

T.C
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**SOUS-VİDE PİŞİRME TEKNİĞİNİN KALAMAR (*Loligo vulgaris*) KASININ
TEKSTÜR VE FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Afşın CEYLAN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

OCAK 2021

ANTALYA

T.C
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**SOUS-VİDE PİŞİRME TEKNİĞİNİN KALAMAR (*Loligo vulgaris*) KASININ
TEKSTÜR VE FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Afşın CEYLAN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

OCAK 2021

ANTALYA

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

**SOUS-VİDE PİŞİRME TEKNİĞİNİN KALAMAR (*Loligo vulgaris*) KASININ
TEKSTÜR VE FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Afşın CEYLAN

**SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 05/01/2021 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU (Danışman)

Doç. Dr. İlknur BAĞDATLI

Dr. Öğr. Üyesi Bahar GÜMÜŞ

ÖZET

SOUS-VIDE PİŞİRME TEKNİĞİNİN KALAMAR (*Loligo vulgaris*) KASININ TEKSTÜR VE FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Afşın CEYLAN

Yüksek Lisans Tezi, Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU

Ocak 2021; 53 Sayfa

Bu tez çalışmasında Sous-vide pişirme tekniğinin kalamar (*Loligo vulgaris*) kasının tekstür ve fizikokimyasal özelliklerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Ön işlemleri yapıp temizlenen kalamarlar vakum ambalaj içerisine yerleştirildikten sonra vakum altında paketlenmiştir. Paketlenen kalamar örnekleri sous-vide pişirme ekipmanının su banyosunda 2 farklı pişirme sıcaklığı (60°C ve 80°C) ve 3 farklı pişirme süresi (30, 60 ve 120 dakika) uygulanarak pişirilmiştir. Pişirme işlemi sonrası örnekler derhal buzlu su içerisinde soğutulmuştur. Isıl işlem uygulanmamış çiğ kalamarlar kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Tüm örneklerin fizikokimyasal analizleri gerçekleştirilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre, pişirme sıcaklığının pişirme kaybı değeri üzerinde önemli etkisinin olduğu belirlenmiştir. Kalamar örneklerinin 80°C’de pişirilmesi ile 60°C’de pişirmeye göre daha fazla pişirme kaybı tespit edilmiştir. Pişirme sıcaklığındaki artış pişirme kaybında da artışla sonuçlanmıştır.

Pişirme sıcaklığı ve pişirme süresinin pH değerleri üzerinde de önemli etkileri saptanmıştır. Pişirme sıcaklığı yükseldikçe pH değerinde artış gözlenmiştir. En yüksek pH değerleri 60 dakikada pişirilmiş örneklerde gözlenirken en düşük değer 30 dakikalık pişirme süresinde gözlenmiştir. 60°C’de 30, 60 ve 120 dakika ile 80°C’de 30 dakika pişirilmiş örneklerin pH değerinde pişirme işlemi önemli derecede düşüşe neden olmuştur.

Pişirme sıcaklığı yükseldikçe serbest amino asit değerinde yükselme gözlenmiştir. En yüksek serbest amino asit değeri 120 dakika pişirilmiş örneklerde gözlemlenmiştir. Çiğ örneklerde yapılan ölçümler ile karşılaştırıldığında pişirme işlemi uzadıkça serbest amino asit miktarının daha kısa süre pişirilen ürünlerden fazla olduğu görülmüştür.

Renk tüketicinin gıda üzerinde ilk intibasını oluşturan önemli bir kalite özelliği olmasından dolayı, pişirilmiş kalamarların renk değerleri incelenmiş, L*, a* ve b* değerleri ölçülmüştür. Pişirme işleminin renk değerlerini değiştirdiği, ancak farklı sıcaklıklarda pişirmenin L* değeri üzerinde önemli bir etkisi gözlemlenmezken sıcaklık artışı sonucunda a* değerinde azalma ve b* değerinde artışa neden olmuştur. Pişirme süresinin L* ve a* değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilerek b*

değeri üzerinde önemli etkisinin olduğu tespit edilmiş ve en yüksek b* değeri 60 dakikalık pişirme süresinde gözlemlenmiştir.

Çalışmamızda kalamar etinin, sertlik, esneklik, yapışkanlık, bağlılık, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik özelliklerinin yanısıra kesme testi ile gereken maksimum kuvvet ölçümü gerçekleştirilmiştir. Yapılmış analizler sonucunda pişirilmiş kalamarın çiğ kalamara göre daha yumuşak olduğu daha düşük sıcaklıkta pişirilen örneklerin sertliğinin daha düşük seviyede olduğu tespit edilmiş ve en düşük sertlik seviyeleri en uzun pişirme sürelerinde elde edilmiştir. Yapışkanlık ve esneklik değerleri açısından en uygun değerler 60 °C sıcaklık ve 60 dakikalık pişirme süresinde saptanmıştır. Bağlılık değerleri sıcaklık ile arttığı tespit edilmiş fakat pişirme sürelerinin etkisi olmadığı belirlenmiştir. Sakızımsılık değerinin pişirme işleminden önemli bir şekilde etkilendiği gözlemlenmiş ve en düşük değerler 120 dakika pişirilen kalamarlarda gözlemlenmiştir. Çiğnenebilirlik değerlerinin düşük olması çiğneme kolaylığını göstermekte ve elde edilen sonuçlar itibarıyla yapılan çalışmada yüksek sıcaklıkta pişirilen örneklerin çiğnenebilirlik değerlerinin daha yüksek oldukları tespit edilmiş 60 °C’de pişirilen örneklerin daha iyi bir tekstür yapısında olduğu gözlemlenmiştir. Kesme kuvveti değerlerinde pişirme işlemi sonrası önemli oranda bir azalma gözlemlenmiş, yüksek pişirme sıcaklığında kesme kuvvetinde de yükselme izlenmiş ve pişirme süresindeki artış ile kesme kuvveti değerleri de artmıştır.

Duyusal analiz sonuçlarına göre 60 °C’de pişirilen kalamarlar daha çok beğeni almış en yüksek skor ise 60 dakika pişirilmiş örneklerde görülmüştür.

Çalışma sonucunda sert yapılı kalamar etinin sous-vide pişirme yöntemi ile yumuşatılmasının etkili olduğu tespit edilmiştir. Analiz sonuçlarında kalamar etinin tekstürel olarak değerlendirilmesi sonucu en uygun pişirme sıcaklık ve süresi 60 °C ve 60 dakika olarak tespit edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELE: Fizikokimyasal özellik, Kalamar, Pişirme, Sous-vide, Tekstür

JÜRİ: Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU

Doç. Dr. İlknur BAĞDATLI

Dr. Öğr. Üyesi Bahar GÜMÜŞ

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF SOUS-VIDE COOKING TECHNIQUE ON THE TEXTURE AND PHYSICOHEMICAL PROPERTIES OF SQUID (*Loligo vulgaris*) MUSCLE

Afşın CEYLAN

MSc. Thesis in Aquaculture Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Nalan GOKOGLU

January 2021; 53 pages

In this thesis, it is aimed to investigate the effect of Sous-vide cooking technique on texture and physicochemical properties of squid (*Loligo vulgaris*) muscle. Pre-treated and cleaned squid were packed under vacuum after they were placed in vacuum packaging. Packaged squid samples were cooked in the water bath of sous-vide cooking equipment by applying 2 different cooking temperatures (60°C and 80°C) and 3 different cooking times (30, 60 and 120 minutes). After cooking, the samples were immediately cooled in ice water. Raw squids without heat treatment were used as control group. Physicochemical analysis of all samples were performed.

According to the results of the analysis, it was determined that the cooking temperature has a significant effect on the cooking loss value. More cooking loss was detected by cooking squid samples at 80°C than at 60°C. The increase in cooking temperature resulted in an increase in cooking loss.

