevit; SVC: sous vide pişmiş kerevit; MC: mikrodalgada pişmiş kerevit.



Şekil 4.21: Çiğ ve pişirilmiş kerevitlerin vitamin miktarları.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Besinlere uygulanan pişirme yöntemleri, hem tüketime sunulacak besinin raf ömrünün uzatılmasına hem de lezzet ve aromasının korunmasına hizmet etmektedir. Pişirme ile besinlerdeki mikrobiyolojik yük azaltılarak tüketici sağlığının da korunması amaçlanmaktadır.

Son yıllarda ülkemizde ve dünyada yenilikçi pişirme yöntemlerinin catering endüstrisinde yaygın kullanımı ile her ürün grubuna uygun pişirme tekniklerinin ortaya konulmasına ihtiyaç duyulduğu gözlenmektedir. Ülkemizde geçmişten günümüze eklemeli su ürünlerinin pişirilmesinde yaygın olarak kullanılan yöntem; kaynayan suda haşlama yöntemi olup; bu pişirme yöntemi ile eklemeli su ürünleri tüketime sunulmaktadır. Ancak bu yöntemde pişirilen ürünlerde aranan lezzet ve aroma kayıpları, pişirilen besinlere hiçbir ilave gıda bileşeni eklenmemesi tüketiciler tarafından tercih edilmesini azaltmaktadır. Özellikle tatlısu ürünlerindeki lezzetin yaşadığı akuatik ekosistem koşullarıyla sınırlı olması sebebiyle, mevcut besindeki biyoyararlılığın insan tüketimine kazandırılabilmesi için lezzet verici bazı doğal bileşenlerin (baharat kullanımı gibi) pişirilecek ürüne eklenmesi ve ürüne uygun pişirme yöntemleriyle kombinasyonunun sağlanması ile ortaya daha lezzetli, albenisi yüksek, tüketimi cazip ürünler ortaya çıkabilmektedir. İşte bu noktada sous vide pişirme, mikrodalgada pişirme ve basınçlı pişirme vb yöntemler hem lezzeti ve besin değerini koruyan yöntemler olarak hem de ev ve restoran mutfaklarında kullanılabilecek ya da hazır yemek endüstrisine hizmet edebilecek pişirme yöntemleri olarak karşımıza çıkmaktadır [123].

Bu çalışma üç farklı pişirme yöntemi (BC: kaynayan suda haşlama, SVC: sous vide pişirme, MC: mikrodalgada pişirme) uygulanan kerevitlerin besin değeri ve soğuk depolama sırasında raf ömrü üzerine etkilerini ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çiğ (FC) kerevitlere uygulanan pişirme yöntemleri sonrasında ortaya çıkan ürünlerin besin değeri ve soğuk depolama koşullarındaki raf ömrü, besin değeri analizleri (besin bileşimi, yağ asit ve amino asit kompozisyonu, vitamin ve mineral madde analizleri) ve kalite kontrol analizleri (duyusal, fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik) ile belirlenmiştir. Ürünlerin raf ömrünün belirlenmesi

amacıyla iki kontrol (VP ve MP) ve üç pişirilmiş ürün grubunda (BC, SVC ve MC) periyodik analizler yürütülmüştür. Ayrıca kerevite uygulanan pişirme yöntemleri sonrasında ürünlerde ortaya çıkan pişirme kayıpları da hesaplanmıştır. Çalışmanın besin değerinin belirlenmesi için çiğ kerevit (FC), pişirilmiş kerevit gruplarıyla (BC, SVC ve MC) mukayese edilerek kerevit tüketiminde insan tüketimine en uygun, pişirilen ürünün lezzetini ve besin değerini koruyan pişirme yöntemi ortaya konulmuştur.

### 5.1. PİŞİRME KAYBI SONUÇLARI

Gıdalara uygulanan pişirme yöntemi, gıdanın lezzetini ve ağırlığını etkileyen bir işlemdir. Bu tez çalışmasında kerevitlere uygulanan pişirme yöntemine bağlı olarak pişirilen ürünlerde farklı ağırlık kayıpları tespit edilmiştir. BC, SVC ve MC grupların ağırlık kayıpları sırasıyla % 5,60, % 2,71 ve % 3,73 olduğu belirlenmiştir. BC, SVC, MC gruplarından pişirme sonrası elde edilen verim (%) sırasıyla % 94,40, 97,29, 96,27 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, pişirme işlemi paket içerisinde gerçekleştiğinden ve ürün su ile temas etmediğinden en az pişirme kaybı sous vide pişirme yöntemi uygulanan kerevitlerde (% 2,71) ortaya çıkmıştır. Mikrodalga ve sous vide pişirme yöntemleri, kaynayan suda haşlayarak pişirme yöntemine göre daha düşük ağırlık kayıplarıyla sonuçlanmıştır.

El-Kholie ve diğ. [124] kerevit kuyruk etinde haşlandıktan sonra 2,4 g (kuyruk etinin %33,88'i) ağırlık kaybı bildirmiştir. Gaurat ve diğ. [125], farklı pişirilmiş *Catla catla* türü balığın (haşlama, kızartma ve mikrodalga) verim yüzdelerinin sırasıyla %93,45, %92,75 ve %92,26 olduğunu bulmuştur. Xu ve diğ. [23] karideslerde pişirme sıcaklığı arttıkça ağırlık kayıplarının arttığını belirtmiştir. Asmaa ve diğ. [27], pişirme kayıplarının esas olarak gıdanın ısıtılması sırasında su ve yağ kaybından kaynaklandığını bildirmiştir. Isıl işlem sırasında etteki protein azalmakta olup bu sırada azalan su ve yağ içeriğinden dolayı kayda değer bir ağırlık kaybı olabilmektedir.

## 5.2. PİŞİRİLMİŞ KEREVİTLERE İLİŞKİN NEM İÇERİĞİ SONUÇLARI

Nem içeriği, soğuk depolama boyunca kontrol gruplarında (VP, MP) ve pişirilmiş kerevit gruplarında (BC, SVC, MC) periyodik olarak ölçülmüştür. Ölçümler neticesinde soğuk depolama süresi boyunca hem kontrol gruplarının hem de pişirilmiş kerevit gruplarının % nem içeriğinde azalma olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte depolamanın son günü kontrol gruplarına kıyasla pişirilmiş kerevit gruplarında (SVC, BC, MC) sırasıyla % 1,15, % 1,16, % 0,41 daha fazla nem kaybı ortaya çıktığı belirlenmiştir.

El-Kholie ve diğ. [124] çiğ kerevitlerin nem içeriğinin %76,60 iken haşlama sonra %75,40 olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde Rostini ve Pratama [126], çiğ karidesin nem yüzdesinin %77,59 iken buharda pişirme sonrasında %69,74±0,12 olduğunu belirtmiştir. Humaid [127] ısıtma işlem sonrası istakoz etindeki yüzde nemin düştüğünü belirtmiştir. Humaid [127]'in atıfta bulunduğu Dagbjartsson ve Solberg [128] ısıtma işlemin proteinlerin suyu tutma yeteneğini azalttığını bildirmiştir. Asmaa ve diğ. [27] gıdaya uygulanan ısıtma işlemin ve süresinin uzamasının gıdanın su içeriğinde azalmaya neden olduğunu bildirmiştir.

Çalışmada pişirme sonrası ve soğuk depolama süresince nem kayıplarının düşük olma nedeninin kerevitlerin ambalajında paketlenmesi, kabukları çıkarılmadan pişirilmesi, hızlı soğutulması ve ambalajı içinde soğuk depolanması olarak gösterilmiştir. Bundan başka, kerevitlere uygulanan pişirme sıcaklık ve süresinin de etkili olduğu tespit edilmiştir.

## 5.3. DUYUSAL ANALİZ SONUÇLARI

Kontrol (VP, MP) ve pişirilmiş kerevitlerin (SVC, BC, MC) duyusal özellikleri, VP ve MP kontrol grupları için görünüş, koku, doku; SVC, BC, MC ürün grupları için görünüş, koku, doku, lezzet parametrelerine göre panelistler tarafından değerlendirilmiş ve kerevit örneklerinin genel kabul edilebilirlik puanları, tüm duyusal karakteristiklerin toplamının kalite parametre sayısına bölünmesiyle hesaplanmıştır (Tablo 4.3). Buna göre 14 günlük soğuk depolamadan sonra pişirilmiş kerevitlerin duyusal özelliklerinde kademeli bir düşüş

belirlenmiştir. 21. günde VP ve MP' nin genel kabul edilebilirlik puanı sırasıyla 1,81 ve 1,28 olarak tespit edilmiştir. Buna karşın pişirilmiş ürün gruplarında soğuk depolamanın 21. günde SVC için 3,25, BC için 3,75 ve MC için 2,19 duyusal kabul puanına ulaştığı belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, pişirilmiş kerevit ürün gruplarında (SVC ve BC) soğuk depolamanın 21. güne kadar duyusal olarak kabul edilebilir olduğu ortaya konulmuştur. Diler ve diğ. [129] 4 dak süreyle haşlanmış kerevitlerin duyusal olarak kabul edilebilirliğinin 15 gün olduğunu bildirmiştir. Mohan ve diğ. [50], farklı bileşenlerle muamele edilmiş sous vide pişirilmiş karidesin (4,0 dakika boyunca 90°C) 2-3°C'de 28 güne kadar duyusal olarak kabul edilebilir olduğunu rapor etmişlerdir. Humaid ve diğ. [48] sous vide pişirme ve yüksek basınç işleminin bir arada uygulanmasıyla istakoz etindeki duyusal kabul edilebilirliğin 28 güne çıktığını tespit etmiştir. Çalışmada pişirilen kerevitlerin raf ömrü süresindeki farklılığın kerevite uygulanan ısı işlem sıcaklık ve süreleri ile pişirme esnasında gıda katkı maddelerinin kullanılmamasından kaynaklanabileceğini düşündürmektedir.

#### 5.4. FİZİKO-KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI

Gıdanın pH değerinin ölçümü, gıdanın fiziko-kimyasal kalitesi hakkında ilk bakışta fikir veren yardımcı bir testtir [65]. Bakteriyel ve enzimatik bozunma sonucu gıdadaki yüksek uçucu bileşenler nedeniyle artan pH değeri, gıdadaki kalite değişiminin bir göstergesidir. Kontrol grubu (VP ve MP) örneklerin başlangıç pH değerleri sırasıyla 6,11 ve 6,13 olarak belirlenmiştir. Isıl işlem (BC, SVC, MC) sonrasında pişirilmiş kerevitlerin pH değerleri sırasıyla 6,05, 6,03 ve 6,08 olarak azalan değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Ceylan ve diğ. [130], balıketinde pH değerinin zamanla kademeli olarak arttığını ve pH değerlerindeki artışın mikroorganizmalar ve enzimler tarafından üretilen uçucu bazlardan kaynaklandığını bildirmiştir. Bu çalışmada tüm kerevit gruplarının pH değerlerinde soğuk depolama süresi boyunca kademeli olarak artış tespit edilmiştir. Cadun ve diğ. [52] sous vide pişirilen karideslerin soğuk depolamanın 26. günü pH değerin 7,14'e ulaştığını bildirmiştir. Su ürünlerinde pH değeri 7,0 ve daha fazlası olduğunda bozulmuş olarak kabul edilmektedir [131]. Çalışmada soğuk depolamanın 28. günü kontrol ve pişirilmiş ürün gruplarının (VP, SVC, BC, MP ve MC) pH değerleri sırasıyla 6,78, 6,35, 6,43, 6,83 ve 6,52 olarak belirlenmiştir.

Denatüre balık etinde uçucu amin bileşikleri (TMA-N, DMA-N,  $\text{NH}_3$  ve uçucu baz azot) ortaya çıkmaktadır. Su ürünlerinde bozulmanın çeşitli aşamalarını tespit etmek için TVB-N ve TMA-N analizleri birlikte değerlendirilmelidir [65]. TVB-N değerinin belirlenmesindeki amaç, duyuusal deneylerden ve diğer kimyasal analiz yöntemlerinden elde edilen bulguları desteklemek veya çürütmektir [68]. VP ve MP gruplarının 21. depolama günündeki TMA-N değerleri 9,93 ve 13,22 mg/100g olarak bulunmuştur. Soğuk depolamanın 28. gününde SVC, BC ve MC gruplarının TMA-N değerleri sırasıyla 10,01, 10,13, 11,42 mg/100g olarak bulunmuştur. VP ve MP gruplarının TVB-N değerleri ise; soğuk depolamanın 21. gününde 32,82 ve 36,99 olarak tespit edilmiştir. Depolamanın 28. gününde SVC, BC ve MC ürün gruplarının TVB-N değerleri sırasıyla 35,50, 36,50 ve 35,22 mg/100 g değerlerine ulaştığı belirlenmiştir. Sengor ve diğ. [65], Ludorff ve Meyer [69] ve Kietzmann ve diğ. [70] referanslarına atfen, su ürünleri kalitesinin belirlenmesinde kullanılan TMA-N ve TVB-N değerlerine göre insan tüketim limitleri gösterilmiştir. Ludorff ve Meyer [69], 5 mg/100g iyi kalite, 10 mg/100g tüketim sınır değeri ve 12 mg/100g üzeri TMA-N değerlerini balıklarda bozulmuş TMA-N değerleri olarak değerlendirilmiştir. Kietzmann ve diğ. [70] taze yakalanmış deniz ürünlerinin TVB-N değerlerini 25 mg/100g ve altında “çok iyi”, 25-30 mg/100g arasında “iyi”, 30-35 mg/100g arasında “pazarlanabilir”, 35 mg/100g veya üzerini “bozulma” olarak değerlendirmiştir. Araştırmada elde edilen her iki analizin sonuçları birbirini destekler nitelikte olup, 28 günlük soğuk depolama sonrasında pişirilmiş kerevitlerin tamamının insan tüketimine uygun olmadığı tespit edilmiştir. Humaid ve diğ. [48], sous vide pişirilen ıstakoz kuyruk etleri TVB-N değerlerinin 28. günde 35 mg/100g'nin altında olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmada elde edilen TVB-N sonuçları Humaid ve diğ. [48], TVB-N sonuçlarına yakın değerlerde olduğu bulunmuştur.