Cooking temperature and cooking time have also been found to have significant effects on pH values. As the cooking temperature increased, the pH value increased. While the highest pH values were observed in samples cooked for 60 minutes, the lowest value was observed in 30 minutes of cooking. The cooking process of the samples cooked at 60°C for 30, 60 and 120 minutes and 80 °C for 30 minutes caused a significant decrease in the pH value.

The higher the cooking temperature, the higher the free amino acid value was observed. The highest free amino acid value was observed in samples cooked for 120 minutes. Compared to the measurements made in raw samples, It was observed that the amount of free amino acids were higher than the products cooked for a shorter time.

Since color is an important quality feature that constitutes the first impression of the consumer on food, the color values of cooked squid were examined and L *, a * and b * values were measured. While the cooking process changed the color values, but cooking at different temperatures did not have a significant effect on the L * value, it caused a decrease in the a * value and an increase in the b * value as a result of the temperature increase. It was determined that the cooking time had no significant effect on the L * and a * values, and it was found that it had a significant effect on the b * value and the highest b * value was observed in 60 minutes of cooking time.

In our study, in addition to the hardness, springiness, adhesiveness, cohesiveness, gumminess and chewiness properties of the squid meat, the required maximum force measurement was performed with the cut test. As per the results of analysis made, it was determined that the cooked squid was softer than the raw squid, and the hardness of the samples cooked at a lower temperature was lower and the lowest hardness levels were obtained during the longest cooking times. The most suitable values in terms of adhesiveness and springiness values were detected at 60°C temperature and 60 minutes cooking time. It was determined that the cohesiveness values increased with temperature, but the cooking time had no effect. It was observed that the gumminess value was significantly affected by the cooking process and the lowest values were observed in squid cooked in 120 minutes. The low chewiness values indicate ease of chewing, and according to the results obtained, chewiness values of the samples cooked at high temperatures were higher, the samples cooked at 60°C were observed to have better textural properties. A significant decrease observed in the cutting force values after the cooking process, an increase was observed in the cutting force at high cooking temperature and the cutting force values increased with the increasing cooking time.

According to the results of the sensory analysis, the squid cooked at 60°C received more appreciation and the highest score was seen in the samples cooked for 60 minutes.

As a result of the study, sous-vide cooking method has been found to be effective at softening hard textured squid meat. Evaluation of the textural analysis of squid meat results has been determined that the optimal cooking temperature and time 60°C and 60 minutes.

KEY WORDS: Cooking, Physicochemical properties, Squid, Sous-vide, Texture

COMMITTEE: Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU

Assoc. Prof. Dr. İlknur BAĞDATLI

Asst. Prof. Dr. Bahar GÜMÜŞ

ÖN SÖZ

Kalamar eti, diğer etlerden farklı olarak yüksek oranda bağ doku yapısına sahip olması nedeniyle pişirilmesi daha zahmetli ve sertliği durumunda tercih edilmeyen proteince zengin bir su ürünüdür. Kalamar etini yumuşatma amacıyla pişirme öncesi muamele edilmesi bilinen ve uygulanan yöntemdir.

Bu tez çalışmasında kalamar etinin pişirmeden önce muamele etmeksizin sous-vide pişirme yöntemi ile kalamar kaslarının farklı pişirme süreleri ve sıcaklıkları ile tekstür ve fizikokimyasal özelliklerinin araştırılması ve pişirme yönteminin yumuşatma üzerindeki etkilerinin saptanması amaçlanmıştır.

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmam boyunca bana yol gösteren, yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU'na sonsuz minnettarım. Tez çalışması için gerekli kalamarların temininde ve çalışma esnasındaki yardımları için Prof. Dr. Mehmet GÖKOĞLU'na teşekkür ederim.

Bu Tezi beni bugünlere getiren, annem Hatice CEYLAN, babam Seyfettin CEYLAN ve biricik kardeşim Altuğ CEYLAN'a ithaf ediyorum.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ	v
AKADEMİK BEYAN	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI.....	3
2.1. Kalamaların Anatomik ve Morfolojik Özellikleri.....	5
2.2. Sous-Vide Pişirme Yöntemi.....	6
3. MATERYAL VE METOT.....	8
3.1. Analizler.....	10
3.1.1. Et verimi	10
3.1.2. Pişirme kaybı	10
3.1.3. pH analizi.....	11
3.1.4. Toplam serbest aminoasit (SAA) analizi.....	11
3.1.5. Renk ölçümü	11
3.1.6. Tekstür profil analizi	11
3.1.7. Tekstür kesme analizi.....	11
3.1.8. Duyusal analiz.....	12
3.1.9. İstatistik analiz	12
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	13
4.1. Et Verimi Bulguları	13
4.2. Pişirme Kaybı Bulguları	13
4.3. pH Analiz Bulguları.....	16
4.5. Renk Ölçüm Bulguları	20
4.6. Tekstür Profil Ölçüm Sonuçları	25
5. SONUÇLAR.....	44
6. KAYNAKLAR.....	46
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Sous-vide pişirme tekniğinin kalamar (*Loligo vulgaris*) kasının tekstür ve fizikokimyasal özelliklerine etkisinin araştırılması” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

05/01/2021

Afşin CEYLAN



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

m : Metre

mg : Miligram

ml : Mililitre

cm : Santimetre

g : Gram

kg : Kilogram

°C : Santigrat derece

L* : Parlaklık

a* : Kırmızılık

b* : Sarılık

% : Yüzde

‰ : Binde

NaHCO₃ : sodyum bikarbonat

NaOH : sodyum hidroksit

Kısaltmalar

Dk. : Dakika

SAA : serbest amino asit

S.D. : serbestlik derecesi

K.O. : kareler ortalaması

SAS : İstatiksel Analiz Sistemi (Statistical Analysis System)

TPA : tekstür profil analizi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Kalamar avlanan bölgelerin harita üzerinde gösterimi (FAO)	4
Şekil 2.2. Sous-vide proses diyagramı (Creed ve Pierson 1999)	7
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan kalamar (<i>Loligo vulgaris</i>)	8
Şekil 3.2. Temizlenmiş ve pişirilmeye hazır kalamar	8
Şekil 3.3. Vakum paketlenmiş kalamar	9
Şekil 3.4. Sous-vide pişirme banyosu.....	9
Şekil 4.1. Kalamar gruplarına ait pişirme kaybı değerleri	14
Şekil 4.2. Farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilmiş kalamarlara ait pH değerleri	16
Şekil 4.3. Farklı sıcaklık ve sürede pişirilmiş kalamarların SAA değerleri.....	18
Şekil 4.4. Kalamar gruplarına ait renk (L*) değerleri	21
Şekil 4.5. Farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilmiş kalamarlara ait renk (a*) değerleri.....	22
Şekil 4.6. Farklı sıcaklık ve sürede pişirilmiş kalamarların b* değerleri	24
Şekil 4.7. Farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilmiş kalamarlara ait sertlik değerleri	26
Şekil 4.8. Kalamar gruplarına ait yapışkanlık (adhesiveness) değerleri.....	29
Şekil 4.9. Kalamar gruplarına ait esneklik (springiness) değerleri	31
Şekil 4.10. Kalamar gruplarına ait bağlılık (cohesiveness) değerleri.....	34
Şekil 4.11. Farklı sıcaklık ve sürede pişirilmiş kalamarların sakızlımsılık (gumminess) değerleri.....	36
Şekil 4.12. Kalamarların çiğnenebilirlik (chewiness) değerlerine ait varyans analizi sonuçları	38
Şekil 4.13. Farklı sıcaklık ve sürede pişirilmiş kalamarların kesme kuvveti değerleri ortalamaları.....	40
Şekil 4.14. Farklı sıcaklık ve sürede pişirilmiş kalamarları duyu analizi sonuçları....	42

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Kalamar'ın (<i>Loligo vulgaris</i>) sistematik sınıflandırılması	4
Çizelge 3.1. Pişirme sıcaklık ve süre kombinasyonları	10
Çizelge 4.1. Farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilmiş kalamarlara ait pişirme kaybı değerleri (%).....	13
Çizelge 4.2. Pişirme kaybına ait varyans analiz sonuçları	14
Çizelge 4.3. Pişirme kaybı değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları..	14
Çizelge 4.4. Farklı sıcaklık ve sürede pişirilmiş kalamarların pH analiz değerleri.....	16
Çizelge 4.5. pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	17
Çizelge 4.6. pH değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	17
Çizelge 4.7. Farklı sıcaklık ve sürede pişirilmiş kalamarların SAA değerleri (mg/ml) .	18
Çizelge 4.8. SAA değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	19
Çizelge 4.9. SAA değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	19
Çizelge 4.10. Farklı sıcaklık ve sürede pişirilmiş kalamarların L* değeri ortalamaları .	20
Çizelge 4.11. Farklı sıcaklık ve farklı sürelerde pişirilmiş olan kalamarların L* değerlerine ait varyans analizi sonuçları	21
Çizelge 4.12. L* değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	21
Çizelge 4.13. Farklı sıcaklık ve sürede pişirilmiş kalamarların a* değeri ortalamaları .	22
Çizelge 4.14. Kalamarların a* değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	23
Çizelge 4.15. Kalamarların a* değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	23
Çizelge 4.16. Farklı sıcaklık ve sürede pişirilmiş kalamarların b* değeri ortalamaları .	23
Çizelge 4.17. Kalamarların b* değerlerine ait varyans analizi sonuçları	24
Çizelge 4.18. Kalamarların b* değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	24
Çizelge 4.19. Farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilmiş kalamarlara ait sertlik (hardness) değeri ortalamaları (g).....	26
Çizelge 4.20. Kalamarların sertlik (hardness) değerlerine ait varyans analizi sonuçları	27
Çizelge 4.21. Kalamarların sertlik (hardness) değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	27
Çizelge 4.22. Kalamar grupları yapışkanlık (adhesiveness) ölçüm değerleri.....	29

Çizelge 4.23. Kalamarların yapışkanlık (adhesiveness) değerlerine ait varyans analizi sonuçları	30
Çizelge 4.24. Kalamarların yapışkanlık (adhesiveness) değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	30
Çizelge 4.25. Farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilmiş kalamarların esneklik (springiness) ölçüm değerleri (cm)	31
Çizelge 4.26. Kalamarların esneklik (springiness) değerlerine ait varyans analizi sonuçları	32
Çizelge 4.27. Kalamarların esneklik (springiness) değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	32
Çizelge 4.28. Farklı sıcaklık ve sürede pişirilmiş kalamarların bağlılık (cohesiveness) değerleri ortalamaları	33
Çizelge 4.29. Kalamarların bağlılık (cohesiveness) değerlerine ait varyans analizi sonuçları	34
Çizelge 4.30. Kalamarların bağlılık (cohesiveness) değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	34
Çizelge 4.31. Farklı sıcaklık ve sürede pişirilmiş kalamarların sakızımsılık (gumminess) değerleri ortalamaları (g)	35
Çizelge 4.32. Kalamarların sakızımsılık (gumminess) değerlerine ait varyans analizi sonuçları	36
Çizelge 4.33. Kalamarların sakızımsılık (gumminess) değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	36
Çizelge 4.34. Farklı sıcaklık ve sürede pişirilmiş kalamarların çiğnenebilirlik (chewiness) değerleri ortalamaları (g)	37
Çizelge 4.35. Kalamarların çiğnenebilirlik (chewiness) değerlerine ait varyans analizi sonuçları	38
Çizelge 4.36. Kalamarların çiğnenebilirlik (chewiness) değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	38
Çizelge 4.37. Farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilmiş kalamarların tekstür kesme değerleri	39
Çizelge 4.38. Kalamarların kesme kuvveti değerlerine ait varyans analizi sonuçları	40
Çizelge 4.39. Kalamarların kesme kuvveti değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	40
Çizelge 4.40. Farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilmiş kalamarlara ait duyusal skorlar	42
Çizelge 4.41. Kalamarların duyusal analiz değerlerine ait varyans analizi sonuçları	43

Çizelge 4.42. Kalamarların duyuşal analiz değęerlerine ait Duncan çoklu karşılaştıırma testi sonuçları.....	43
--	----



1. GİRİŞ

Sous-vide pişirme yöntemi pişirilmek istenilen ürünün vakumlanmış paket içerisinde sabit ve düşük sıcaklıklarda pişirilmesi yöntemidir. Yüksek sıcaklıklarda yapısal bozulmaya dayanıklı plastik paket içerisinde vakumlanan çiğ ürün önceden belli bir sıcaklığa kadar getirilmiş su dolu kabın içinde istenilen süre boyunca daldırılıp bekletilme suretiyle pişirilmesidir. Su içerisinde pişirilmesinden dolayı pişirme sıcaklığının 100°C'nin altında olması gerekmektedir. 1970 yılında Fransız aşçı Geroges Pralus tarafından ilk uygulamaları gerçekleştirilmiştir (Ceylan ve Şengör 2017). Bu yöntem ile pişirilen ürünlerin geleneksel yöntem ile pişirilen ürünlerden farklı olarak tekstürel, renk ve lezzet açısından daha iyi oldukları aynı zamanda paketlenerek pişirilmesinden kaynaklı olarak ağırlık kaybının da azaldığı bildirilmiştir (Creed 2000).

Kafadanbacaklılar en karmaşık ve gelişmiş omurgasızlardanır. Mollusca Filumunun geri kalanından genel olarak kol ve tentakül olarak adlandırılan çember (ağız çevresinde) uzantılarının varlığı ile ayırt edilirler (Leslie ve Lipinski 2018). Kafadanbacaklılar (Cephalopoda sınıfı) olarak bilinen grup Mollusca filumunda ve aslında tüm omurgasız filumlarında en karmaşık olanıdır (Vecchione 2002). Çin, Peru ve Hindistan kalamar ve mürekkepbalığı ihracatında ilk üç sırada yer almaktadır. Japonya, ABD ile İspanya ve İtalya gibi güney Avrupa ülkeleri en önemli tüketici pazarlarıdır. Çin ve Tayland da büyük ithalatçılarıdır. Japon mutfağının yanı sıra Hawaii poke (balık salatası) ve İspanyol tapaslarının dünya çapında artan popülaritesi, kafadanbacaklılara, özellikle kalamar ve ahtapotlara olan talebi artırmaya yardımcı olmuştur (FAO 2018).