Balık etinde oksidasyonu belirlemek için kullanılan analiz yöntemi TBA değerinin ölçülmesidir. TBA değerleri, oksitlenmiş et ve balıkta kötü tatlara katkıda bulunan, başta aldehitler olmak üzere ikincil lipid oksidasyon ürünlerini temsil etmektedir. Çorapçı ve Kocatepe [73] Halldorsdottir ve diğ. [72] atfen TBA değerindeki artışın enzimatik hidroliz ve otoksidasyondan kaynaklandığını bildirmektedirler. Araştırmada 28 günlük soğuk depolama süresi sonunda pişirilmiş kerevit ürün gruplarının TBA değerleri sırasıyla 5,61, 4,79 ve 5,22 mg MDA/kg olarak belirlenmiştir. Schormuller [132], 3 mg MDA/kg'dan daha az “çok

kaliteli balık” ve 8 mg MDA/kg tüketim için TBA'nın “kabul edilebilir sınır değeri” olduğunu bildirmiştir. Araştırmada 28 günlük depolama süresi sonunda pişirilmiş kerevit ürün gruplarının (BC, SVC, MC) TBA değerlerinin kontrol gruplarından (VP, MP) yüksek olmadığı belirlenmiştir. Bu sonuç neticesinde, pişirme işleminin üründe olası lipid peroksidasyonunu engelleyebileceği olarak yorumlanmıştır. Wang ve diğ. [133], sous vide yöntemiyle pişirilen tavuk kanatlarının kontrol grubuna göre daha düşük TBA değerlerine sahip olduğunu bildirmiştir. Araştırmada kontrol ve pişirilmiş ürün gruplarında elde edilen TBA sonuçları Wang ve diğ. [133] sonuçlarına benzerlik göstermektedir. Cadun ve diğ. [52] sous vide pişirdikleri karideslerin soğuk depolamanın 26. gününde 2,24 mg MDA/kg ulaştığını tespit etmiştir. Espinoza ve diğ. [134] sous vide pişirdikleri ve yüksek basınç uyguladıkları çipura balığının raf ömrünün 62. günde bile düşük seviyelerde olduğunu tespit etmiştir. Bilgin ve diğ. [53] kaynayan suda haşladıkları ve strafor kutuda streç filmle soğuk depoladıkları karideslerin TBA değerinin depolamanın 5. günü 8,59 mg MDA/kg'a ulaştığını bildirmiştir. Bu sonuçlar pişirme işlemi gibi vakum ambalajlamanın da lipid oksidasyonunu geciktirmek için önemli bir faktör olabileceğini göstermektedir.

## 5.5. MİKROBİYOLOJİK ANALİZ SONUÇLARI

Bu çalışmada, soğuk depolama süresi boyunca kontrol ve pişirilmiş ürün gruplarının hiçbirinde *Salmonella* spp, *Listeria* spp ve sülfür indirgeyen anaerobik bakterilere rastlanmamıştır. Bu ürünlerin iyi bir başlangıç kalitesine sahip olduğunu ve pişirme işlemi ve soğuk depolama sırasında bu bakterilerle kontamine olmadığını göstermektedir. Çiğ ve işlenmiş gıdalarda *Salmonella* spp, *Listeria* spp, *Clostridium botulinum* ve *Clostridium perfringens* bakterilerinin varlığının ciddi sağlık riski oluşturduğu bildirilmiştir [75, 135]. Alves ve diğ. [136], sous vide pişmiş tilapia filetolarında *Salmonella* spp tespit edilmediğini ve ısıl işlemle koliform bakteri yükünün azaldığını bildirmiştir. Özturan [137] taze ve sous vide pişirilmiş mezgıt ve palamut balığında *Salmonella* spp, *Vibrio cholera*, *Vibrio parahaemolyticus* tespit edilmediğini ve koliform bakteri, *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens* ve *Bacillus cereus* gelişimi görülmediğini bildirmiştir. Espinosa ve diğ. [138] 60°C sous vide pişirilen çipurada *Salmonella* ve *Listeria monocytogenes* tespit edilmemiş olmasının ürünün gıda güvenliğini doğrular nitelikte olduğunu bildirmiştir. Birçok araştırmacı

[8, 35, 42, 43, 48, 138, 139] sous vide balıklarında mikrobiyal kalite ve güvenliğin sağlanmasında ısıtıl işlemin büyük önem taşıdığını bildirmektedir. Başka bir araştırmaya göre, haşlanmış kerevitlerin ısıtıl işlem nedeniyle çiğ kerevitlere göre daha düşük bakteri yüküne (Toplam bakteri sayısı, *E coli*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp, küf, maya) sahip olduğu bildirilmiştir [124]. Bu çalışmada ısıtıl işlemin pişirilmiş kerevit ürün gruplarında bakteri yükü üzerinde önemli bir etkisinin olduğu ve ürünlerin mikrobiyal kalitesi ile gıda güvenliğini sağladığı tespit edilmiştir.

Soğuk depolamanın 28. günü pişirilmiş kerevit gruplarının insan tüketiminde limit değer olarak kabul edilen 6 log kob/g TMAB sayısını SVC: 6,74, BC: 6,38 ve MC: 7,11 log kob/g değerleri ile aştığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde TPAB bakteri yükü soğuk depolamanın 28. günü kontrol gruplarında VP: 7,56, MP: 8,56 log kob/g ve pişirilmiş kerevit numunelerinde SVC: 6,07, BC: 6,06 ve MC: 6,64 log kob/g limit değerleri ile tüketime uygun olmadığı belirlenmiştir. Cadun ve diğ. [52], karideslere uygulanan sous vide ısıtıl işlemin, depolama boyunca karideslerin mikrobiyal yükünü (psikrofilik ve mezofilik bakteri sayısı) önemli ölçüde azalttığını bildirmiştir. Mol ve diğ. [140] ve Mol ve diğ. [141] sous vide pişirilmiş mezgit ve palamut balığında mezofilik aerobik bakteri ve psikrofilik aerobik bakteri sayılarının soğuk depolamanın (+4°C) 21. gününde kabul edilebilir seviyelerde (<6 log kob/g) olduğunu bildirmiştir. Araştırmada elde edilen sonuçların belirtilen bu çalışmalarla benzer olduğu görülmektedir. Pişirilmiş kerevit ürün gruplarının (BC, SVC, MC) TMAB ve TPAB sayılarının depolamanın 21. günde hala kabul edilebilir seviyelerde (<6 log kob/g) olduğu bulunmuştur. Çalışmada soğuk depolamanın 28. gününde pişirilmiş kerevit ürün gruplarının TMAB ve TPAB değerlerinin ICMSF [75] ve FDA [83]'e göre sınır değerleri aştığı (>6 log kob/g) belirlenmiştir.

Soğuk depolamanın 1. günü kontrol gruplarında (VP ve MP) tespit edilen maya sonuçları sırasıyla 1,85 ve 2,40 log kob/g'dır. Pişirilmiş kerevit ürün gruplarının maya değerleri <1 log kob/g olarak belirlenmiştir. Hem kontrol hem de pişirilmiş kerevit ürün gruplarının küf değerleri <1 log kob/g olarak bulunmuştur. Soğuk depolamanın 21. gününde maya ve küf değerleri <5 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Araştırmada kontrol ve ürün gruplarında

bulunan bu sonuçların FDA [83]'a göre pişmiş ve soğuk depolanmış kabuklu su ürünlerinde kabul edilebilir en yüksek maya ve küf değerlerinin altında ( $<5 \log \text{ kob/g}$ ) olduğu belirlenmiştir. Soğuk depolamanın 28. gününde ise hem kontrol hem de pişirilmiş kerevit numunelerinde maya ve küf değerlerinin bu değeri aştığı ( $>5 \log \text{ kob/g}$ ) tespit edilmiştir.

Gıdaların hijyen ve sanitasyon ortamında üretildiğini kontrol etmek için koliform bakteri sayısının belirlenmesi önemlidir. Gıdada koliform bakteri varlığı, gıdanın kötü sanitasyon koşulları altında işlendiğini ve *E.coli* gibi fekal kaynaklı patojenlerin mevcut olabileceğini göstermektedir [142]. Balıklarda ve kabuklu deniz hayvanlarında patojenik olmayan *E. coli*'nin varlığında halk sağlığı uyarılmalıdır, çünkü bu bakteri fekal kontaminasyonun bir göstergesi olarak kabul edilir ve muhtemelen diğer enterik patojenlerin varlığını göstermektedir. Bu nedenle de çiğ ve az pişmiş su ürünlerinin tüketilmesi önerilmemektedir [143].

Soğuk depolamanın 1. gününde kontrol gruplarındaki (VP ve MP) toplam koliform sonuçları sırasıyla 1,03 ve 1,66  $\log \text{ kob/g}$  olarak bulunmuştur. Pişirilen kerevit örneklerinin (MC, SVC ve BC) başlangıçta toplam koliform bakteri yükü, pişirme işleminden sonra soğuk depolamanın 1. gününde  $<1 \log \text{ kob/g}$  olarak belirlenmiştir. *E. coli* sonuçlarına göre soğuk depolamanın 1. gününde kontrol gruplarında (VP ve MP) 0,61 ve 0,41  $\log \text{ kob/g}$  ve pişirilmiş kerevit örneklerinde (MC, BC ve SVC) sırasıyla 0,12, 0,13 ve 0,52  $\log \text{ kob/g}$  olarak belirlenmiştir. Pişirilmiş tüm kerevit gruplarında pişirme sonrası tespit edilen koliform bakteri yükünün azalması, pişirme işlemi sırasında hijyen ve sanitasyon kurallarına uyulduğunu ve ısıl işlemin koliform bakteri inaktivasyonunu sağladığını göstermektedir.

## 5.6. BESİN BİLEŞİMİ VE KOMPOZİSYONU ANALİZ SONUÇLARI

Canlının yaşamını devam ettirebilmesi için vücuda alınan besinlerin vücutta meydana gelen tüm olayların (hücrelerin onarılması, büyüme, gelişme, enerji gereksinimi, vücudun çalışmasındaki görevleri vb.) gerçekleşmesinde etkin rolü bulunmaktadır. Vücudumuzun

yapısını oluşturan maddelerin başında su gelmektedir. Diğer bileşenlerini ise; organik yani yanabilen maddeler ve inorganik yani organizma yakıldığında geriye bıraktığı külün bileşimine giren elementler oluşturmaktadır. Vücudun organik ve inorganik madde ihtiyacı gıdalarda bulunan besin elementlerinden (proteinler, karbonhidratlar, yağlar, vitaminler, inorganik tuzlar ve eser miktardaki elementler, su, oksijen) karşılanmaktadır. Besin elementlerimizden vücuda enerji temin edenler, yağlar, karbonhidratlar ve proteinlerdir. Bir gıda maddesinin protein, karbonhidrat ve yağ yüzdelerinin her besin elementinin kendi kalori değeri ile çarpımından elde edilen rakamların toplamı gıda maddesinin 100 g'ndaki kalori miktarını oluşturmaktadır. İnsan vücudunun normal gelişimi ve devamlılığı için her gıda maddesinden (et, süt, balık, sebze, vb.) yeterli miktarlarda tüketmesi durumunda kişinin iyi beslenmiş olduğu anlaşılmaktadır [144]. Beslenme, büyüme, yaşamın sürdürülmesi ve sağlığın korunması için vücuda alınan besinler insan gereksinimlerin başında gelmektedir ve temel biyolojik bir ihtiyaçtır [1, 145]. Beslenmemize önemli katkı sağlayan besinlerin başında su ürünleri gelmektedir. Besinlerin protein, yağ, karbonhidrat, vitamin ve mineral maddeleri belli oranlarda içermesi dengeli beslenme için gerekliliktir. Balık eti, insan vücudunun ihtiyaç duyduğu vitaminlerin, mineral maddelerin, vücut için gerekli olan doymamış yağ asitleri ve esansiyel aminoasitlerin çoğunluğunu bünyesinde bulundurmaktadır [146].

#### 5.6.1. Besin Bileşimi Analiz Sonuçları

Su ürünlerinin besin bileşimi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu faktörlerden özellikle çevre koşulları, tür, yaş, cinsiyet ve mevsimsel değişimler su ürünlerinin besin bileşimine etki etmektedir. Su ürünlerinin ana bileşimi diğer gıdalarda olduğu gibi su, yağ ve proteinlerden oluşmaktadır. Karbonhidrat miktarı ise; çok düşüktür [146, 147]. Protein beslenme için en elzem besin ögesidir. Proteinsiz bir yaşam düşünülemez. Et, süt gibi balıklar da biyolojik değeri yüksek protein kaynaklarıdır [144, 146]. Su ürünlerinde yağlar, enerji veren temel besin öğeleridir. Su ürünlerinin sahip oldukları yağlar, suda ve yağda eriyen vitaminleri bünyesinde barındırdığı gibi yüksek derecede doymamış yağ asitlerince de zengin besin kaynaklarıdır. Su ürünlerinin ana bileşeni sudur. Beyaz etli balık % 80, yağlı balık eti ise % 70 su içermektedir. Canlı balıktaki su içeriği, yumurtalama esnasında balığın protein miktarındaki azalmaya bağlı artış göstermektedir. Su ürünlerinin besin

bileşimi, kasaplık etlerden farklılık göstermekte olup; düşük yağ, yüksek protein ve daha düşük kalori değerine sahip diyetetik besin kaynaklarıdır [146].

Piştirme yöntemlerindeki farklılıklara bağlı olarak pişirilen balıkların besin bileşimi ve kompozisyonu üzerinde piştirme yöntemlerinin etkili olduğu Kocatepe ve diğ. [148] ve Ersoy [149] tarafından bildirilmektedir.

Araştırmada çiğ kerevitin, %1,95 yağ, %76,37 nem, %1,52 kül, %17,47 protein ve %2,69 karbonhidrat içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. El-Sherif ve El-Ghafour [15]'un yapmış oldukları araştırma sonucuna göre; Nil nehrinden yakalanan kerevitin % 82,15 nem, % 15,22 protein, % 1,29 yağ, % 1,18 kül ve % 0,16 karbonhidrat içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir. Uzunmehmetoğlu ve diğ. [150] Eğirdir Gölü'nden sonbahar ve kış mevsiminde yakalanan kerevitlerin ortalama % 14,88 - 15,14 protein, %1,26 - 1,72 kül, % 0,82 - 0,91 yağ ve % 80, 23-82,17 nem içerdiklerini rapor etmişlerdir. Çalışmadaki kerevite ait besin bileşimi sonuçlarının her iki araştırma sonuçlarından farklılık göstermesi, çalışılan türün boyu, yaşadığı habitatın çevre koşulları ve besin ortamındaki farklılıktan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Birçok araştırmacı, çiğ balık, çift kabuklu ve eklembacaklıların ısıtma işleminden sonra nem içeriğinin azaldığını rapor etmektedirler. Protein ve yağ değerleri ise genel olarak piştirme işleminden sonra artış göstermektedir [42, 50, 126, 151].

Bu çalışmada kerevitlerin pişirildikten sonra nem, kül ve karbonhidrat yüzdelerinde azalma sözkonusu iken; ham yağ ve ham protein yüzdelerinde artış belirlenmiştir. Araştırma gruplarındaki besin bileşimi bulgularının yukarıda belirtilen referans kaynaklarla benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

BC ve MC kerevit gruplarında ham yağ değerleri daha yüksek bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Yapılan bilimsel çalışmalar [22, 152], sous vide pişirmenin, haşlanmış pişirmeye kıyasla gıdanın protein sindirilebilirliğini arttırdığını ve sonuç olarak sindirim sistemi sağlığına uygun daha sulu ve homojen pişirilmiş, bir besin olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, insan beslenmesi için en iyi pişirme yöntemi olarak sous vide pişirme yöntemi önerilebilmektedir.

Karbonhidratlar ve yağlar besinlerin enerji kaynaklarıdır. Ancak vücutta yeni dokuların yapımında ve eski hücrelerin onarımında proteinlerin yerini alamazlar [144]. Bu nedenle, proteinsiz bir beslenme düşünülemez. Gıdalarda ısı işleminden sonra protein denatürasyonu meydana gelmektedir. Bu durum, besinlerin su kaybetmesine neden olur ve proteinlerin yapısını değiştirmektedir [153]. Rostini ve Pratama [126], karides türü deniz ürünlerinde bulunan miyozin, aktin ve sarkoplazmik proteinlerin ısı işlem sırasında denatüre olduğunu bildirmişlerdir. Söz konusu araştırmacılar protein denatürasyonu ile birlikte besinlerdeki su kaybına bağlı olarak protein ve yağ miktarlarında artış olduğunu rapor etmektedirler. Bu araştırmada en yüksek protein ve yağ artışının sırasıyla sous vide pişirilmiş kerevitlerde (%19,02) ve mikrodalgada pişirilmiş kerevitlerde (%3,01) ortaya çıktığı tespit edilmiştir.