Yumuşakçalar (Mollusca) şubesinin, kafadan bacaklılar (Cephalopoda) sınıfına mensup olan kalamar (*Loligo vulgaris*), ülkemizde avlanan ve tüketilen bir türdür. Ticari öneme sahiptir. Kalamarlar dünyanın neredeyse tüm deniz habitatlarında görülür. Tuzluluk, kalamarın dağılımında sınırlayıcı bir faktör olarak kabul edilir. Genellikle ‰27 ve ‰37 salinite arasındaki tuzluluk konsantrasyonlarıyla sınırlıdır (Jereb ve Roper 2010). Kalamar avcılığı dünya çapında önemli ölçüde artmıştır ve bu, popülasyonlarının oldukça değişken olduğu gerçeğini vurgulamaktadır (Rodhouse 2005). Çeşitli şekillerde tüketiciye sunulan kalamarın kasları yüksek protein, düşük yağ oranına sahip olup, B-grubu vitaminler ve demir fosfor mineralleri bakımından da zengindir (Pandit ve Magar 1972). Kafadan bacaklıların, uzun zincirli n-3 çoklu doymamış yağ asitleri, esansiyel amino asitler, antioksidanlar ve selenyum gibi mineraller açısından zengin bir kaynak olduğu bildirilmiştir (Zlatanov vd. 2006). Balıklarla karşılaştırıldığında, kafadan bacaklılarda ‰20 daha fazla protein, ‰ 80 daha az kül, ‰ 50-100 daha az lipid ve ‰ 50-100 daha az karbonhidrat bulunduğu bildirilmektedir. Ayrıca, kafadan bacaklı mantosunun lipid depolamadığı bildirilmiştir (Lee 1994).

Kalamar, ahtapot, mürekkep balığı gibi kafadan bacaklıların tüketiminde karşılaşılan problemlerden bir tanesi sertlik ve elastikiyettir. Bunun sebebi kas sistemindeki yüksek orandaki bağ dokudur (Gökoğlu vd. 2017a). Bu doku sebebiyle pişirilmeden önce muamele edilmesi gerekmektedir. Muamele edilmeden pişirilen cephalopodların etlerinin pişirme sonrası sertleştiği ve elastikleştiği bilinmektedir. Bu durumun oluşması tüketici tarafından kabul görmemesine sebep olmaktadır. Her türlü et için genel lezzetin belirlenmesinde aroma, sululuk ve yumuşaklık özellikleri ön plana

çıkılmaktadır. Etler için yumuşaklık tüketici memnuniyetini belirlemede birincil etkindir. Etlerin sertliği kas içi bağ doku ve kaslar arası yağ ve sarkomer uzunluğuna bağlı olarak değişmektedir. Su ürünleri kaslarının sertliği bağ dokunun ana bileşeni kollagenle ilişkilidir. Isıl işlem sonrası kollagenin jelatine dekompoze olması sonucunda kas hücrelerinin bütünlüğü azalmakta ve kasın yumuşamasına neden olmaktadır. Bununla birlikte kafadan bacaklılarda hücrelerarası boşluk kas liflerinin elektron mikroskopunda açıkça görülemeyeceği kadar dar olduğundan pişirme sonrası yumuşama üzerinde kollagenin çok az etkisinin olduğu bildirilmektedir (Moon ve Hulbart 1975).

Kafadan bacaklıların yumuşatılmasına dair yapılmış çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Pişirme, dondurma ve enzim kullanımı gibi çeşitli çalışmalar yürütülmüştür. Bu çalışmada gelenekselden farklı bir kalamar pişirme yöntemi olarak sous-vide yönteminin uygulanarak kalamar kaslarındaki pişirme sonrası sertleşmenin giderilmesi ve sous-vide yönteminin kalamar kaslarındaki oluşturacağı fizikokimyasal değişikliklerin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK TARAMASI

Dünyada kalamar (*Loligo vulgaris*), ılıman deniz kıyılarında; Doğu Atlantik kıyıları ve İngiliz Kanalı, Kuzey Denizi, Baltık Denizi ve Akdeniz gibi yakınındaki bitişik denizlerde bolca bulunmaktadır. Genel olarak trol avcılığı yapılırken yan ürün olarak avlanmaktadır (Klimpel vd. 2019). Kalamarlar dünyanın neredeyse tüm deniz habitatlarında görülür. Tuzluluk, kalamarın dağılımında sınırlayıcı bir faktör olarak kabul edilir. Genellikle ‰27 ve ‰37 salinite arasındaki tuzluluk konsantrasyonlarıyla sınırlıdır. Okyanuslardaki birçok kalamar türü, dikey göçlere maruz kalır. Gün esnasında yaklaşık 200 ila 700 m derinliklerde bulunurlar ve artan karanlıkla birlikte, gece için 200 m'ye kadar yükselirler. Kalamarların mevcudiyeti ve bolluğu, cins, habitat ve mevsime bağlı olarak, izole bireylerden ve birkaç düzine bireyden oluşan küçük sürülere kadar değişir (Jereb ve Roper 2010).

Kalamarın gövdesi, güçlü kasları olan kalın bir mantoyla kaplıdır. Kabuk, mantonun üst kısmına gömülüdür ve kalem şeklindedir. Kafanın yanlarında bir çift göz vardır. Ağız çevresinde aynı boyutta 8 kol ve yakalayıcı olarak da adlandırılan iki uzun kol vardır. Kısa kollarda iki sıra vantuz vardır. Kalamarın ileri veya geri hareketi yüzme sifonunun yönü değiştiğinde meydana gelir. Hareket, sifonun içinden başın kenarından alınan suyun güçlü bir şekilde boşaltılmasıyla sağlanır. Derinin altındaki siyah, kırmızı ve sarı renk hücrelerinin (pigment) kasılmasıyla rengini bir saniyeden daha kısa sürede değiştirebilir, avını dokunma ve kollarla yakalar. Sindirim ağızda başlar. Bir çift çene ve radula tarafından parçalanmış besin, silindirik özofagustan mideye beslenir. Midenin açıldığı bağırsak, sifonun arkasındaki anüsten atılır. Manto boşluğunun arkasında bulunan bir çift solungaç, bir çift atriyum ve bir ventrikülden oluşan kalp ve böbreğe (nephridium) bağlanır (Anonim 2011).

Kalamar balıkçılığının dünyada önemli ölçüde arttığı ve 30 yıl öncesine göre neredeyse iki katına çıktığı bildiriliyor. Tarihsel olarak, Japonya her zaman kalamar üretimi ve tüketiminin ön saflarında yer almıştır, ancak 2016 yılında Çin'in kalamar balıkçılığında lider olduğu bildirilmektedir, ancak Japonya bir tüketici olarak liderliğini sürdürmektedir (Arkhipkin vd. 2015). Japonların kalamar ve mürekkep balığı ithalatında 2016 yılının ilk üç çeyreğinde 111.000 tondan 2017'de aynı dönemde 133 300 tona kadar önemli bir artış oldu (FAO 2018).

Modern kalamar balıkçılığı, 20. yüzyılın başlarında motor balıkçı teknelerinin ortaya çıkması ve belirli trol ve jig ekipmanlarının geliştirilmesi ile gelişmeye başladı. Sadece II. Dünya Savaşı'ndan sonra, okyanustaki balıkçı teknelerinin gelişmesiyle, genel olarak kafadanbacaklılar ve özellikle kalamar, yılda yüz binlerce tona ve daha sonra milyonlarca tona ulaşmaya başladı. Avcılığın ilk günlerinden beri ağlara dayalı değişik tip balıkçılık araçları kalamar yakalamak için kullanılmıştır (Arkhipkin vd. 2015).

Türkiye'de kalamar, avcılıkta elde edilen yan ürün olarak kabul edilmesinden dolayı avlanmış kalamarlar istatistiki olarak diğer avlanan türler gibi ana başlık altında değil diğer türler adı altında ahtapot, mürekkep balığı gibi cephalopodlarla birlikte değerlendirilmeye alınmaktadır (TÜİK 2019). Bunun nedenlerinden birisi kalamarın pişirilmesinin oldukça zahmetli ve zor olmasıdır. Türkiye'de avcılık yapılan bölgelere göre kalamara rastlanma haritası Şekil 2.1. de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Kalamar avlanan bölgelerin harita üzerinde gösterimi (FAO)

İngilizcesi European Squid olan ve Türkiye’de avlanan tür kalamarın (*Loligo vulgaris*) sistematik sınıflandırılması Çizelge 2.1 de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. Kalamar’ın (*Loligo vulgaris*) sistematik sınıflandırılması

Şube	Mollusca
Sınıf	Cephalopoda
Altsınıf	Coleoidea
Takım	Teuthida
Alttakım	Myopsina
Familiya	Loliginidae
Cins	Loligo
Tür	Loligo vulgaris (Lamarck 1798)

2.1. Kalamarın Anatomik ve Morfolojik Özellikleri

Kalamara bentopelajik bölgede, 0–500 m arasındaki derinliklerde ve genellikle 20-250 m arasındaki derinliklerde (Roper vd. 1984), 13°C ila 20°C arası su sıcaklıklarında ve ideal olarak 18°C su sıcaklığında rastlanmaktadır.

Bu tür ince, uzatılmış ve mantonun üçte ikisini kaplayan paralel kenarlı yüzgeçleri olan şeklinde tarif edilebilir. Rengi grimsi ya da kırmızımsı olabilir. Bireylerin manto uzunlukları dişilerde 48.5 cm ve erkeklerde 64 cm'ye kadar ulaşabilirken ortalama manto uzunlukları 20 cm'dir. Toplam ağırlıkları dişilerde en fazla 1.3 kg'a ulaşırken erkeklerde bu değer 2.3 kg'a kadar ulaşmaktadır (Klimpel vd. 2019).

Avrupa kalamarı *Loligo vulgaris*, kuzeydoğu Atlantik ve Akdeniz'in en yaygın loliginid türlerinden biridir. Kuzey Denizi ile Britanya Adaları ile Akdeniz dahil olmak üzere kuzey Afrika kıyıları arasında dağılmış olan bir neritik ve yarı pelajik bir türdür (Guerra ve Rocha 1994).

Kalamarların vucudu kuvvetli kaslardan oluşan kalın bir manto ile örtülüdür. Kabuk mantonun üst kısmı içine gömülmüş olup kalem şeklindedir. Kafanın yanlarında bir çift gözü vardır. Ağız etrafında 8 adet aynı boyda kol ile ayrıca tentakül olarak adlandırılan yakalıyıcı daha uzun iki kol bulunur. Kısa kollarında iki sıra tentaküllerinde dört sıra vantuz vardır. Kalamarın ileri veya geri hareketi yüzme hunisinin yön değiştirmesiyle olur. Başın kenarından içeriye alınan suyun huniden kuvvetlice atılmasıyla hareket sağlanır. Deri altında bulunan siyah kırmızı ve sarı renk hücrelerinin (pigment) kontraksiyonu ile bir saniyeden kısa sürede rengini değiştirebilir. Tentakül ve kolları ile yakalanan av ağıza götürülür. Manto boşluğunun arkasında bulunan bir çift solungaç, bir çift kulakçık ile bir karıncıktan oluşan kalp ve böbrek (nefridium) ile bağlantılıdır. Dolaşım sistemi kapalıdır (Anonim 2011).

Kalamar eti dokusu diğer yenilebilir etlerden (sığır eti, kümes hayvanları eti, balık) farklıdır. En belirgin farkı kas liflerinin çapının daha kısa olmasıdır. Kalamar kaslarındaki lif yapısı kalamara özel olup manto 2 farklı yapıdaki bağ doku tarafından kaplanmış şekilde ortada bulunmaktadır (Otwell ve Hamann 1979). Bu özel kas doku organizasyonu, pişirme işleminden sonra özellikle kas tekstürel davranışı ile ilişkilendirilmiştir. Kalamar manto kası yüksek miktarda çözünmez myostromin (bir çeşit bağ doku proteini), içerir ve balığa kıyasla sert ve çiğnenmesi zor bir yapıya sahiptir. Kalamar manto kas lifleri radyal ve dairesel olarak düzenlenmiş, radyal, dairesel ve uzunlamasına yönleri yönlendirilmiş bağ dokusu ile desteklenir (Melendo vd. 1997; Thanonkaew vd. 2006). Jumbo kalamarın, avlama sonrası saklama sırasında anatomik bölgeye bağlı olarak kollajen ve kas davranışında farklılıklar sergilediği ve bu farklılıkların esas olarak kollajenin ısı stabilitesi ile ilişkili olduğu ve son ürününün duyuşal, kimyasal ve dokusal özelliklerini etkilediği bildirilmiştir (Ramirez-Olivas vd. 2004; Torres-Arreola 2008). Bu nedenle, kalamar eti tercihi tattan ziyade reolojik özellikleri ve dokusu ile daha fazla ilişkilidir (Sikorski ve Kolodziejska, 1986).

Kalamar manto kasları dokusunu geliştirmek için çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Bunlar arasında sodyum bikarbonat (NaHCO₃) uzun yıllardır Çin gıdalarında hem kalamar hem de et için bir yumuşatıcı olarak kullanılmıştır (Tabe vd. 2013). Diğer yandan proteolitik papain ve bromelain enzimleri kollajen ve miyofibriller

proteinlere etki ederek kalamara kasının yumuşatılması için kullanılmıştır (Gökoğlu vd. 2017; Grygier vd. 2020). Dondurma başka bir yumuşatma yöntemi olarak kullanılmıştır (Gökoğlu vd. 2018). Marinasyon (Collignan ve Montet 1998; Gökoğlu ve Yerlikaya 2016), fosfat tuzları ve sodyum klorür ilave ederek pişirme (Kugino ve Kugino 1995) ve tamburlama (Pietrasik vd. 2010; Gökoğlu vd. 2017b) gibi mekanik uygulamalar diğer yöntemler olarak uygulanmıştır.

Yapılan bir çalışmada proteolitik enzimler (papain, bromelain) ile enjeksiyon ve daldırma, alkali çözeltilere (NaHCO_3 , NaOH) daldırma, vakum altında orbital çalkalama, ultrasonik işleme veya ultrasonik temizleme ile birleştirilmiş daldırma yöntemleri ve sıcak havayla kurutma ve rehidrasyon olmak üzere birçok yöntem kalamar kasının yumuşatılması amacıyla denemiştir. Çalışma sonunda, 12 saat % 0.3 papain içinde bekletilen ve vakum altında orbital çalkalama ile en yumuşak ürün elde edildiği, % 0.3 papain ile enjeksiyonla elde edilen ürünün ikinci derecede en yumuşak ürün olduğu, ancak alkali ile yıkandıktan sonra bir ultrasonik işlemcide % 2 NaHCO_3 'a batırmanın, yumuşak bir kalamar tekstürü için enzim muamelesinden veya sıcak havayla kurutmadan daha iyi bir yöntem olduğu belirlenmiştir (Grygier vd. 2020).

Pişirme proteinlerin fonksiyonel özelliklerini etkileyerek reolojik özelliklerinde değişikliklere neden olabilmektedir. En çok etkilenenler miyofibriller ve stroma proteinleridir. Kollajen, bağ dokunun ana bileşenidir ve tekstürle yakın bir ilişkisi vardır. Pişirme, proteinlerin kümelenmelerine yol açarak konformasyonel değişikliklere uğratar, böylece kasları daha sert ve daha sıkı, daha kuru ve daha az sulu hale getirir (Valencia-Perez vd. 2008).