## **5.6.2. Besin Kompozisyonu Analiz Sonuçları**

### **5.6.2.1. Amino Asit Analiz Sonuçları**

Balık etleri biyolojik değeri yüksek protein içerikleri ile esansiyel amino asitleri en uygun oranlarda içermektedir [146]. Bütün hayvansal ve bitkisel besinlerde protein mevcut olup, her besinin protein miktarı farklılık göstermektedir. Bununla birlikte her proteindeki esansiyel amino asit oranları da farklıdır. Esansiyel amino asitleri uygun oranda olan proteinler sindirim sisteminde fazla kayba uğramadan vücuda alındıktan sonra bu amino asitler birleşerek vücut proteinine dönüşmektedir. Et, balık, süt gibi besinlerden alınan proteinin sindirilme oranı %98 dir. Bu oran, tahıl proteininden (%75-85) ve kuru baklagil proteininden (% 78) fazla olup, % 75-80'i vücut proteinine dönüşebilmektedir [145].

Serbest amino asitler insan vücudunda sadece bağışıklık sistemine ve enerji metabolizmasına katkı sağlamakla kalmaz, aynı zamanda gıdalardaki lezzet performansını da arttırmaktadır. Amino asitler genellikle tatlı, ekşi, acı ve umami gibi karakteristik tatlar vermektedir [23].

Su ürünleri, protein açısından yüksek ve esansiyel amino asitler açısından zengin, insan vücuduna faydalı bir besin kaynağıdır. Amino asitler, çeşitli metabolik yollarda proteinlerin ve ara ürünlerin yapı taşları olarak hizmet eden önemli biyomoleküllerdir [154]. Termal sürecin kas proteinlerinin stabilitesi üzerindeki etkisi önceki araştırmalarda bilinmektedir. Termal işlem sırasında balık kasının protein fraksiyonlarındaki değişiklikler, balık kasından proteinlerin ısıyla denatürasyonudur. Kırmızı et, balık ve kümes hayvanlarının iskelet kasındaki proteinler oldukça benzerdir ve ısıl işlem bu proteinleri benzer şekilde etkilemektedir [22, 144, 155].

Çiğ kerevitin (FC) esansiyel olmayan amino asitleri arasında en baskın olanı glutamik asittir. Bu amino asiti alanin, aspartik asit, glisin, arjinin ve tirozin amino asitleri takip etmektedir. Bu bileşenlerden glutamik asit, glisin, arjinin ve alanin'in deniz kulağında büyük miktarlarda bulunduğu ve tat aktif bileşenlerinden sorumlu amino asitler olabileceği Hwang ve diğ. [156] tarafından rapor edilmiştir. Benzer şekilde Shirai ve diğ. [157] tarafından Japon dikenli istakozun aktif tat bileşenlerinden glisin, arjinin, prolin, alanin ve glutamik asitin sorumlu olabileceği bildirilmiştir. Xu ve diğ. [23] çiğ karideslerde umami lezzetten sorumlu glutamik asit + aspartik asit amino asit toplam değerinde pişirmeye bağlı olarak düşüş olduğunu tespit etmiştir. Bunun sebebinin pişirmeye bağlı olarak aspartik asit artışına rağmen, glutamik asitteki fazla düşüşten kaynaklandığını bildirmiştir. Araştırmada çiğ kerevitin umami değeri 2,63 g/100g olarak tespit edilmiştir. Pişirilmiş kerevit ürünlerinde hem aspartik asit hem de glutamik asit değerleri artış göstermiş olup, en yüksek umami değeri 4,34 g/100g ile sous vide pişirilmiş kerevit etinde olduğu bulunmuştur.

Piştirilmiş kerevit gruplarının tümü esansiyel amino asitlerden treonin, izolösin, lösin, fenilalanin ve lisin amino asitleri bakımından zengin olduğu belirlenmiştir. Araştırmada elde

edilen amino asit analiz sonuçlarına göre; pişirilmiş kerevit etindeki toplam esansiyel amino asit ( $\Sigma$ EAA) miktarları sırasıyla MC kerevit grubunda 8,87 g/100 g, BC kerevit grubunda 7,80 g/100 g ve SVC kerevit grubunda 7,60 g/100 g olarak bulunmuştur. Toplam esansiyel olmayan amino asit ( $\Sigma$ NEAA) miktarları ise; sırasıyla BC kerevit grubunda 7,95 g/100 g, SVC kerevit grubunda 9,43 g/100 g ve MC kerevit grubunda 9,61 g/100 g olarak belirlenmiştir. Pişirilmiş kerevit gruplarının tümünde  $\Sigma$ NEAA miktarları,  $\Sigma$ EAA miktarlarından yüksek bulunmuştur. Pişirilmiş ürün gruplarının  $\Sigma$ EAA/NEAA oranı 0,81-0,98 arasında olduğu ve protein kalitesi yüksek besin olduğu tespit edilmiştir.

Iwasaki ve Harada [158], birçok balığın EAA/NEAA oranının ortalama olarak 0,70 olduğunu bildirmiştir. Pişirilmiş kerevit gruplarında en yüksek  $\Sigma$ EAA oranına (8,87) MC kodlu kerevit grubu sahip iken; en düşük  $\Sigma$ EAA oranına (7,60) SVC kodlu kerevit grubunun içerdiği belirlenmiştir.  $\Sigma$ EAA/NEAA oranının en düşük olduğu kerevit grubu SVC olup, 0,81'lik oran ile amino asit kompozisyonu bakımından besin değeri zengin bir ürün grubu olduğu ortaya konulmuştur. Pişirme işlemi sonrasında pişirilmiş kerevit gruplarının tümünün esansiyel amino asit içeriklerinde çiğ kerevite kıyasla anlamlı değişim ( $p < 0,05$ ) söz konusu olup, sahip oldukları EAA oranları ile protein kalitesi bakımından zengin besin kaynakları olduğu düşünülmektedir.

#### **5.6.2.2. Mineral Madde Analiz Sonuçları**

Çeşitli hayvansal ve bitkisel dokularda değişik oranlarda mineral maddeler bulunmaktadır. Bu dokular 650 °C'ye kadar ısıtıldıklarında organik maddeler yanarak karbondioksit ve su açığa çıkmaktadır. Geriye kalan beyaz öge mineral maddelerdir. Bu beyaz ögeye kül denir. Besinlerin kül içerikleri farklıdır. Mineral maddelerin çoğu besinlerdeki diğer organik ögelere bağlı olarak bulunur. Bazı mineral maddeler de vücuda inorganik tuz olarak alınır. Mineral maddelerin vücudun çalışmasında önemli görevleri vardır. Bazıları vücudun kemik ve diş gibi sert dokularının yapı taşlarıdır. Hücre çalışması için çoğu mineraller vücut için elzemdir. Vücudun sağlıklı olarak büyümesi ve yaşamını sürdürmesi için elzem olduğu bilinen mineral maddelerin başında kalsiyum, fosfor, sodyum, potasyum, klor, flor gelmektedir. Kobalt, krom, selenyum, molibden gibi mineral maddeler de vücudun çalışması için gereklidir [145].

Piştirme işleminin birçok su ürününde mineral içeriği azalmasına etki ettiği önceden yapılmış çalışmalarda rapor edilmiştir [124, 159, 160, 161, 162]. Özellikle balıkların Na, Ca, Mg ve P içeriklerinde belirgin bir azalma olduğu bildirilmiştir ( $p<0,05$ ). Çalışmada üç piştirme yöntemiyle piştirilmiş kerevitlerde dikkati çeken miktarda fosfor ve çinko azalması olduğu tespit edilmiştir. Piştirme yöntemi ne olursa olsun piştirilmiş kerevitlerin magnezyum miktarları için de benzer bir durum söz konusudur. Gall ve diğ. [163] tarafından çeşitli balık türleri için bildirilen potasyum içeriğinin piştirilmiş balık filetolarında çiğ balık filetolarına kıyasla daha yüksek olduğu ile ilgili sonuçların araştırmada elde edilen sonuçlar ile uyumlu bulunmuştur.

Piştirme işlemi sonrasında çiğ kerevitin mineral madde içeriklerinden kalsiyum, çinko, magnezyum, fosfor ve sodyum miktarlarında anlamlı bir ( $p<0,05$ ) azalma olduğu belirlenmiştir.

Kaynayan suda haşlama ve sous vide yöntemiyle piştirilen kerevitlerde demir (Fe) miktarında önemli bir azalma tespit edilirken, mikrodalgada piştirilen kerevitte önemli bir artış tespit edilmiştir. Kızartılmış balığın demir içeriğinde artış olduğu Ersoy [149] tarafından bildirilmiştir. Piştirme yöntemleri farklı olmakla birlikte kerevitlerin mikrodalgada piştirilmesinde kısa sürede yüksek sıcaklık derecesine ulaşması mümkün olabilir. Bu sebeple araştırmada elde edilen bu sonuç Ersoy [149]'ın bildirisi ile benzerlik göstermektedir. Kerevitlerin bakır (Cu) miktarlarında piştirme yöntemine bağlı olarak hem artış hem de azalış olduğu tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Sous vide yöntemiyle piştirilen kerevitlerin bakır miktarında azalma gözlenirken kaynayan suda haşlama ve mikrodalgada piştirme yöntemlerinde artış olmuştur.

Tamari ve Tsuchiya [164] balıkların, özellikle de hamsi ve sardalya balıklarının lityum içeriğinin, lityum alımı için iyi bir materyal olduğuna ve manik-depresif psikozlu hastalar için faydalı olabileceğine işaret etmektedir. Çalışmada çiğ kerevitlerin lityum içeriği  $0,97 \text{ mg/kg}^{-1}$  olarak bulunmuştur. Piştirme işlemlerinden sonra kaynayan suda haşlama ve mikrodalga

pişirme yöntemlerinde pişirilmiş kerevitlerin lityum içeriğinde artış (sırasıyla 1,03 ve 1,53 mg/kg<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir.

Doğada yaygın olarak bulunan molibden, yaşam için gerekli olan temel elementlerden biridir. Molibdenin toksik etkisi (10 µg/g) özellikle bakır seviyesi ile ilgilidir [165, 166]. Bu araştırmada kaynayan suda haşlanmış kerevitlerde pişirme sonrası molibden (Mo) miktarında hafif bir artış (0,71 mg/kg<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir. Sous vide ve mikrodalgada pişirilen kerevitlerde molibden miktarlarında çiğ kerevite (0,63 mg/kg<sup>-1</sup>) kıyasla bir miktar azalma (0,58 ve 0,28 mg/kg<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir (p<0,05). Krom (Cr), kobalt (Co) ve baryum (Ba) elementleri gıdalarda eser miktarda bulunmakta, fazla miktarları diğer eser elementlerde olduğu gibi toksik etkilere neden olmaktadır [167, 168]. Bu elementlerden krom ve kobalt elementleri SVC ürün grubunda sırasıyla 0,63 ve 0,81 mg/kg<sup>-1</sup> bulunurken, BC ürün grubunda sırasıyla 0,67 ve 0,60 mg/kg<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. Pişirilmiş kerevit ürün grupları arasında en yüksek baryum içeriğine MC ürün grubunda (8,17 mg/kg<sup>-1</sup>) ve BC ürün grubunda (2,54 mg/kg<sup>-1</sup>) rastlanırken; en yüksek krom içeriği (1,83 mg/kg<sup>-1</sup>) mikrodalgada pişirilmiş kerevit örneklerinde tespit edilmiştir.

#### 5.6.2.3. Vitamin Analiz Sonuçları

Balık ve balık ürünleri, insan beslenmesi için gerekli tüm vitaminleri içermektedir [169, 170]. Tablo 4.18'de çiğ ve pişirilmiş kerevit gruplarının vitamin içerikleri verilmiştir. Tablo sonuçlarından inceleneceği üzere kerevit etinin B grubu vitaminler ile E vitamin içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Çiğ kerevitte B<sub>12</sub>, B<sub>3</sub> ve E vitamini sırasıyla 1,02 µg/100g, 2,43 ve 3,49 mg/100g gibi yüksek miktarlarda bulunmuştur. Çiğ kerevitlere kıyasla B<sub>3</sub> ve E vitaminlerinde pişirilmiş kerevit ürün gruplarının tümünün değerlerinde anlamlı bir azalma olmuştur (p<0,05).

Sous vide pişirilmiş kerevitlerde pişirme işleminden sonra çiğ kerevite kıyasla B<sub>12</sub> vitamini içeriğinde önemli bir artış tespit edilmiştir. Diğer pişirme yöntemlerine göre (BC ve MC) kerevitin B<sub>12</sub> vitamin içeriğinde önemli bir değişim olmamıştır. B<sub>12</sub> vitamini suda çözünen önemli bir vitamindir. Hayvansal doku ve ürünlerde değişen miktarlarda bulunmaktadır [171].

Suda çözünen vitaminler (niasin, tiamin, riboflavin, piridoksin ve kobalamin) suda yaşayan organizmalarda en bol bulunan vitaminlerdir. B<sub>12</sub> vitamini (kobalamin) özellikle yağlı balıklarda ve kabuklularda bol miktarda bulunmaktadır [172]. Çalışmada tüm pişirme işlemlerinden sonra vitamin B<sub>3</sub> ve E vitamininde kayıplar, BC ve SVC pişirilmiş kerevit gruplarının B<sub>12</sub> vitamin içeriğinde artışlar tespit edilmiştir (p<0,05).

Kaynayan suda haşlama işlemi E vitamini ve B grubu (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub>) vitaminlerinde azalmaya neden olurken, B<sub>12</sub> vitamini miktarında herhangi bir kayba neden olmamıştır. Pişirilmiş kerevit grupları arasında en yüksek B<sub>12</sub> miktarının sous vide pişirilmiş kerevitlerde bulunduğu belirlenmiştir. Ersoy ve Özeren [173] pişmiş balıkların B<sub>1</sub> ve B<sub>6</sub> vitaminlerinin önemli ölçüde azaldığını bildirmiştir. Vitaminler ısıl işleme karşı duyarlıdır ve kayıplar olabilmektedir. İşlemeden veya pişirmeden önce yıkamak da suda çözünen vitaminlerin kaybına neden olabilmektedir. Ayrıca oksijen, ısı ve ışık kombinasyonu veya her birinin ayrı ayrı etkisiyle de vitamin kayıpları olabilmektedir [171].

#### **5.6.2.4. Yağ Asit Analiz Sonuçları**

Deniz ürünleri yağları omega-3 PUFA'lar açısından zengindir ve yüksek besin değerine sahip benzersiz besin kaynaklarıdır. Hayvan veya insan vücudunda sentezlenmediklerinden diyetler yoluyla vücuda alınması sağlık açısından faydalıdır [174, 175, 176, 177, 178].