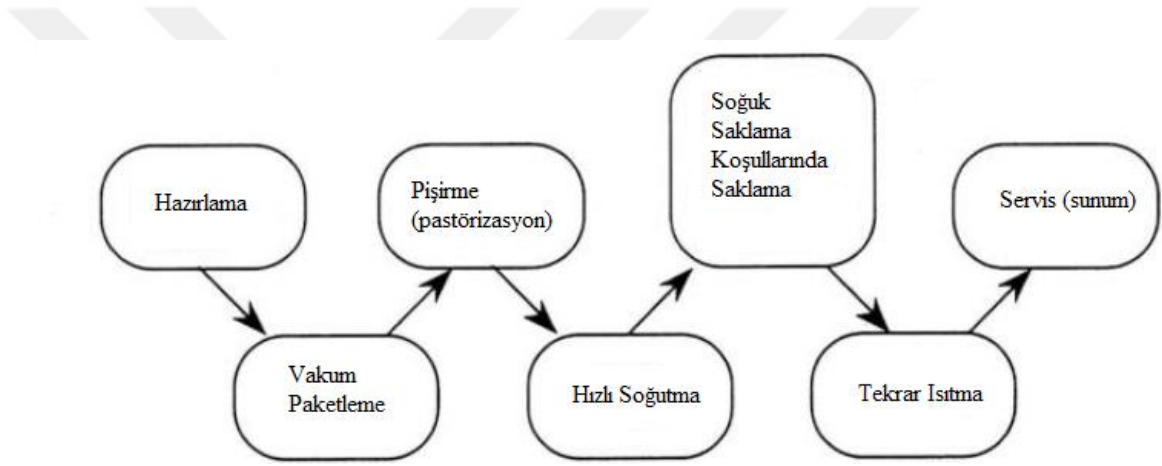
2.2. Sous-Vide Pişirme Yöntemi

Sous-vide pişirme vakum altında pişirme demektir. Isıya dayanıklı vakumlu torbalarda kontrollü sıcaklık ve süre koşullarında pişirme işlemidir. Sous-vide yöntemi ile gıdaları tipik olarak uzun bir süre nispeten düşük sıcaklıklarda ısıtılır. Isıtma işleminden sonra ürünler hızlı bir şekilde soğutulur ve soğutulmuş depoda ($1-4^{\circ}\text{C}$) tutulur. Sous-vide ürünlerinin raf ömrü 6 ila 42 gün arasında değişmektedir (Garcia-Linares vd. 2004). Vakum paketlenme pişirme sırasında nem ve aroma kayıplarını, oksidasyon nedeniyle kötü koku oluşumunu, aerobik bakteri gelişimini önler ve etkili bir ısı transferine imkân sağlar (Baldwin 2012).

Sous-Vide Pişirme Yöntemi, pişirilmek istenilen ürünün vakum paketlenmesi süreciyle başlamaktadır. Paketlenen ürün sabit sıcaklığını koruyan su banyosu içerisinde istenilen süre boyunca pişirilmeye bırakılmaktadır. Pişirme işleminin ardından muhafaza edilecek sıcaklığa erişinceye kadar ürün hızla buz içerisinde soğutulmaktadır. Bu işlemin yararları arasında hava ile teması kesilen ürünün pişirme esnasında yapısal bozunmasının hava etmeninin kısıtlanması, sıcaklığı düşük tutarak olası diğer yapısal bozunma etmenlerinin azaltılması (Pastörizasyon), paketlenmiş olmasından dolayı pişirme kayıplarının ve saklama esnasında kontaminasyon riskinin azaltılması başlıcalarıdır (Creed ve Pierson 1999). Sous-vide sisteminin şematik gösterimi Şekil 2.2. de gösterilmiştir.

Bu teknik günümüzde, hazır gıda maddelerinin yönetimi için kolaylığı ve uygunluğu nedeniyle restoranlarda, catering ve endüstriyel işlemlerde kullanılmaktadır. Isıl işlemde sonra pişirilmiş gıdaların mikrobiyal kontaminasyon

riski ortadan kalkar ve ürünün raf ömrü artar (Armstrong ve McIlveen 2000). Hem sıcaklık hem de pişirme süresinin etin yeme kalitesi üzerinde büyük etkisi vardır (Christensen, vd. 2011). Isıtmanın bir sonucu olarak, ette protein denatürasyonu, lif büzülmesi veya kollajen çözünürlüğü gibi çeşitli değişiklikler meydana gelir (Tornberg, 2005). Kollajen çözünürlüğü yumuşatıcı bir etkiye sahip olsa da pişirme sırasında miyofibriler proteinleri etkileyen çoğu değişiklik sertleşmede bir artışa neden olur (Nikmaram vd. 2011). Düşük sıcaklıkta uzun süreli pişirme olan sous-vide pişirme koşulları altında yoğun bir kollajen çözünürlüğü ortaya çıkmakta ve yumuşama etkisi sağlanmaktadır. Miyofibril esaslı sertleştirme çok fazla görülmemektedir (Del Pulgar vd. 2012; Roldan vd. 2012). Kollajen denatürasyonunun derecesi ısıl işlemin sıcaklık ve süresine bağlıdır. Isıl işlem sırasında sıklığın azalması, kollajen denatürasyonuna bağlı bağ dokunun kuvvetindeki azalmaya bağlanır. Bu denatürasyon büzölmeye ve bağ dokunun daha fazla çözölmesine ve jelatine dönüşmesine neden olur (Cropotova vd. 2018).



Şekil 2.2. Sous-vide proses diyagramı (Creed ve Pierson 1999)

3. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada kullanılan kalamar (*Loligo vulgaris*) Antalya'da faaliyet gösteren balıkçıların gerçekleştirdiği avcılık sonucu temin edilmiştir. Avlanan kalamarlar avlandığı andan itibaren soğuk muhafaza çantası içerisinde buzla birlikte Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Laboratuvarına ulaştırılmıştır.



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan kalamar (*Loligo vulgaris*)

Laboratuvara getirilen toplam 10kg kalamarların önce boy-ağırlık ölçümleri yapılmıştır. Boy ölçümlerinde dijital kumpas kullanılmış olup, ağırlık ölçümleri ise 0.1 g hassadiyetli terazi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Rastgele seçilen 30 adet örneğin boy ve ağırlık ortalamaları sırasıyla 16.59 ± 4.60 cm ve 109.09 ± 20.55 g olarak belirlenmiştir. Daha sonra derisi, başı, iç organları ve tentakülleri uzaklaştırıldıktan sonra verim tespit edilmiştir.



Şekil 3.2. Temizlenmiş ve pişirilmeye hazır kalamar

Ön işlemleri yapıp temizlenen kalamarlar vakum ambalaj içerisine yerleştirilmiş ve vakum paketlenme makinesi (Electrola EVM-42) kullanılarak paketlenmiştir. Paketlenen kalamar örnekleri sous-vide pişirme ekipmanının (PolyScience Sous Vide Professional Classic Series) su banyosunda 2 farklı pişirme sıcaklığı (60°C ve 80°C) ve 3 farklı pişirme süresi (30, 60 ve 120 dakika) uygulanarak pişirilmiştir. Örneklerin orta nokta sıcaklıkları bu derecelere ulaştıktan sonra 30, 60 ve 120 dakika olmak üzere üç farklı sürede pişirilmiştir. Pişirme işlemi sırasında örneklerin iç sıcaklığı thermocouple ile ölçülmüştür. Pişirme işlemi sonrası örnekler derhal buzlu su içerisinde soğutulmuştur. Isıl işlem uygulanmamış çiğ kalamarlar kontrol grubu olarak kullanılmıştır.



Şekil 3.3. Vakum paketlenmiş kalamar



Şekil 3.4. Sous-vide pişirme banyosu

Piştirilen örnekler ile kontrol örnekleri analizler yürütülünceye kadar buzdolabında (4°C) bekletilmiştir. Pişirme sıcaklık ve süre kombinasyonları Çizelge 3.1. de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Pişirme sıcaklık ve süre kombinasyonları

Piştirme Süresi (dk)	Sıcaklık (°C)
30	60
60	60
120	60
30	80
60	80
120	80
Çiğ Kontrol Grubu	

Gruplar pişirilmeden önce tartımları yapılarak paketlenmiş ve pişirildikten sonra analizleri gerçekleştirilmiştir.

3.1. Analizler

3.1.1. Et verimi

Hiçbir işlem yapılmadan tartılan kalamar ağırlığından temizlendikten sonra (derisi, başı, iç organları ve tentakülleri uzaklaştırıldıktan sonra) tartılan ağırlık çıkarılarak et verimi hesaplanmıştır.

$$\text{Et verimi (\%)} = A - B / A * 100$$

A= İşlem yapılmadan tartılan kalamar ağırlığı

B= Temizlendikten sonra tartılan kalamar ağırlığı

3.1.2. Piştirme kaybı

Paketlenmeden önce tartımları yapılan gruplar pişirilmiş, piştirme sonrasında paket içerisinde pişmiş üründen çıkan suyu süzölmüştür. Kurutma kağıdı üzerinde bekletildikten sonra kalan ürünün çiğ tartımı ile oranlanarak piştirme kaybı bulunmuştur (Hughes vd. 1997).

$$\text{Piştirme kaybı (\%)} = (X-Y) / X * 100$$

X= Pişirilmemiş örnek ağırlığı

Y= Pişirilmiş, soğutulmuş örnek ağırlığı

3.1.3. pH analizi

Ağırlıkça 1/1 oranında saf su ile sulandırılmış homojenize edilmiş örnek karışımına pH-metre (WTW Inolab, Weilhem, Almanya) probunun daldırılması suretiyle pH ölçümleri yapılmıştır (Manthey, vd. 1988).

3.1.4. Toplam serbest aminoasit (SAA) analizi

Toplam serbest amino asit miktarı Yokoyama ve Hiramatsu (2003)'nın belirttiği yöntemle yapılmıştır. Buna göre 2 g örnek üzerine 17 ml 0.2 M perklorik asit ile 5ml metanol ilave edildikten sonra karışım ultraturax (IKA Labortechnik, Staufen, Almanya) yardımı ile 12000 devirde 2 dakika süreyle homojenize edilmiş ve ultrasonik banyoda (GFL 1086, Almanya) 15 dakika bekletilmiştir. Ardından 3250 rpm'de 30 dakika santrifüj edildikten sonra supernatant Whatman 41 filtre kâğıdından süzölmüştür. Ekstrakte edilen örnekten test tüpüne 1ml alınıp üzerine pH'ı 5.0 olan 2ml 0.5 M sodyum sitrat tamponu ve 1ml ninhidrin ayırıcı (0.015g askorbik asit, 0.5g ninhidrin ve 60ml 2-metoksietanol karışımı) ilave edilmiş, 15 dakika kaynar su banyosunda bekletilip buz banyosunda soğutulan tüplere 1ml %60'lık etanol ilave edilmiş ve 570 nm dalga boyunda spektrofotometrede (Evolution 160 UV-visible; Thermo Scientific Dreieich, Almanya) absorbans ölçölmüştür. Hesaplamalar, glutamik asit kullanılarak oluşturulan standart eğrilere göre yapılmıştır.

3.1.5. Renk ölçümü

Kalamarların kaslarındaki renk ölçümleri Renk Ölçüm Cihazı (CR-400 Minolta Chromameter) kullanılarak L*, a*, b* değerlerinin saptanması ile gerçekleştirilmiştir. Bu değerler sırasıyla parlaklık, kırmızılık ve sarılığы ifade etmektedir. Kullanılmadan önce cihaz beyaz standart magnezyum oksit plaka ile 100 L değerine kalibre edilmiştir. Renk ölçümleri kalamarların 3 ayrı bölgesinde yapılmış ve sonuçlar ortalama değerler şeklinde verilmiştir.

3.1.6. Tekstür profil analizi

Tekstür ölçümü TA.XT2 tekstür analiz cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İki farklı prensibe göre tekstür ölçölmüştür. Kesme kuvveti ile sertlik, sıkıştırma (kompresyon) kuvveti ile tekstür profil analizi gerçekleştirilmiştir. Tekstür profil analizi için 5 kg'lık yük hücre sine ve 5 mm çapındağki silindirik proba sahip TA-XT2 cihazı ürüne temas ettiğđ andan itibaren 5 mm/sn hız ile %40 derinliğe daldırılarak iki ardışık sıkıştırma işlemi uygulanmıştır. Elde edilen verilerden örneklerin sertlik (hardness), esneklik (springiness), yapışkanlık (adhesiveness) bağlılık (cohesiveness), sakızimsılık (gumminess), çiğnenebilirlik (chewiness) özellikleri değeriendirilmiştir.

Tüm örneklerin tekstür ölçümleri 5 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

3.1.7. Tekstür kesme analizi

Warner-Bratzler V-şekil kesme bıçağđ kullanılarak kesme kuvveti ölçölmüştür. Tekstür analiz cihazının kesme başđ ilk test hızı 1 mm/sn, son kesme hızı 5 mm/sn olacak şekilde örnek üzerine indirilmiştir. Tekstür analiz cihazının örnekleri kesmek için uyguladığı maksimum kuvvet ölçölmüştür.

3.1.8. Duyusal analiz

Duyusal analiz, duyusal bir panel yapılarak yürütülmüştür. Paneli Su Ürünleri Fakültesi personelinden altı deneyimli panelist (üç kadın, üç erkek) gerçekleştirmiştir. Yaşları 25 ila 50 arasındaki panelistler deniz ürünlerinin değerlendirilmesinde deneyim sahibi ve kafadanbacaklıları tüketmeye alışkın kimselerden seçilmiştir. Panelistler tarafından duyusal değerlendirme tekstür (sertlik) özelliği bakımından 1-9 arasındaki skala kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Skalaya göre 9 = yumuşak, 1 = sert olarak değerlendirilmiştir (Peryam ve Pilgrim, 1957). Örnekler harfler kullanılarak kodlanmış ve panelistlere rastgele sunulmuştur. Örnekler arasında panelistlerin ağızlarını temizlemeleri için saf su verilmiştir.

Kontrol örneklerinin duyusal analizinde kalamarlar bir kavanoz içerisine konulduktan sonra su banyosunda pişirilmiş ve oda sıcaklığına getirildikten sonra panelistlere sunulmuştur.

3.1.9. İstatistik analiz

Deneme ayrı zamanlarda iki kez tekrar edilmiş ve tüm analizler iki paralelli olarak yürütülmüştür. Veriler tesadüf parselleri deneme desenine göre iki faktörlü (2 x3) faktöriyel düzen şeklinde analiz edilmiştir. İki faktör iki pişirme sıcaklığı (60 ve 80°C) ve üç pişirme süresidir (30, 60 ve 120). Analizler sonucu tespit edilen verilere varyans analizi uygulanmış, farklı çıkan uygulamalar Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuştur. İstatistik analizleri için SAS yazılımı (Statistical Analysis System, USA) kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Piştirme işleminin kalamar kasının yenilebilir hale dönüşmesi için kullanılan hızlı ve ucuz bir ısıtma işlemi olduğu, bunun yanında kas proteinlerinin sindirilebilirliğini arttırdığı ve istenen tadın oluşumunu sağlayan aroma bileşiklerinin salınmasına da katkıda bulunduğu bildirilmektedir. Piştirme işlemi kalamar kasını fiziksel, yapısal, duyu ve besinsel değişime uğratmakta ve proteinlerdeki yapısal değişimler sindirilebilirliği geliştirmektedir (Ando vd. 1999).

4.1. Et Verimi Bulguları

Kalamar örneklerinin temizlenmeden önce ve temizlendikten sonra yapılan ağırlık ölçümleri ile belirlenen et verimi ortalama olarak 61.69 ± 3.31 olarak belirlenmiştir.