Esansiyel yağ asitleri vücudun üretemediği ve mutlaka besinler yoluyla alınması gereken yağ asitleridir. Bu yağ asitleri insan ve diğer memeliler için mutlak gerekli olup çoklu doymamış yağ asitleridir (PUFA) [178].

Su ürünleri, tüketim öncesinde farklı pişirme metotlarıyla işlenerek tüketime sunulmaktadır. Pişirme yöntemi, süresi ve sıcaklığına bağlı olarak pişirilen su ürünlerinin besin kompozisyonunda farklılıklar ortaya çıkabilmektedir. Moradi ve diğ. [179]'e göre tür, mevsim, çevre koşullarına bağlı olarak balığın yağ içeriği ve yağ asit kompozisyonu farklılık göstermekte, balığın karakteristik yağları da farklı pişirme yöntemleri esnasında değişime

uğramaktadır. Deniz ürünlerine uygulanan tütsüleme, marine etme, pişirme yöntemlerindeki farklılıklar gibi çeşitli işleme tekniklerinin besin değerinde (yağ asit kompozisyonu, amino asit kompozisyonu, vitamin ve mineral madde içerikleri) değişikliklere neden olduğu birçok araştırma tarafından [177, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187] ortaya konulmuştur.

İnsan sağlığı için önemli olan ve vücutta sentezlenmeyen ve dışarıdan alınması gereken esansiyel yağ asitlerinin kalp damar hastalıklarından nörolojik rahatsızlıklara kadar pek çok faydası bulunmaktadır [188].

Deniz ürünlerindeki önemli yağ asitleri arasında EPA, DHA ve C18:3  $\omega$ 3 gibi omega-3 PUFA'lar ile C16:1 $\omega$ 7, C18:1  $\omega$  9c, C20:1  $\omega$ 9 gibi MUFA yağ asitlerinin olduğu birçok çalışma ile kanıtlanmıştır [189, 190, 191, 192]. Pigott [193], karasal bitkilerin omega-6 ( $\omega$ -6) PUFA'sının yüksek olduğunu ve sınırlı omega-3 ( $\omega$ -3) PUFA'ya sahip olduğunu, sucul bitkilerin önemli miktarda PUFA C20 ve C22 karbon zincirleri, yani omega-3 yağ asitlerini içerdiklerini bildirmiştir [193]. Son yıllarda akuakültür balık yetiştiriciliğinde yem rasyonuna balık eti yerine balık yağı kalitesine eşdeğer keten tohumu, çiya tohumu ve kamelya tohumu, alg yağı gibi omega-3 PUFA açısından zengin bileşenlerin eklendiği ve hazırlanan yem rasyonları ile başarılı bir şekilde balıkların yetiştiriciliğinin yapıldığı bildirilmektedir [194]. Tüketime sunulan besinlerde yüksek oranlarda omega-3 PUFA varlığı vücuda alınan besinin vücut için biyoyararlı olduğunun ve insan beslenmesine önemli katkısının olabileceğinin bir göstergesidir. Omega-6 ve omega 3 yağ asitlerinin molekül yapısındaki küçük farklılıklar nedeniyle vücuttaki rolleri farklılık göstermektedir. Bu yağ asitleri tavsiye edilen oranlarda alınmadığında insan vücudunda bazı rahatsızlıklara yol açabilmektedir. Omega-3 yağ asitlerinin vücuda daha fazla alınması ya da her iki yağ asidinden eşit oranlarda alınması vücut sağlığı için önem arz etmektedir. Omega-3 yağ asitlerinden olan eikosapentaenoik asit (EPA-C20:5 n-3) kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinde, dokosaheksaenoik asit (DHA-C22:6 n-3) ise görme fonksiyonlarında, büyüme ve beyin gelişiminde etkili olmaktadır [195].

Araştırmada elde edilen çiğ kerevitlerin başlıca doymuş yağ asitleri palmitik (%18,10) ve stearik (%11,40) asitlerin olduğu ve toplam doymuş yağ asidi oranının % 36,46'lık hayli yüksek orana karşılık geldiği tespit edilmiştir. Uzunmehmetoğlu ve diğ. [150] yapmış oldukları araştırma sonucuna göre; kerevitin yağ asidi profilinde doymuş yağ asitlerinden palmitik ve stearik asit, tekli doymamış yağ asitlerinden oleik asitin temel yağ asitlerinin oluşturduğu; yağ asit kompozisyonunun % 20,51'ini toplam doymuş yağ asitleri (SFA), % 18,33'nü toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) ve % 32,56'nı toplam çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA) birleşiminden meydana geldiği bildirilmektedir. Araştırmada çiğ kerevit etinde elde edilen toplam SFA ve toplam MUFA düzeyinin Uzunmehmetoğlu ve diğ. [150] çalışmasına benzer olduğu, kerevite özgü yağ asitlerini palmitik asit, palmitoleik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit, araşidonik asit, ekosapentaenoik asit ve dokosaheksaenoik asitin oluşturduğu belirlenmiştir. Çiğ kerevit etinde doymuş yağ asitlerin baskın olmasının sebebi olarak yaşadığı habitatteki besinlerden kaynaklı olabileceğini düşündürmektedir.

Pişirme sonrası kerevitlerin toplam doymuş yağ asitleri oranında BC grubu örneklerde % 7,49, SVC grubu örneklerde % 1,23 ve MC grubu örneklerde % 11,22'lik bir azalma tespit edilmiştir. Castro-González ve diğ. [196], farklı pişirme yöntemlerinin iştine balığı (*Sciaenops ocellatus*) ve kral (*Caranx hippos*) balığının doymuş yağ asitleri konsantrasyonunda pişirme sonrasında azalma veya artışlara sebebiyet verdiği bildirilmiştir.

Çiğ kerevitlerin başlıca tekli doymamış yağ asitleri palmitoleik (% 4,26) ve oleik (% 16,04) asitler olup, toplam tekli doymamış yağ asidi oranı % 21,95 olarak bulunmuştur. Tüm örneklerin toplam tekli doymamış yağ asidi (MUFA) oranının pişirme sonrasında artmıştır ( $p<0,05$ ). Turhan ve diğ. [197] çiğ ve pişmiş hamsi balıklarında; Hernández-Sánchez ve diğ. [198] çiğ ve pişmiş tilapiadaki en yüksek yağ asitlerinin palmitik asit ve oleik asit olduğunu bildirmiştir. Araştırma sonuçlarımıza göre; çiğ ve pişirilmiş kerevitlerin doymuş yağ asitlerinden palmitik asit ve tekli doymamış yağ asitlerinden oleik asitin kerevit etine özgün baskın yağ asitleri olduğu ve çeşitli su ürünlerinin yağ asit kompozisyonuyla [197, 198] benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Harlıoğlu ve diğ. [199] keban baraj gölünden yakalanan kerevitler üzerine yaptıkları araştırmada çiğ kerevit kuyruk etinin % 25,56 doymuş yağ asiti,

% 28,17 tekli doymamış yağ asiti ve % 45,97 çoklu doymamış yağ asiti içerdiğini, PUFA/SFA oranını 1,79 ve  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 oranını % 2,47 olarak bildirmişlerdir. Araştırma materyali Eğirdir Gölü'nden yakalanan kerevitler olup, çiğ kerevit kuyruk etinin % 36,46 doymuş yağ asiti, % 21,95 tekli doymamış yağ asiti ve % 24,68 çoklu doymamış yağ asiti içerdiğini, % 0,68 PUFA/SFA oranına ve % 0,79  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 oranına sahip olup, Keban baraj gölünden yakalanan kerevitlere kıyasla toplam doymuş yağ asitleri oranının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılığın canlının bulunduğu habitatteki beslenmesine bağlı farklılık gösterdiği düşünülmektedir.

Turan ve Kocatepe [186] farklı pişirme yöntemleriyle pişirilen (tavada kızartma, fırında pişirme, mangalda kömür ateşinde pişirme) palamut balığının MUFA oranında pişirme sonrası azalma olduğu bildirilmiştir. Araştırmada pişirilmiş kerevit ürün gruplarında çiğ kerevite kıyasla artan MUFA oranının Turan ve Kocatepe [186]'nin sonuçlarından farklılık gösterdiği, bu farklılığın materyalden ve uygulanan pişirme yöntemlerindeki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Su ürünlerine pişirme işlemi sırasında uygulanan yüksek ve uzun süreli ısı işlem  $\omega$ -3 PUFA konsantrasyonunda azalmaya neden olabilir. Bazı araştırmacılar kızartma, tutsüleme, konserve, marine etme gibi teknolojik süreçlerin omega 3 PUFA'yı özellikle EPA ve DHA konsantrasyonlarını olumsuz etkilediğini öne sürmektedirler [175, 183, 200, 201, 202]. Çiğ kerevitlerin başlıca çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) linoleik (% 4,73), araşidonik (%7,70), eikosapentaenoik (% 7,75), dokosaheksaenoik (% 2,26) asitler olup, toplam çoklu doymamış yağ asitlerinin oranı % 24,68 olarak bulunmuştur. SVC grubu kerevitler dışındaki pişirilmiş kerevitlerin (BC, MC) toplam çoklu doymamış yağ asidi oranında önemli bir değişiklik olmadığı belirlenmiştir. Pişirme işleminden sonra toplam PUFA asitlerindeki en yüksek kayıp SVC grubu kerevitlerde % 23 civarında olmuştur. Bu çalışmanın sırasıyla çiğ ve pişirilmiş kerevitlerde en yüksek PUFA değerlerinin araşidonik asit (Çiğ: % 7,70 ve Pişirilmiş kerevit: % 5,26-6,90) ve eikosapentaenoik asit (EPA)'in (Çiğ: % 7,75 ve Pişirilmiş kerevit: % 5,11-7,33) oluşturduğu belirlenmiştir. EPA+DHA (lipit kalite indeksi) değerinin çiğ üründe

(FC): % 10,01 ve pişirilmiş ürünlerde SVC: % 6,77, BC: % 9,47; MC: % 8,26 olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmadan elde edilen analiz sonucuna göre çiğ ve pişirilmiş kerevitin yağ asitleri oranlarını sırasıyla SFA>PUFA>MUFA'dan oluştuğu belirlenmiştir. Prato ve Biandolino [203] su ürünleri yağ asit kompozisyonunun aynı sıralamaya sahip olduğunu, % 38,11-49,80'ni doymuş yağ asitleri,% 27,66-34,70'ni çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) ve % 17,82-32,39'unu tekli doymamış yağ asitlerinin oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Ceylan ve diğ. [204],  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 oranının balığın besin değeri kaybı için önemli bir değer olarak görüldüğünü bildirmiştir. Çalışmada çiğ kerevitlere pişirme işlemleri uygulandıktan sonra SVC ve MC grubu kerevitlerin  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 oranında çiğ kerevit ile karşılaştırıldığında anlamlı olmayan bir düşüş ( $p>0,05$ ), BC grubu kerevitlerde ise anlamlı bir artış ( $p<0,05$ ) tespit edilmiştir.

Diyetteki besinlerle vücuda alınan  $\omega$ -6 ve  $\omega$ -3 yağ asitlerinin insan metabolizması üzerindeki etkileri bilinmektedir. Bu nedenle diyet yoluyla vücuda alınan  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 oranının 1'den az olması sağlıklı bir diyet için gerekli ve önerilmektedir [205, 206]. Diyetlerle  $\omega$ -6 çoklu doymamış yağ asitlerinin aşırı alımı kardiyovasküler hastalıklar, kanser, inflamatuvar ve otoimmün sistemdeki birçok hastalığın patogenezi tetiklerken,  $\omega$ -3 PUFA düzeylerinin artması (düşük  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 oranı) baskılayıcı etkiye sahiptir [207].  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 yağ asitlerinin dengesi, koroner kalp hastalığı riskini azaltmada önemli bir belirteçtir [208]. Çiğ kerevitlerin  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 oranı 1,26, pişirilmiş kerevit gruplarının (BC, SVC ve MC)  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 oranının 1,20 ile 1,35 arasında olduğu bulunmuştur. Dünya Sağlık Örgütü omega-6/omega-3 oranının 5:1 - 10:1 arasında tutulmasını önermektedir. Ancak gerçekte sağlıklı oran 1:1 - 4:1 arasındadır. Bir başka deyişle sağlıklı bir beslenme için Omega-6'nın omega-3'e oranı 1–2/1 oranında tutarlı olmalıdır [178, 196, 203, 208, 209]. Dolayısıyla, araştırmada çiğ ve pişirilmiş kerevitlerin düşük  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 oranlarına (1,20–1,35) sahip olması nedeniyle sağlıklı beslenme için uygun bir besin olduğu tespit edilmiştir.

COMA'ya [210]'e göre insan beslenmesi için PUFA/SFA oranı 0,45'in üzerinde ve  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 oranı 4,0'ı geçmemelidir. Bu çalışmada tüm pişmiş kerevit örneklerinin PUFA/SFA oranı 0,53 ile 0,73 arasında bulunmuştur.

## 5.7. SONUÇ

Su ürünlerinde uygun pişirme yönteminin seçilmesi tüketicinin damak zevki ve tercihiyle belirlenebilecek bir durumdur. Ayrıca su ürünlerinin lezzetini ve besin değerini korumak için ürüne uygun pişirme yönteminin seçilmesi önemlidir. Pişirme işlemi su ürünlerinde sadece raf ömrünü uzatmakla kalmaz aynı zamanda mikrobiyal güvenliği de sağlamaktadır.

Bu tez çalışmasında üç farklı pişirme yöntemiyle pişirilen kerevitlere şok soğutma uygulandıktan sonra soğuk depo sıcaklığındaki ( $2\pm 0,7^{\circ}\text{C}$ ) raf ömrü süresinin ve besin değerine olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Pişirilmiş kerevitlerin raf ömrü süresinin belirlenmesi amacıyla fiziko-kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal analizler periyodik olarak gerçekleştirilmiştir. Kerevit kuyruk etindeki mikrobiyolojik analiz sonuçları, toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı: TMAB, toplam psikrofilik bakteri sayımı: TPAB, toplam maya ve küf, toplam koliform, *E.coli*, *Salmonella* spp, *Listeria* spp ve sülfür indirgeyen anaerobik bakteri analizlerine bakılarak değerlendirilmiştir. Bu tez çalışmasında, soğuk depolama süresi boyunca kontrol (VP, MP) ve pişirilmiş kerevit gruplarının (SVC, BC, MC) hiçbirinde başlangıçta ve soğuk depolamanın 28. gününde *Salmonella* spp, *Listeria* spp ve sülfür indirgeyen anaerobik bakteri analizlerinde mikroorganizma üremesi tespit edilmemiştir.

Soğuk depolamanın 28. gününde pişirilmiş kerevit gruplarında (BC, SVC ve MC) insan tüketiminde limit değer olarak kabul edilen 6 log kob/g TMAB sayısı pişirilmiş kerevitlerde sırasıyla 6,74, 6,38 ve 7,11 log kob/g değerleri ile aştığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde soğuk depolamanın 28. günü kontrol gruplarında ve pişirilmiş kerevit numunelerinde TPAB bakteri yükünün VP: 7,56 ve MP: 8,56 log kob/g, SVC: 6,07, BC: 6,06 ve MC: 6,64 log kob/g limit değerleri ile tüketime uygun olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca 28 günlük soğuk depolama

sonrasında kontrol grupları ve pişirilmiş kerevitlerin tümündeki küf yükünün  $>5$  log kob/g değerini aştığı tespit edilmiştir. Bundan başka soğuk depolamanın 28. gününde kontrol grupları dışındaki pişirilmiş kerevit gruplarının tümünde toplam koliform  $<5$  log kob/g olduğu belirlenmiştir. Toplam koliform ve *E. coli* bakteri yükleri nedeniyle pişirilen kerevitlerin tümünde hijyen ve sanitasyon kurallarına uyulduğu analiz sonuçlarıyla tespit edilmiştir.

28 günlük depolama süresi boyunca pişirilmiş kerevit gruplarının (BC, SVC, MC) TBA değerlerinin kontrol gruplarından (VP, MP) yüksek olmadığı belirlenmiştir. Bu sonuç ile ısıtılma işleminin kerevit etindeki lipid peroksidasyonunu engellediği ortaya konulmuştur. 28 günlük soğuk depolama sonrasında pişirilmiş kerevitlerin tamamının TVB-N ve TMA-N analiz sonuçlarına göre; insan tüketimine uygun olmadığı tespit edilmiştir. 14 günlük soğuk depolamadan sonra genel kabul puanında kademeli bir düşüş ile 28 günlük soğuk depolama sonrasında pişirilmiş kerevitlerde duyuşal açıdan tüketilemez olduğu belirlenmiştir.

Araştırmada, üç farklı pişirme yöntemiyle (kaynayan suda haşlama, sous vide pişirme ve mikrodalga pişirme) pişirilen kerevitlerde en yüksek ağırlık kaybının %5,60'lık oranla kaynayan suda haşlanan kerevitlerde olduğu, bunu %3,73'lük oranla mikrodalgada pişirilen kerevitlerin (MC) ve %2,71'lik oranla sous vide (SVC) pişirilen kerevitlerin takip ettiği tespit edilmiştir. Sous vide pişirme yöntemiyle pişirilen kerevitlerde BC ve MC yöntemiyle pişirilen kerevitlere kıyasla en düşük pişirme kaybının (SVC: %97,29, MC: %96,27 ve BC: %94,40) söz konusu olduğu bulunmuştur.

Pişirme işlemi sonrasında kerevit numunelerinin tümünün % ham yağ ve ham protein değerlerinde artış, % nem, % ham kül ve % karbonhidrat değerlerinde ise; düşüş olduğu belirlenmiştir. En yüksek yağ oranı artışının %1,06'lık oran ile MC kerevit grubunda olduğu tespit edilmiştir. Bu kerevit grubunu %1,05'lik yağ oranı artışı ile BC ve % 0,99'luk yağ oranı artışı ile SVC kerevit grupları takip etmektedir. Buna karşın pişirilen kerevitlerdeki en yüksek protein artışının %1,55'lik oran ile SVC kerevit grubunda olduğu, BC ve MC kerevit

gruplarındaki protein değerlerindeki artış oranının ise; sırasıyla %1,47 ve %1,42’lik düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Bu tez çalışması çiğ ve pişirilmiş kerevitlerin protein içeriğinin yüksek,  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 oranının (1,20–1,35) düşük, besin değeri açısından uygun EAA/NEAA oranlarına sahip, Ca, Zn, Mg, Se, K, P, Na açısından zengin olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, Fe ve Cu minareleri ve B<sub>3</sub> ile E vitamin içeriği bakımından değerli bir besin kaynağı olduğunu göstermiştir. Kaynayan suda haşlanmış ve sous vide pişirilmiş kerevitlerin B<sub>12</sub> vitamini içeriğinde pişirme işleminden sonra önemli bir artış tespit edilmiştir.

Çiğ kerevitteki (FC) serbest amino asitler arasında en baskın amino asit, glutamik asit olup, bu amino asiti alanin, aspartik asit, glisin, arginin ve tirozin amino asitleri takip etmektedir. Pişirilen kerevitlerin tümünün toplam amino asit miktarlarında pişirme işlemi sonrasında önemli bir artış tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). Ayrıca pişirilmiş kerevitlerde uygun EAA/NEAA oranı (0,81–0,98) nedeniyle yüksek kaliteli protein kaynağı bir besin olduğu göz ardı edilmemelidir. EPA ve DHA yağ asitlerinde en düşük kayıpların kaynayan suda haşlama ve mikrodalgada pişirme yöntemlerinde olduğu tespit edilmiştir. Çiğ kerevitlerin başlıca doymuş yağ asitleri palmitik (%18,10) ve stearik (%11,40) asitlerin olduğu ve toplam doymuş yağ asidi oranının % 36,46’sını oluşturduğu bulunmuştur. Pişirme sonrasında kerevit gruplarının (BC, SVC ve MC) temel doymuş yağ asitleri oranlarında sırasıyla % 7,49, % 1,23 ve % 11,22’lik oranlarda azalma tespit edilmiştir. Çiğ kerevitlerin temel tekli doymamış yağ asitleri palmitoleik (% 4,26) ve oleik (%16,04) asitler olup, toplam tekli doymamış yağ asidi oranı % 21,95 olarak bulunmuştur. Tüm örneklerin toplam tekli doymamış yağ asidi (MUFA) oranlarının pişirme işlemi sonrasında artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Pişirilen kerevit gruplarında toplam PUFA asitlerindeki en yüksek kayıp SVC grubu kerevitlerde %23 civarında olduğu belirlenmiştir. Pişirilmiş kerevit gruplarının tümünde PUFA/SFA oranı 0,53 ile 0,73 arasında olduğu tespit edilmiştir.

Bu tez çalışması, pişir-soğut yöntemiyle işlenen kerevitlerin, bakteriyel kontaminasyon içermeyen sudan hasat edildiğini, kerevitlere uygulanan pişirme yöntemleri sayesinde mevcut bakteri yükünü azaltarak, raf ömrü süresini uzatan ve besin değerini koruyan, gıda güvenliğine uygun ürün olduğunu ortaya koymuştur.

Sonuç olarak, sous vide yöntemiyle pişirilen kerevitlerin, mikrodalgada ve kaynayan suda haşlama yöntemiyle pişirilen kerevitlere göre lezzetini en iyi koruyan ve en az pişirme kaybına uğratan yöntem olduğu belirlenmiştir. Kerevitlerin besin değerinin korunması açısından toplam vitamin kayıplarının en az olduğu ve B<sub>12</sub> vitamin içeriğine göre en uygun pişirme yöntemlerinin sous vide ve kaynayan suda haşlama olduğu tespit edilmiştir. Toplam mineral madde kayıpları ile makro mineral madde kayıplarının en az olduğu pişirme yöntemlerinin mikrodalgada pişirme ve sous vide olduğu tespit edilmiştir. Su ürünlerinde lezzetini, besin değerini koruyan, daha sağlıklı ve ürüne uygun pişirme yönteminin seçilmesi tüketicilerin daha fazla su ürünleri tüketimine yönelmesinde etkili olacaktır. |

## KAYNAKLAR

- [1]. Şengör G.F.Ü, 2021, *Sous vide Pişirilmiş Su Ürünleri ve Gastronomi*, 10. Bölüm, sayfa 167-189, Ceylan Z. ve Doğu Baykut E. Editörler, *Denizden Gastronomiye*, 1. Baskı, 246 s., Detay Yayıncılık, Ankara.
- [2]. Bongiorno, T., Tulli, F., Comi, G., Sensidoni, A., Andyanto, D., 2018, Sous-vide cook chill mussel (*Mytilus galloprovincialis*): evaluation of chemical, microbiological and sensory quality during chilled storage 3°C, *LWT - Food Science and Technology*, 91, 117-124.
- [3]. Evans, J., 1998, *Consumer perceptions and practice in the handling of chilled foods*, In *Sous vide and Cook-chill Processing for the Food Industry*, Ghazala, S. (ed.), Gaithersburg, MD: Apsen Publishers, Inc, p.1-24, ISBN: 0-7514-0433-0.
- [4]. Creed, P.G. and Reeve, W., 1998, *Principles and applications of sous vide processed foods*, In: *Sous vide and Cook-chill Processing for the Food Industry*, Ghazala, S. (ed.), Gaithersburg, MD: Apsen Publishers, Inc, p. 25–56, ISBN: 0-7514-0433-0.
- [5]. El-Ansari, A. and Bekhit, AE-DA., 2014, *Processing, Storage and Quality of Cook-Chill or Cook-Freeze Foods*, Minimally Processed Foods: Technologies for Safety, Quality, and Convenience, Siddiquim, M.W. and Rahman, M.S. (eds.), Chapter 7, Springer: International Publishing Switzerland, 125-150.
- [6]. Bekhit, A. E.-D. A., & Roohinejad, S. (2016). Cook-chilled and cook-frozen foods. In G. W. Smithers (Ed.), *Reference module in food science*, Elsevier, 1-10. doi: 10.1016/B978-0-08-100596-5.03348-5
- [7]. Evans, J., Russell, S., James, S., 1996, Chilling of recipe dish meals to meet cook-chill guidelines, *International Journal of Refrigeration*, 19 (2), 79-86.
- [8]. Nyati, H., 2000, An evaluation of the effect of storage and processing temperatures on the microbiological status of sous vide extended shelf-life products, *Food Control*, 11, 471–476.
- [9]. Kilibarda, N., Brdar, I., Baltic, B., Markovic, V., Mahmutovic, H., Karabasil, N., Stanisic, S., 2018, The safety and quality of sous vide food, *Meat Technology*, 59 (1), 38–45.
- [10]. Erarslan, N., 2013, *Piştirme Yöntemleri*, 2.Basım, İstanbul: Nobel Yayın, s.329, ISBN: 978-605-133-694-7.
- [11]. FAO/WHO, 1981, *Standard for quick frozen lobsters*, Codex Stan 95, Food and Agriculture Organization, World Health Organization, 1-6.
- [12]. Sobral, M.M.C., Cunha, S.C., Faria, M.A., Ferreira, I., 2018, Domestic Cooking of Muscle Foods: Impact on Composition of Nutrients and Contaminants, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17 (2), 309-333.
- [13]. Chandrasekaran, S., Ramanathan S., Basak, T., 2013, Microwave food processing – a review, *Food Research International*, 52(1), 243-261.

- [14]. Brugiapaglia, A. and Destefanis, G., 2012, Effect of cooking method on the nutritional value of piemontese beef, *58th International Congress of Meat Science and Technology*, 12-17th August 2012, Montreal, Canada.
- [15]. El-Sherif, S.A.E-H. and El-Ghafour, S.A., 2015, Nutritive value of canned River Nile Crayfish (*Procambarus clarkii*) products, *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 41, 265-272.
- [16]. Sarojnalini, C. and Hei, A.C., 2019, Fish as an Important Functional Food for Quality Life, *IntechOpen*, 1-19
- [17]. FAO, 2019, *Fishery and Aquaculture Statistics-Global aquaculture production 1950-2019* (FishstatJ)-In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]- Rome, Italy <https://www.fao.org/fishery/en/statistics/software/fishstatj>. [Ziyaret tarihi: 29 Mart 2022].
- [18]. Harlioglu, M.M. and Harlioglu, A.G., 2004, The harvest of freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) in Turkey, *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 14 (4), 415-419.
- [19]. TUIK, 2020, *Turkish Statistical Institute - Fishery Products, Production quantity of inland water products*, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=37252&dil=2>, [Ziyaret tarihi: 29 Mart 2022].
- [20]. Humaid, S., Nayyar, D., Bolton, J., Skonberg, D.I., 2019, Physicochemical Properties and Consumer Acceptance of High-Pressure Processed, Sous Vide-Cooked Lobster Tails, *Journal of Food Science*, 84 (12), 3454-3462.
- [21]. Çopur, O.U. ve Tamer, C.E., 2003, Modern Catering Sistemi: Cook-chill, *Gıda*, 28 (2), 159–167.
- [22]. Bhat, Z.F., Morton, J.D., Bekhit, AE-DA., Kumar, S., Bhat, H.F., 2021, Thermal processing implications on the digestibility of meat, fish and seafood proteins, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20, 4511–4548.
- [23]. Xu, Y., Chen, Y., Cao, Y., Huang, W., Zhang, S., Xia, W., Jiang, Q., 2016, Effect of Steam Cooking on Textural Properties and Taste Compounds of Shrimp (*Metapenaeus ensis*), *Food Science and Technology Research*, 22 (1), 75-81.
- [24]. FAO, 1978, *Recommended international standard for quick frozen lobsters*, CAC/RS 95, Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Codex Alimentarius Commission, Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Health Organization, Rome, 1-17.
- [25]. Wojtowicz, M.B., 1974, Information on production of whole, frozen lobsters, New Series Circular No:74, Environment Canada, Fisheries and Marine Service, Halifax Laboratory, Halifax, Nova Scotia, 1-5.
- [26]. Sotome, I. and Isobe, S., 2011, Food Processing and Cooking with New Heating System Combining Superheated Steam and Hot Water Spray, *Japan Agricultural Research Quarterly*, 45 (1), 69 – 76.
- [27]. Asmaa, A.A., Zzaman, W., Tajul, A.Y., 2015, Effect of superheated steam cooking on fat and fatty acid composition of chicken sausage, *International Food Research Journal*, 22, 2, 598-605.
- [28]. Watson, R. and Denton, W., 2007, Good Manufacturing Practice Guidance - Shellfish Cooking, *Seafish*, 1-36.

- [29]. Anon, 1972, *Handling and processing of shrimp*, Torry Advisory Note, No. 54.
- [30]. Waterman, J.J., 2001, *Processing Mussels, Cockles and Whelks*, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food Torry Research Station, Torry Advisory Note, No. 13.
- [31]. Edwards, E. and Early, J.C., 1978, *Catching, handling and processing crabs*, Torry Advisory Note, No.26, Ministry Technology Torry Research Station, Edinburg, HMSO Press.
- [32]. Anon, 1983, *Recommended International Code of Practice for Crabs*, CAC/RCP 28, Codex Alimentarius Commission, Vol.9, 1-43.
- [33]. Waterman, J.J., 1982, *Processing lobsters*, Torry Advisory Note, No. 6, p.4.
- [34]. Anon, 1979, *Recommended International Code of Practice for Lobsters*, CAC/RCP 24, Codex Alimentarius Commission.
- [35]. Gonzalez-Fandos, E., Garcia-Linares, M.C., Villanero-Rodriguez, A., Garcia-Arias, M.T., Garcia-Fernandez, M.C., 2004, Evaluation of the microbiological safety and sensory quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) processed by the sous vide method, *Food Microbiology*, 21, 193-201.
- [36]. Baldwin, D.E., 2012, Sous vide cooking: A review, *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 1, 15–30.
- [37]. Charles, R.H.G., 1983, *Mass catering*, WHO Regional Publications, European Series, Copenhagen, No. 15, Recent Technology, p.27-31, ISBN 92 890 1106 8.
- [38]. Barshak, A.W, 2014, Minimally-Processed Microwaveable Frozen Lobster Tail Product, *United States Patent Application Publication*, US 2014/0134303A1, 1- 6.
- [39]. Tsai, Y-H., Hwang, C-C., Lin, C-S., Lin, C-Y., Ou, T-Y., Chan, T-H., Lee, Y-C., 2021, Comparison of microwave-assisted induction heating system (MAIH) and individual heating methods on the quality of pre-packaged white shrimp, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 73, 102787.
- [40]. Bordoloi, R., and Ganguly, S., 2014, Microwave cooking technology and its implications in food processing: a review, *Indian journal of scientific research and technology*, 2(4), 1.
- [41]. Church, I., 1998, *The sensory quality, microbiological safety and shelf life of packaged foods*, In: *Sous Vide and Cook-Chill Processing for the Food Industry*, Ghazala, S. (ed.), Gaithersburg, MD: Apsen Publishers, Inc, p.190- 202, ISBN: 0-7514-0433-0.
- [42]. Garcia-Linares, M.C., Gonzalez-Fandos, E., Garcia-Fernandez, M.C., Garcia-Arias, M.T., 2004, Microbiological and nutritional quality of sous vide or traditionally processed fish: influence of fat content, *Journal of Food Quality*, 27, 371–387.
- [43]. Schellekens, M., 1996, New research issues in sous-vide cooking, *Trends in Food Science & Technology*, 7, 256-262.
- [44]. Peck, M.W., Goodburn, K.E., Betts, R.P., Stringer, S.C., 2006, *Clostridium botulinum* in vacuum packed (VP) and modified atmosphere packed (MAP) chilled foods, Final Project Report (B13006), 1-10.

- [45]. Üçüncü, M., 2000, *Gıdaların Ambalajlanması*, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, s. 689.
- [46]. Gonzalez-Fandos, E. and Laorden, A.M., 2020, *Sous vide*, Chapter 13, Ozoğlu, Y. (ed.), *Innovative Technologies in Seafood Processing*, CRC Press, US, 263-276, ISBN -13: 978-0-8153-6644-7.
- [47]. Loey, A.V., Haentjens, T., Hendrick, M., 1998, *The potential role of time-temperature integrators for process impact evaluation in the cook-chill chain*, In: *Sous Vide and Cook-Chill Processing for the Food Industry*, Ghazala, S. (ed.), Gaithersburg, MD: Apsen Publishers, Inc, p.89-103, ISBN: 0-7514-0433-0.
- [48]. Humaid, S., Nayyar, D., Bolton, J., Perkins, B., Skonberg, D.I., 2020, Refrigerated shelf-life evaluation of high pressure processed, raw and sous vide cooked lobster, *High Pressure Research*, 40 (3), 444–463.
- [49]. Don, S., Xavier, K.A.M, Devi, S.T., Nayak, B.B., Kannuchamy, N., 2018, Identification of potential spoilage bacteria in farmed shrimp (*Litopenaeus vannamei*): Application of Relative Rate of Spoilage models in shelf life prediction, *Food Science and Technology*, 97, 295-301.
- [50]. Mohan, C.O., Ravishankar, C.N., Srinivasa Gopal, T.K., 2017, Effect of Vacuum Packaging and Sous Vide Processing on the Quality of Indian White Shrimp (*Fenneropenaeus indicus*) During Chilled Storage, *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 26, 10, 1280-1292.
- [51]. Ayas, D. and Ozogul, Y., 2011, The effects of vacuum packing on the quality of thermally processed lump crabmeat (*Portunus pelagicus*), *Advances in Food Sciences*, 33 (3), 174-178.
- [52]. Cadun, A., Cakli, S., Dincer, T., Sen, E.B., 2016, Influence of sous-vide cooking on physical, chemical, sensory and microbiological quality in deep water pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*), *Archiv Fur Lebensmittelhygiene*, 67, 47-53.
- [53]. Bilgin, S., Erdem, M.E., Duyar, H.A., 2006, Pişmiş ve Çiğ Olarak Buzdolabı Sıcaklığında Muhafaza Edilen Kahverengi Karides in, *Crangon crangon* (Linnaeus, 1758), Kimyasal Kalite Değişimleri, *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18 (2), 171-179.
- [54]. Erdem, M.E. ve Bilgin, S., 2004, Pişmiş ve çiğ olarak buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen karides (*Palaemon adspersus* Rathke, 1837)'in kalitesinde meydana gelen değişimler üzerine araştırmalar, *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16 (4), 687-694.
- [55]. Tseng, Y-C., Xiong, Y.L., Webster, C.D., Thompson, K.R., Muzinic, L.A., 2002, Quality Changes in Australian Red Claw Crayfish, *Cherax Quadricarinatus*, Stored at 0°C, *Journal of Applied Aquaculture*, 12 (4), 53-66.
- [56]. Çakır, D., 1999, *Karideslerin Soğukta Depolanması Sırasında Kalite Değişimlerinin İncelenmesi*, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. 1-34.
- [57]. Yang, M-F., 1990, *An Assessment of Cook-Chill Foodservice Systems*, Master of Science, A Thesis Submitted to Oregon State University, 1-102.
- [58]. Farber, L., 1965, *Freshness Tests, Fish as Foods*, Academic Press, New York and London, 65-126.
- [59]. Connell, J.J., 1972, *Quality Control in The Fish Industry*, Torrey Research, Station, Torrey Advisory Note. 58.

- [60]. Connell, J.J., 1991, *Advances in Fish Science and Technology*, A division of Blackwell Scientific Publications, Torry Research Station, Scotland, 0 85238 108 5.
- [61]. Ayvaz, Z. ve Erdağ, M., 2019, Su ürünlerinde kalite indeks metot (KIM)'u, Aydın, S. (ed.), Fen Mühendislik, 4. *Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi*, 14–17 Şubat 2019/Yalova, UBAK, 453-459.
- [62]. Bergslien, H., 1996, Sous vide treatment of salmon (*Salmo salar*), In *Second European Symposium on Sous Vide Proceedings*, ed. Alma Sous Vide Competence Centre, Leuven, Belgium, 281-291.
- [63]. Choain, F. and Noel, P., 1989, *Le Sous-Vide en Cuisine-Des fondements scientifiques aux applications pratiques*, Editions Jacques Lanore, Malakoff, France, p.207.
- [64]. Anon, 1999, *Guidelines for the sensory evaluation of fish and shellfish in laboratories*, CAC-GL 31, p.1- 32.
- [65]. Sengor, G.F., Celik, U., Akkus, S., 2000, Determination of Freshness and Chemical Composition of Scad (*Trachurus trachurus*, L, 1758) Stored in Refrigerator, *Turkish journal of veterinary and animal sciences*, 24, 187-193,
- [66]. Aksoy, A., 2021, Gıdalarda pH Ölçümünün Önemi, *Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4/2, 193-216.
- [67]. Lougovois, V.P. and Kyrana, V.R., 2005, *Freshness quality and spoilage of chill-stored fish*, In: Food Policy, Control and Research, Arthur P. Riley (ed.), Nova Science Publishers, Inc, Chapter 2, p.35-86, ISBN 1-59454-408-5.
- [68]. Rehbein, H. and Oehlenschläger, J., 1990, Zur Bestimmung des TVB-N Wertes: Chemische Grundlagen und Grenzen der Methode, *Lebensmittelchemie und Gerichtliche Chemie*, 44, 26-29.
- [69]. Ludorff, F.W. and Meyer, V., 1973, Fisch und Fischerzeugnisse, *Paul Parey Verlag*, 95-111.
- [70]. Kietzmann, U., Priebe, K., Rakow, D., Reichtein, K., 1969, Seefisch als Lebensmittel, Hilfsproben zur Ermittlung des Zersetzungsstandes von Seefischchen, *Paul Parey*, 203-217.
- [71]. Turhan, S., Ustun, N.S., Temiz, H., 2011, Lipid Quality of Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) Fillets Affected By Different Cooking Methods, *International Journal of Food Properties*, 14, 1358–1365.
- [72]. Halldorsdottir, S.M., Kristinsson, H.G., Sveinsdottir, H., Thorkelsson, G., Hamaguchi, P.Y., 2013, The effect of natural antioxidants on haemoglobin-mediated lipid oxidation during enzymatic hydrolysis of cod protein, *Food Chemistry*, 141, 914-919.
- [73]. Çorapçı, B., and Kocatepe, D., 2019, The Quality Characteristics of Tub Gurnard (*C. lucerna* Linnaeus, 1758) Saute Packaged With Modified Atmosphere (MA), *The journal of food*, 44, 6, 1059-1070.
- [74]. ICMSE, 1998, *Microorganisms in Foods 6*, Microbial Ecology of Food Commodities, Blackie Academic & Professional, London, UK.

- [75]. ICMFS, 1986, *International commission on microbiological specifications for foods, sampling plans for fish and shellfish*, In: Elliott R.P., Clark D.S., Lewis K.H., Lundenbeck H, Olsen J.C. and Simonjen J.B. (Eds.) , *Microorganisms in Foods, Sampling for Microbiological Analysis: Principles and Scientific Applications*, 2<sup>nd</sup> ed., ICMFS Toronto Press, Toronto, Canada, 181-196.
- [76]. ICMFS, 1996, *Microorganism in Foods 5*, Characteristics of Microbial Pathogens, Blackie Academic & Professional, London, UK.
- [77]. Varnam, A.H. and Evans, M.G., 1996, *Foodborne Pathogens*, Manson Publishing, London, UK, ISBN-10: 1874545413.
- [78]. Pierson, M.D. and Reddy, N.R., 1988, *Clostridium botulinum* status summary, *Food Technology*, 42, 196–198.
- [79]. Ealker, S.J., Archer, P., Banks, J.G., 1990, Growth of *Listeria monocytogenes* at refrigeration temperature, *Journal of Applied Bacteriology*, 68, 157–162.
- [80]. Varga, S. and Anderson, G.W., 1968, Significance of *Coliforms* and *Enterococci* in Fish Products, *American Society for Microbiology-Applied Microbiology*, 16 (2), 193-196.
- [81]. Costa, R.A., 2013, *Escherichia coli* in seafood: A brief overview, *Advances in Bioscience and Biotechnology*, 4, 450-454.
- [82]. Resmî Gazete, 2011, *Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığından: Türk gıda kodeksi mikrobiyolojik kriterler yönetmeliği*, Sayı:28157, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111229M3-6.htm>, [Ziyaret tarihi: 29 Mart 2022].
- [83]. FDA, 2013, *Revised guidelines for the assessment of microbiological quality of processed foods*, Department of Health Food and Drug Administration, FDA-Circular-No,-2013–010, FDA-Circular-No,-2013-010,pdf, [Ziyaret tarihi: 29 Mart 2022].
- [84]. Anon, 2015, Gulf Cooperation Council (GCC) Standardizasyon Kuruluşu, GSO 1016/2015 (E), ICS:67.040. 1-28.
- [85]. Conte, F., Voslarova, E., Vecerek, V., Elwood, R.W., Coluccio, P., Pugliese, M., Passantino, A., 2021, Humane Slaughter of Edible Decapod Crustaceans, *Animals*, 11, 1089, 1-13.
- [86]. Elwood, R.W., 2012, Evidence for pain in decapod crustaceans, *Animal Welfare*, 21, 23–27.
- [87]. Elwood, R.W., 2019, Discrimination between nociceptive reflexes and more complex responses consistent with pain in crustaceans, *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 11, 374.
- [88]. Roth, B. and Øines, S., 2010, Stunning and killing of edible crabs (*Cancer pagurus*), *Animal Welfare*, 19, 287–294.
- [89]. Yue, S., 2008, *The Welfare of Crustaceans at Slaughter*, The Humane Society Institute for Science and Policy HSUS Reports.4, [https://www.wellbeingintlstudiesrepository.org/hsus\\_reps\\_impacts\\_on\\_animals/4/](https://www.wellbeingintlstudiesrepository.org/hsus_reps_impacts_on_animals/4/), [Ziyaret tarihi: 29 Mart 2022].
- [90]. Bellchambers, L.M., Smith, K.D., Evans, S.N., 2005, Effect of Exposure to Ice Slurries on Nonovigerous and Ovigerous Blue Swimmer Crabs, *Portunus pelagicus*, *Journal of Crustacean Biology*, 25, 274–278.

- [91]. Bolat, Y. ve Kaya, M.A., 2016, Eğirdir Gölü kerevitlerinde (*Astacus leptodactylus*, Eschscholtz, 1823) büyüme ve üreme özelliklerinin belirlenmesi, *ESUFD*, 12(1), 11-24.
- [92]. Google Earth, 2022, *Egirdir Lake in Turkey, Satellite image of the region where the crayfish used in the study*, Google Earth [Ziyaret tarihi: 29 Mart 2022].
- [93]. Naboka, A., Marenkov, O., Kovalchuk, J., Shapovalenko, Z., Nesterenko, O., Dzhobolda, B., 2018, Parameters of the Histological Adaptation of Marmorkrebs *Procambarus virginalis* (Lyko, 2017) (Decapoda, Cambaridae) to Manganese, Nickel and Lead Ions Pollution, *International Letters of Natural Sciences*, 70, 24-33.
- [94]. Resmi Gazete, 2016, *Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığından: 4/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığının Düzenlenmesi Hakkında Tebliğ*, (Tebliğ No: 2016/35), 2016-2020\_ticari\_su\_urunleri\_tebliğ.pdf, [Ziyaret tarihi: 29 Mart 2022].
- [95]. AOAC, 1998(a), *Nitrogen (total) in seafood*. In *Fish and Other Marine Products*, Hungerford, J.M. (Chapter ed), In Official Methods of Analysis of AOAC International, Cunniff, P. (ed), Official Method 955.04. Chapter 35, 6. AOAC International. Gaithersburg, MD.
- [96]. Bligh, E.G. and Dyer, W.J., 1959, A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37, 911–917.
- [97]. AOAC, 2002, *Association of official analytical methods*, Official methods of analysis, 16th edition, Arlington, Virginia.
- [98]. AOAC, 1998(b), *Ash of seafood*. In *Fish and Other Marine Products*, Hungerford, J.M., (Chapter ed). In Official Methods of Analysis of AOAC International, Cunniff, P. (ed), Official Method 938.08. Chapter 35, 6. AOAC International. Gaithersburg, MD.
- [99]. Merrill, A.L. and Watt, B.K., 1973, *Energy Value of Foods: Basis and Derivation*. Agriculture Handbook No. 74, ARS United States Department of Agriculture, Washington DC, 1-105.
- [100]. Demirtas, I., Pelvan, E., Ozdemir, I.S., Alasalvar, C., Ertas, E., 2013, Lipid characteristics and phenolics of native grape seed oils grown in Turkey, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 115, 641–647.
- [101]. ISO 12966-2, 2011, *Animal and vegetable fats and oils*, Gas chromatography of fatty acid methyl esters, Part 2: Preparation of methyl esters of fatty acids, Edition:1, p.15.
- [102]. Dimova, N., 2003, RP-HPLC Analysis of Aminoacids with UV-Detection, *Bulgarian Academy of Science*, Tome, 56, 12.
- [103]. Çevikkalp, S.A., Löker, G.B., Yaman, M., Amoutzopoulos, B., 2016, A simplified HPLC method for determination of tryptophan in some cereals and legumes. *Food Chemistry*, 193, 26-29.
- [104]. Manz, U. and Philipp, K., 1981, A method for the routine determination of tocopherols in animal feed and human foodstuffs with the aid of high performance liquid chromatography. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 51(4), 342-8.
- [105]. Reyes, E.S.P & Subryan, L. (1989). An improved method of simultaneous HPLC assay of riboflavin and thiamin in selected cereal product. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2 (1) 41-47.

- [106]. Ndaw, S., Bergaentzle, M., Aoudé-Werner, D., Hasselmann, C., 2002, Enzymatic extraction procedure for the liquid chromatographic determination of niacin in foodstuffs. *Food Chemistry*, 78(1), 129-134.
- [107]. Kall, M.A., 2003, Determination of total vitamin B6 in foods by isocratic HPLC: a comparison with microbiological analysis. *Food Chemistry*, 82(2), 315-327.
- [108]. Guggisberg, D., Risse, M.C., Hadorn, R., 2012, Determination of Vitamin B<sub>12</sub> in Meat Products by RP-HPLC After Enrichment and Purification on an Immunoaffinity Column. *Meat Science*, 90 (2), 279-283.
- [109]. AOAC (1990). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*, (15th edition), In. Helrich K. (ed.), Section 969.33. Airlington Virginia. Association of Official Analytical Chemists.
- [110]. Meilgaard, M., Civille, G.V., Carr, B.T., 1999, *Sensory Evaluation Techniques*, 3<sup>rd</sup> Edition, CRC Press, Boca Raton, p, 387.
- [111]. Sengor, G.F., Kalafatoglu, H., Gun, H., 2004, The Determination of Microbial Flora, Water Activity and Chemical Analyses in Smoked, Canned Mussels (*Mytilus galloprovincialis*, L, 1819), *Turkish journal of veterinary and animal sciences*, 28, 793-797.
- [112]. Schormuller, J., 1968, *Handbuch der Lebensmittel Chemie*, Band III/2 Teil, Tierische Lebensmittel Eier, Fleisch, Buttermilch, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg-Berlin, Germany; New York, NY.
- [113]. AOAC, 1998(c), *Trimethylamine Nitrogen in Seafood Colorimetric Method*, In: Hungerford, J.M. (Chapter ed), Official Method 971.14. Fish and Other Marine Products. In: Cunniff, P. (ed), *Official Methods of Analysis of AOAC International*. Chapter 35, 7.
- [114]. Tarladgis B.G., Watts, B.M., Yonathan, M., 1960, Distillation method for the determination of malonaldehyde in rancid foods, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 37, 44–8.
- [115]. Maturin, L. and Peeler, J.T., 2001, *Bacteriological analytical manual 6th Edition*, Revision A, Chapter 3, <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-3-aerobic-plate-count>, [Ziyaret tarihi: 29 Mart 2022].
- [116]. Baumgart, J., 1986, *Lebensmittel tierischer Herkunft, Feinkosterzeugnisse, gefrorene, tiefgefrorene und getrocknete lebensmittel, Fertiggerichte, hitzekonservierte Lebensmittel, Speiseeis, Zucker, Kakao, Zuckerwaren, Rohmassen*, In: Mikrobiologische Untersuchung von Lebensmitteln, Baumgart, J. (ed), p. 207, Unter Mitarbeit von Ju"rgen Firnhaber, Gottfried Spicher, Hamburg: Behr's Verlag.
- [117]. Feng, P., Weagant, S., Grant, M., Burkhardt, W., 2002, *Enumeration of Escherichia coli and the Coliform Bacteria*, Bacteriological Analytical Manual, Edition 8, Revision A/1998, Chapter 4, <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-4-enumeration-escherichia-coli-and-coliform-bacteria>, [Ziyaret tarihi: 29 Mart 2022].
- [118]. ISO–21527-1, 2008, *Microbiology of food and animal feeding stuffs*, Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds, part 1: colony count technique in products with water activity greater than 0,95.

- [119]. ICMSF, 1978, *Microorganisms in foods 1, Their significance and methods of enumeration*, In International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF), 2<sup>nd</sup> Ed, University of Toronto Press, Toronto, Canada.
- [120]. ISO 6579, 2002, *Microbiology of food and animal feeding stuffs*-Horizontal method for the detection of *Salmonella* spp, International Standard.
- [121]. ISO 11290-1, 1996, *Microbiology of food and animal feeding stuffs* — Horizontal method for the detection and enumeration of *Listeria monocytogenes* — Part 1: Detection method.
- [122]. Sümbüloğlu, K. ve Sümbüloğlu, V, 1990, *Biyoistatistik*, Hatiboğlu Yayınevi, İstanbul, Türkiye, 975-7527-12-2.
- [123]. Kocatepe, D., Turan, H., Şengör Ünal, G.F., Çorapçı, B., Altan, C.O., Köstekli, B., 2022, Yeni Nesil Pişirme Tekniklerinin Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)’nın Besin Değeri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi, *Özel Kurum Destekli Araştırma Projesi Ara Raporu*.
- [124]. El-Kholie, E.M, Khader, S.A., Abdelreheem, M.A.T., 2012, Chemical, physical, microbiological and quality attributes studies on River Nile crayfish, *African Journal of Biotechnology*, 11, 51, 11262-11270.
- [125]. Gaurat, P.V., Koli, J.M., Bhosale, B.P., Mulye, V.B., Sonavane, A.E., Shingare, P.E., Swami, S., Gitte, M.J., 2020, Effect of Different Cooking Methods On Physico-Chemical and Nutritional Properties of Catla (*Catla catla*), *Journal of Experimental Zoology, India*, 23, Supplement 1, ISSN 0972-0030, 847-853.
- [126]. Rostini, I., and Pratama, R.I., 2018, Effect of steaming on physical and chemical characteristics White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) from Indramayu Waters, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 176, 012046.
- [127]. Humaid, S., 2020, *High pressure processing of sous-vide lobster (Homarus americanus) tails*, the Degree of Doctor of Philosophy (in Food and Nutrition Sciences) The Graduate School The University of Maine, p. 184.
- [128]. Dagbjartsson, B., and Solberg, M., 1973, Parameters of textural change in frozen-stored cooked lobster (*Homarus americanus*) tail muscle, *Journal of Food Science*, 38(2), 242–245.
- [129]. Diler, E., Genc, İ.Y, Diler, A., 2017, Effects of Different Treatments on the Quality and Safety of Crayfish (*Astacus leptodactylus*), *Journal of Food Quality*, ID 2904706, 7.
- [130]. Ceylan, Z., Sengor, G.F.U., Basahel, A., Yılmaz, M.T., 2018, Determination of quality parameters of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) fillets coated with electrospun nanofibers, *Journal of Food Safety*, 38 (6), e12518.
- [131]. Gülyavuz, H. ve Ünlüsayın, M., 1999, Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, Isparta, Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Isparta, Türkiye, s.366.
- [132]. Schormuller, J., 1969, *Handbuch der Lebensmittel Chemie*, Band IV, Fette und Lipide (Lipids), Springer-Verlag Berlin: Hiedelberg-New York, p. 872–8.
- [133]. Wang, S.H., Chang, M.H., Chen, T.C., 2004, Shelf-life and Microbiological Profiler of Chicken Wing Products Following Sous vide Treatment, *International Journal of Poultry Science*, 3(5), 326-332.

- [134]. Espinosa, M.C., Diaz, P., Linares, M.B., Teruel, M.R., Garrido, M.D., 2015, Quality characteristics of sous vide ready to eat seabream processed by high pressure, *LWT Food Science and Technology*, 64, 657-662.
- [135]. ICMSE, 1994, Choice of sampling plan and criteria for *Listeria monocytogenes*, *International Journal of Food Microbiology*, 22, 89–96.
- [136]. Alves, L.F., Corrêa, S., Rocha, J.D., Amado, D., Cottica, S.M., Souza, M.L., 2020, Use of natural antioxidants in sous vide tilapia fillet, *Boletim De Indústria Animal*, 77, 1-12.
- [137]. Özturan, S., 2009, *Vakum Ambalajda pişirilmiş (Sous vide) Balıkta Kalite ve Raf ömrünün belirlenmesi*, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, Yüksek Lisans Tezi.s.109.
- [138]. Espinosa, M.C., Lo'pez, G., Dı'az, P., Linares, M.B., Garrido, M.D., 2015, Development of a convenience and safety chilled sous vide fish dish: Diversification of aquacultural products, *Food Science and Technology International*, 0(0), 1–11.
- [139]. Ramos, F.C.P., Lourenco, L.F.H., Joele, M.R.S.P., Lima, C.L.S., Ribeiro, S.C.A., 2016, Tambaqui (*Colossoma macropomum*) sous vide: characterization and quality parameters, *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, 37(1), 117-130.
- [140]. Mol, S., Ozturan, S., Cosansu, Akdemir, S., 2012, Determination of The Quality and Shelf Life of Sous Vide Packaged Whiting (*Merlangius merlangus* Euxinus, Nordman, 1840) Stored at Cold (4°C) and Temperature Abuse (12°C), *Journal of Food Processing and Preservation*, 36, 497-503.
- [141]. Mol, S., Ozturan, S., Cosansu, S., 2012, Determination of The Quality and Shelf Life of Sous Vide Packaged Bonito (*Sarda sarda*, Bloch, 1793) Stored at 4 and 12°C, *Journal of Food Quality*, 35, 137-143.
- [142]. Varga, S., Anderson, G.W., 1968, Significance of Coliforms and Enterococci in Fish Products, *Applied Microbiology*, 16 (2) 193-196.
- [143]. Costa, R.A., 2013, *Escherichia coli* in seafood: A brief overview, *Advances in Bioscience and Biotechnology*, 4, 450-454.
- [144]. Keskin, H., 1959, *Yiyecek ve içeceklerin bileşenleri*. Gıda Kimya, I.Bölüm, Kısım 2: Proteinler, Murettibiye Press, İstanbul, In Turkish. p. 10-35.
- [145]. Baysal, A., 1975, *Beslenme*, Hacettepe Üniversitesi Yayınları A13, 420 s., Yargıçoğlu Basımevi, Ankara.
- [146]. Şengör, G. ve Erkan, N., 2002, Su Ürünleri Kaynaklı Gıdaların İnsan Beslenmesindeki Yeri ve Önemi, *Standart Dergisi*, 44(484), 70-74.
- [147]. Boerresen, T., Dalgaard, P., Gram, L., 1995, *Quality and quality changes in fresh fish*, Huss, H.H. (Editor). FAO Fisheries Technical Paper (FAO), No.348. Rome (Italy), 195pp. ISBN: 92-5-103507-5.
- [148]. Kocatepe, D., Turan, H., Taşkaya, G., Kaya, Y. Erden, R., Erdoğan, F., 2011, Effects of Cooking Methods on The Proximate Composition of Black Sea Anchovy (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus 1758), *Gıda*, 36 (2), 71-75.

- [149]. Ersoy, B., 2011, Effects of cooking methods on the proximate, mineral and fatty acid composition of European eel (*Anguilla anguilla*). *International Journal of Food Science and Technology*, 46, 522-527.
- [150]. Uzunmehmetoğlu Argun, E., Bahadır Koca, S., Uzunmehmetoğlu, O., Acar Kurt, E., Koşkan, Ö., 2017, Eğirdir Gölü'ndeki Tatlısu ıstakozu (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823)'nun Besin bileşenlerinin mevsim, boy ve eşeye bağlı olarak değişimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 13(1), 66-79.
- [151]. Wu, W-H. and Lillard, D.A., 1997, Cholesterol and Proximate Composition of Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*) Fillets-Changes Following Cooking By Microwave Heating, Deep-Fat Frying, and Oven Baking, *Journal of Food Quality*, 21, 41-51.
- [152]. Yin, Y., Pereira, J., Zhou, L., Lorenzo, J.M., Tian, X., Zhang, W., 2020, Insight into the Effects of Sous Vide on Cathepsin B and L Activities, Protein Degradation and the Ultrastructure of Beef, *Foods*, 9, 1441, 1-13.
- [153]. Dutson, T.R. and Orcutt, M.W., 1984, Chemical Changes in Proteins Produced by Thermal Processing. *Journal of chemical education*, 61(4), 303-308.
- [154]. Mohanty, B., Mahanty, A., Ganguly, S., Sankar, T.V., Chakraborty, K., Rangasamy, A. *et al.*, 2014, Amino Acid Compositions of 27 Food Fishes and Their Importance in Clinical Nutrition. *Journal of amino acids*, ID 269797. p.7.
- [155]. Yu, H., Zhang, F., Wang, G., Liu, Y., Liu, D., 2013, Partial deficiency of isoleucine impairs root development and alters transcript levels of the genes involved in branched-chain amino acid and glucosinolate metabolism in Arabidopsis, *Journal of Experimental Biology*, 64, 599–612.
- [156]. Hwang, D-F, Liang, W-P, Shiau, C-Y, Chiou, T-K & Jeng, S-S., 1997, Seasonal variations of free amino acids in the muscle and viscera of small abalone *Haliotis diversicolor*, *Fisheries Science*, 63(4), 625-629.
- [157]. Shirai, T., Hirakawa, Y., Koshikawa, Y., Toraishi, H., Terayama, M., Suzuki, T., Hirano, T., 1996, Taste components of Japanese spiny and shovel-nosed lobsters. *Fisheries Science*, 62(2), 283-287.
- [158]. Iwasaki, M. and Harada, R., 1985, Proximate and Amino Acid Composition of the Roe and Muscle of Selected Marine Species. *Journal of food science*, 50(6), 1585-1587.
- [159]. Ersoy, B., Yanar, Y., Kucukgulmez, A., Celik, M., 2006, Effects of four cooking methods on the heavy metal concentrations of sea bass fillets (*Dicentrarchus labrax* Linne, 1758). *Food Chemistry*, 99(4), 748-751.
- [160]. Gokoglu, N., Yerlikaya, P. & Cengiz, E. (2004). Effects of cooking methods on the proximate composition and minerals content of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) *Food Chemistry*, 84(1), 19-22.
- [161]. Hosseini, H., Mahmoudzadeh, M., Rezaei, M., Mahmoudzadeh, L., Khaksar, R., Karimian Khosroshahi, N., Babakhani, A., 2014, Effect of different cooking methods on mineral, vitamins and nutritional quality on Kutum roach (*Rutilus kutum*). *Food Chemistry*, 148, 86-91.

- [162]. Amira Mnari B., Sonia F. Z., Nadiha D., Hanene J. H., Samia D., Mohamed E.C., Mohamed H., Abdelhamid C., 2012, Effects of different cooking methods on the mineral contents of wild and farmed sea bream (*Sparus aurata*), *International Journal of Food Science and Technology*, 47, 1964-1969.
- [163]. Gall, K.L., Otwell, W.S., Koburger, J.A., Appledorf, H., 1983, Effects of four cooking methods on the proximate, mineral and fatty acid composition of fish fillets, *Journal of food science*, 48, 1068-1074.
- [164]. Tamari, Y. and Tsuchiya, K, 2004, Lithium content of fish in the ocean: Investigation of raw, drying and canned fish available, *Biomed Res Trace Elements*, 15(3), 248-258.
- [165]. Hicsonmez, H., 2010, *Guney Karadeniz Selfi'nde Biotada Ultra Trace (Eser) Elementler*. Istanbul University, Institute of Marine Sciences and Management. Master Thesis. In Turkish, p.99.
- [166]. İpek, H., 2003, Molibden, *Yüzüncü yıl üniversitesi veteriner fakültesi dergisi*, 14 (1), 73-76.
- [167]. Watanabe, T., Kiron, V., Satoh, S., 1997, Trace minerals in fish nutrition. *Aquaculture*, 151(1-4), 185-207.
- [168]. Yilmaz, A.B., Sangun, M.K., Yaglioglu, D., Turan, C., 2010, Metals (major, essential to non-essential) composition of the different tissues of three demersal fish species from Iskenderun Bay, Turkey. *Food Chemistry*, 123(2), 410-415.
- [169]. Alexander, J., Frøyland, L., Hemre, G-I., Jacobsen, B. K., Meltzer, H. M., Skåre, J.U., 2006, A comprehensive assessment of fish and other seafood in the Norwegian diet. *Norwegian Scientific Committee for Food Safety (VKM)*, p.1-173.
- [170]. Thorat, M.M. (2017). Biochemical Contents of Nutritional Values of *Clarias batrachus*. *International Journal of Life Sciences*, 5 (3), 481-482.
- [171]. Chhatbar, S.K. and Velankar, N.K., 1979, Distribution of vitamin B-12 in some fishes and marine invertebrates. *Fishery Technology*, 16 (2), 109-111.
- [172]. Venugopal, V., 2018, *Nutrients and Nutraceuticals from Seafood*. Mérillon, J.-M. Ramawat, K.G. (eds), *Bioactive Molecules in Food, Reference Series in Phytochemistry*, Springer, Cham, pp 1-45. ISBN: 978-3-319-54528-8.
- [173]. Ersoy, B. and Ozeren, A., 2009, The effect of cooking methods on mineral and vitamin contents of African catfish. *Food Chemistry*, 115, 419-422.
- [174]. Steffens W., 1997, Effects of variation feeds on nutritive in essential fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans. *Aquaculture*, 151(1-4), 97-119.
- [175]. Gladyshev, M.I., Sushchik, N.N., Gubanenko, G.A., Demirchieva, S.M., Kalachova, G.S., 2007, Effect of boiling and frying on the content of essential polyunsaturated fatty acids in muscle tissue of four fish species. *Food Chemistry*, 101(4), 1694-1700.
- [176]. Uçar, Y., Durmuş, M., Ceylan, Z., 2021, *Balık Yağı Üzerine*, Onbirinci Bölüm, sayfa 191-209, Ceylan Z. Ve Doğu Baykut E. Editörler. *Denizden Gastronomiye*, 1. Baskı, 246 s., Detay Yayıncılık, Ankara.

- [177]. Sengor, G.F.U., Alakavuk, D.U., Tosun, S.Y., 2013, Effect of cooking methods on proximate composition, fatty acid composition, and cholesterol content of Atlantic (*Salmo salar*). *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 22(2), 160–167.
- [178]. Konukoğlu, D., 2008, Omega-3 ve omega-6 yağ asitlerinin özellikleri, etkileri ve kardiyovasküler hastalıklar ile ilişkileri, *Türk Aile Hek Dergisi*, 12(3), 121-129.
- [179]. Moradi, Y., Bakar, J., Motalebi, A.A., Syed Muhamad, S.H., Man, Y.C., 2011, A review on fish lipid: Composition and changes during cooking methods, *Journal of aquatic food product technology*, 20(4), 379-390.
- [180]. Mai, J., Shimp, J., Weihrauch, J., Kinsella, J.E., 1978, Lipids of fish fillets: Changes following cooking by different methods. *Journal of Food Science*, 43(6), 1669-1674.
- [181]. Medina, I., Sacchi, R., Aubourg, S., 1994, <sup>13</sup>C Nuclear magnetic resonance monitoring of free fatty acid release after fish thermal processing. *Journal of the American Oil Chemists' Society (JAOCS)*, 71(5), 479-482.
- [182]. Otles, S. and Sengor, G.F., 2005, Effect of Various Technological Processes on The Fatty Acid Composition of Mussel (*Mytilus galloprovincialis*, L.). *International journal of food engineering*, 1(3), 5.
- [183]. Kaya, Y., Turan, H., Erdem, M.E., 2008, Fatty acid and amino acid composition of raw and hot smoked sturgeon (*Huso huso*, L.1758). *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 59 (7-8) 635-642.
- [184]. Su, X.Q. and Babb, J.R., 2007, The effect of cooking process on the total lipid and n-3 LC-PUFA contents of Australian Bass Strait scallops, *Pecten fumatus*. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 16 Suppl (1) 407- 11.
- [185]. Weber, J., Bochi, V.C., Riberio, C.P., Victoria, A de M., Emanuelli T., 2008, Effect of different cooking methods on the oxidation, proximate and fatty acid composition of silver catfish (*Rhamdia quelen*) fillets. *Food Chemistry*, 106(1), 140-146.
- [186]. Turan, H. and Kocatepe, D., 2014, Effects of traditional cooking methods on the fatty acid composition of bonito (*Sarda sarda*, Bloch 1793). *Indian journal of animal research*, 48(2), 177-181.
- [187]. Momenzadeh, Z., Khodanazary, A. & Ghanemi, K., 2017, Effect of different cooking methods on vitamins, minerals and nutritional quality indices of orange-spotted grouper (*Epinephelus coioides*). *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11(2), 434-441.
- [188]. FAO, 2010, *Fats and fatty acids in human nutrition, Report of an expert consultation*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, p.166, ISBN 978-92-5-106733-8.
- [189]. Cengiz, E.I., Unlu, E., Bashan, M., 2010, Fatty acid composition of total lipids in muscle tissues of nine freshwater fish from the River Tigris (Turkey). *Turkish Journal of Biology*, 34(4), 433-438.
- [190]. Aziz, N.A., Azlan, A., Ismail, A., Alinafiah, S.M., Razman, M.R., 2013, Quantitative determination of fatty acids in marine fish and shellfish from warm water of straits of malacca for nutraceutical purposes. *BioMed Research International*, ID 284329.

- [191]. Durmus, M. (2020). The effects of nanoemulsions based on citrus essential oils (orange, mandarin, grapefruit, and lemon) on the shelf life of rainbow trout (*O. mykiss*) fillets at  $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ . *Journal of food safety*, 40(1), e12718.
- [192]. Prato, E., Biandolino, F., Parlapiano, I., Papa, L., Denti, G., Fanelli, G., 2019, Seasonal changes of commercial traits, proximate and fatty acid compositions of the scallop *Flexopecten glaber* from the Mediterranean Sea (Southern Italy). *PeerJ*, 7:e5810.
- [193]. Pigott, G.M. (1989). The need to improve omega-3 content of cultured fish. *World Aquacult*, 20 (1), 63-68.
- [194]. Ofori-Mensah, S., Yıldız, M., Arslan, M., Sengör, G.F.U., Kahraman, T., Gelibolu, S., Kaplan, Ç., 2022, Replacement of Fish Oil by ALA-Rich Vegetable Oils in Diets of Gilthead Sea Bream: Effect on Final Eating Quality, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 124 (5).
- [195]. Turan, H., Erkoyuncu, İ., Kocatepe, D., 2013, Omega-6, Omega-3 Yağ Asitleri ve Balık, *Yunus Araştırma Bülteni*, 2, 45-50.
- [196]. Castro-González, I., Maafs-Rodríguez, A.G., Pérez-Gil Romo, F., 2015, Effect of six different cooking techniques in the nutritional composition of two fish species previously selected as optimal for renal patient's diet, *Journal of Food Science and Technology*, 52(7), 4196-4205.
- [197]. Turhan S, Ustun NS and Temiz H. 2011. Lipid Quality of Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) Fillets Affected By Different Cooking Methods, *International Journal of Food Properties*, 14, 1358–1365.
- [198]. Hernández-Sánchez, F., Aguilera-Morales, M.E., Lorenzo-Manzanarez, J.L., Navarro-Moreno, L.G., Yie-Hua, T., Nolasco-Hipolito, C., 2020, Effect of Different Cooking Methods on the Nutritional Composition of Tilapia (*Oreochromis Sp.*), *Journal of Applied Science & Process Engineering*, 7 (1), 489-499.
- [199]. Harlioğlu, A.G., Aydın, S., Yılmaz, Ö., 2012, Fatty acid, cholesterol and fat-soluble vitamin composition of wild and captive freshwater crayfish (*Astacus leptodactylus*), *Food Science and Technology International*, 18(1), 93–100.
- [200]. Pigott, G.M. and Tucker, B.W., 1987, Science opens new horizons form marine lipids in human nutrition. *Food Reviews International*, 3 (1-2), 105-138.
- [201]. Candela, M., Astiasaran, I., Bello, J., 1997, Effects of frying and warmholding on fatty acids and cholesterol of sole (*Solea solea*), codfish (*Gadus morrhua*) and hake (*Merluccius merluccius*). *Food Chemistry*, 58 (3), 227-231.
- [202]. Colakoglu, F.A., Ormanci, H.B., Cakir, F., 2011, Effect of marination and smoking on lipid and fatty acid composition of thornback ray (*Raja clavata*) and spiny dogfish (*Squalus acanthias*). *European Food Research and Technology*, 232, 1069–1075.
- [203]. Prato, E. and Biandolino, F., 2012, Total lipid content and fatty acid composition of commercially important fish species from the Mediterranean, Mar Grande Sea, *Food Chemistry*, 131 (4), 1233-1239.
- [204]. Ceylan, Z., Meral, R., Cavidoglu, I., Karakas, C.Y., Yilmaz, M.T., 2018, A new application on fatty acid stability of fish fillets: Coating with probiotic bacteria-loaded polymer-based characterized nanofibers. *Journal of food safety*, p.1-9.

- [205]. Simopoulos, A.P., 2001, The Mediterranean Diets: What is so special about the diet of Greece? The Scientific Evidence. *Journal of Nutrition*, 3065-3073.
- [206]. Simopoulos, A.P., 2004, Omega-6/Omega-3 Essential Fatty Acid Ratio and Chronic Diseases, *Food Reviews International*, 20, 1, 77–90.
- [207]. Simopoulos, A.P., 2002, The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed Pharmacother*, 56 (8), 365–379.
- [208]. Simopoulos, A.P., 2008, The omega-6/omega-3 fatty acid ratio, genetic variation, and cardiovascular disease. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 17 (S1), 131- 134.
- [209]. Simopoulos, A.P., 2016, An Increase in the Omega-6/Omega-3 Fatty Acid Ratio Increases the Risk for Obesity, *Nutrients*, 8, 128.
- [210]. COMA, 1994, Nutritional aspects of cardiovascular disease. Report of the Cardiovascular Review Group Committee on medical aspects of food policy. *Report on Health and Social Subjects (Lond)*, HMSO, 46, 1-186. |

## ÖZGEÇMİŞ

| Kişisel Bilgiler |                                                                          |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Adı Soyadı       | Samime Özturan                                                           |
| Doğum Yeri       |                                                                          |
| Doğum Tarihi     |                                                                          |
| Uyruğu           | <input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer: |
| E-Posta Adresi   |                                                                          |
| Web Adresi       |                                                                          |

### Eğitim Bilgileri

#### Lisans

|                |                               |
|----------------|-------------------------------|
| Üniversite     | Süleyman Demirel Üniversitesi |
| Fakülte        | Su ürünleri Fakültesi         |
| Bölümü         | Su ürünleri Mühendisliği      |
| Mezuniyet Yılı | 19.07.2004                    |

#### Yüksek Lisans

|               |                                                        |
|---------------|--------------------------------------------------------|
| Üniversite    | İstanbul Üniversitesi                                  |
| Enstitü Adı   | Fen Bilimleri Enstitüsü                                |
| Anabilim Dalı | Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı |
| Programı      | İşleme Teknolojisi Programı                            |

#### Doktora

|               |                                                            |
|---------------|------------------------------------------------------------|
| Üniversite    | İstanbul Üniversitesi                                      |
| Enstitü Adı   | Fen Bilimleri Enstitüsü                                    |
| Anabilim Dalı | Balıkçılık ve Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı |
| Programı      | Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Programı                    |

#### Makale ve Bildiriler

##### SCI, SSCI, AHCI indexlerine giren dergilerde yayınlanan makaleler

Ozturan, S. and Sengor, G.F.U., 2022, Effects of cooking methods on the quality and safety of crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz,1823) during chilled storage, *Journal of Food Processing and Preservation*, e16887.

Cosansu, S., Mol, S., Alakavuk, D.U., Ozturan, S., 2013, The Effect of Lemon Juice on Shelf Life of Sous Vide Packaged Whiting (*Merlangius merlangus* euxinus, Nordmann, 1840), *Food and Bioprocess Technology*, 6, 283-289.

Mol, S., Ozturan, S., Cosansu, Akdemir, S., 2012, Determination of The Quality and Shelf Life of Sous Vide Packaged Whiting (*Merlangius merlangus* Euxinus, Nordman, 1840) Stored at Cold (4°C) and Temperature Abuse (12°C), *Journal of Food Processing and Preservation*, 36, 497-503.

Mol, S., Ozturan, S., Cosansu, S., 2012, Determination of The Quality and Shelf Life of Sous Vide Packaged Bonito (*Sarda sarda*, Bloch, 1793) Stored at 4 and 12°C, *Journal of Food Quality*, 35, 137-143.

Cosansu, S., Mol, S., Alakavuk, D.U., Ozturan S., 2011, The effect of lemon juice on bonito (*Sarda sarda*, Bloch, 1793) preserved by sous vide packaging, *International Journal of Food Science and Technology*, 46, 395-401.

Mol, S., Cosansu, S., Alakavuk, D.U., Ozturan, S., 2010, Survival of Salmonella Enteritidis during salting and drying of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) fillets, *International Journal of Food Microbiology*, 139, 36-40.

#### **Diğer uluslararası hakemli dergilerde yayınlanan makaleler**

Ozturan, S. and Sengor, G.F.U., 2022, Comparision of cooking processes on nutritional value of fresh and cooked-blast chilled crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823), *Sustainable Aquatic Research*, 1(1), 1-19.

Sengor, G.F.U., Ceylan, Z., Yardimci, R.E., Ozturan, S., 2020, Gutting process in horse mackerel: Relationship between quality, food safety, public health, *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37, 85-91 (ESCI İndekslerine Giren Dergi).

Mol, S., Özturan, S., 2009, Sous-Vide Teknolojisi ve Su Ürünlerindeki Uygulamalar, *Journal of FisheriesSciences*, 3, 1, 68-75.

#### **Ulusal hakemli dergilerde yayınlanan makaleler**

Özturan, S., Mol Tokay, S., 2010, Gıda ve su ürünleri ambalaj atıklarının değerlendirilmesi, *Gıda Dergisi*, 3, 69-74.

Özturan S., Erkan N., 2010, Gıdalarda ve su ürünlerinde atımlı ışıık ve elektrolize okside su uygulamaları, *Gıda teknoloji*, cilt,14, ss,83-88.

Mol Tokay, S., Özturan, S., 2008, Gıda Sektöründe Kalite Yönetim Sistemleri, *Hasad Gıda*, 272, 14-19.

#### **Hakemli kongre / sempozyum bildiri kitaplarında yer alan yayınlar**

Şengör, G.F, Ceylan, Z., Yardımcı, R.E., Özturan, S., 2019, İstavrit Balığında (*Trachurus trachurus*) Ayıklama İşleminin Kalite ve Halk Sağlığı Açısından Önemi 20, *Ulusal Su ürünleri Sempozyumu*, Mersin, Türkiye, 24 - 26 Eylül, ss.107. |