4.2. Piştirme Kaybı Bulguları

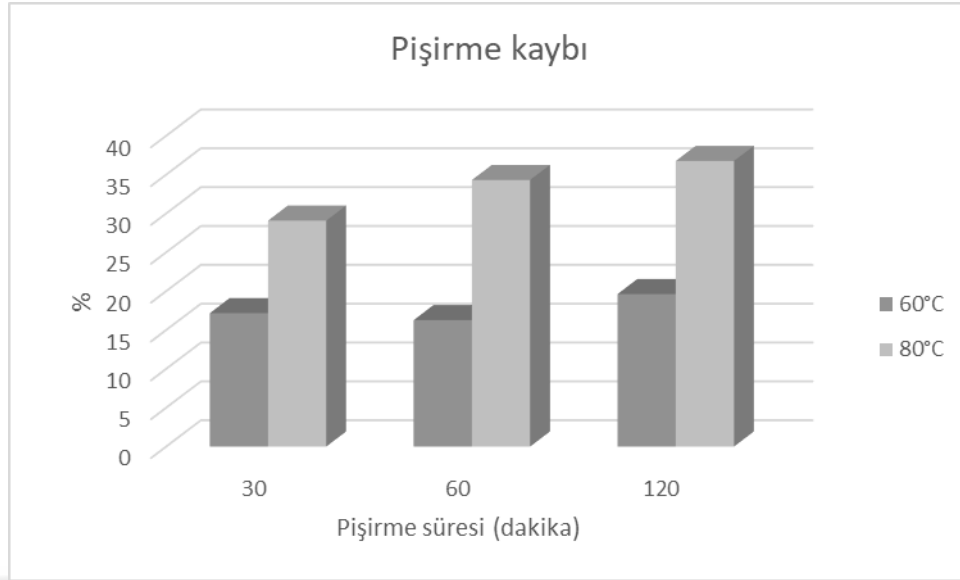
Farklı sıcaklık ve farklı sürelerde pişirilmiş olan kalamarlara ait piştirme kaybı değerleri Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilmiş kalamarlara ait piştirme kaybı değerleri (%)

Piştirme Süresi (Dakika)	Piştirme sıcaklığı	
	60°C	80°C
30	17.18 ± 2.39^{ax}	29.09 ± 6.53^{ay}
60	16.28 ± 1.54^{ax}	34.32 ± 2.93^{ay}
120	19.63 ± 3.83^{ax}	36.77 ± 2.23^{ay}

Değerler ortalama $\pm$ standart sapmayı ifade etmektedir

Aynı sütunda yer alan harfler (a, b, c, d) ve aynı satırda yer alan harfler (x, y) farklı olduğunda aynı sütun ya da satırdaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.1. Kalamar gruplarına ait piştirme kaybı değerleri

Farklı sıcaklık ve sürelerde piştirilmiş olan kalamarlara ait piştirme kaybı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’de Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Piştirme kaybına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Piştirme sıcaklığı	1	739.4700000	56.12**
Piştirme süresi	2	25.8126750	1.96
Piştirme sıcaklığı x piştirme süresi	2	11.0017750	0.83
Hata	6	13.17713	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli (*) p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.3. Piştirme kaybı değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Piştirme kaybı değerleri	
Piştirme sıcaklığı (°C)	
60	17.695 ^b
80	33.395 ^a
Piştirme süresi (dakika)	
30	23.138 ^a
60	25.298 ^a
120	28.2 ^a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Varyans analiz tablosu incelendiğinde pişirme sıcaklığının pişirme kaybını önemli derecede ($p<0.01$) etkilediği, pişirme süresi üzerinde ise önemli bir etkisinin olmadığı görülmektedir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları incelendiğinde pişirme sıcaklığının pişirme kaybı değeri üzerinde önemli ($p<0.01$) etkisinin olduğu görülmektedir. Kalamar örneklerinin 80°C 'de pişirilmesi ile 60°C 'de pişirmeye göre daha fazla pişirme kaybı tespit edilmiştir. Pişirme sıcaklığındaki artış pişirme kaybında da artışla sonuçlanmıştır. Pişirme süresi açısından değerlendirildiğinde, istatistiksel olarak bir farklılık bulunmamakla ($p>0.05$) beraber oransal olarak en az pişirme kaybı değeri 30 dakikalık pişirme süresinde saptanmış olup, en fazla kayıp 120 dakikada izlenmiştir.

Su ürünlerinin ısıl işleme tabi tutulmasında sıcaklık ve süreye bağlı olarak protein denatürasyonu ortaya çıkabilmektedir. Isıl işlem, protein moleküllerinin veya komplekslerinin doğal özelliklerinin deformasyonunu da beraberinde getirmektedir (Abraha vd. 2018). Sıcaklığın protein denatürasyonunu indüklediği, miyofibrillerin ve kollajen liflerinin büzülmesine ve ayrıca sarkoplazmik proteinlerin ve çözünür miyofibriler proteinlerin jelasyonuna neden olduğu ve bu da pişmiş etin doku ve sulu olma gibi kalite özelliklerini etkilediği yaygın olarak kabul edilmektedir (Tornberg 2005).

Torres-Arreola vd. (2018) jumbo kalamarını (*Dosidicus gigas*) 100°C 'de 10, 20 ve 30 dakika gibi üç farklı sürede pişirdikleri bir çalışmada, pişirme işlemi sonrası önemli pişirme kayıpları belirlemişler ve bu kayıpları sırasıyla %12.9, %22.1 ve %26.1 olarak bildirmişlerdir. Pişirme süresinin artmasıyla birlikte kaybın da arttığı saptanmıştır. Kugino ve Kugino (1994) kalamarın (*Sepioteuthis lessoniana*) pişirilmesinden sonra kaybedilen ağırlığın kas liflerinin bağlantısının kesilmesini ve bağ doku protein ağının çökmesini içeren mikro yapısal değişikliklerden kaynaklandığını belirtmiştir. Otwell ve Hamann (1979) ise kalamar (*Loligo pealei*) mantosunun pişirilmesi ile pişmiş ette %50 ağırlık kaybı olduğunu rapor etmiştir. Oliveira vd. (2019) endüstriyel pişirme koşullarında kaynar suda pişirdikleri ahtapot (*Octopus vulgaris*) için % 47.2'lik bir ağırlık kaybı bildirmişlerdir. Bu yüksek kaybın ahtapot kasına ait yüksek oranda bağ doku hasarı ve çözülmesi ile kas fibrillerinin ayrılması ve dehidrasyonundan kaynaklandığını belirtmişlerdir. Rosas-Romero vd. (2010) tarafından üç farklı dönemde temin edilen jumbo kalamarı (*Dosidicus gigas*) örneklerinde %41.4, %45.2 ve %32.3 pişirme kayıpları bildirilmiştir. Bu üç farklı örnekteki farklılıkların kas boyutlarındaki farklılıktan kaynaklandığı işaret edilmiştir. Farklı limanlardan örneklenen ahtapotlarla (*O. vulgaris*) yürütülen başka bir çalışmada ise buharda pişirme sonrası %38.5, %44.1 ve % 43.9 oranlarında kayıplar bildirilmiş ve bu farklılıkların coğrafi bölge farklılıklarından kaynaklandığı belirtilmiştir (Mendes vd. 2017). Başka bir çalışmada ise aynı ısıtma süresinde daha yüksek sıcaklıkta daha büyük pişirme kaybı gözlenmiştir. Kocabaş sazan (*Aristichthys nobilis*) balığının 90°C , 100°C , 110°C ve 120°C 'lerde pişirilmesi sonucunda en yüksek kayıp 120°C 'de belirlenmiştir (Jiang vd. 2018).

Taze kalamar etinin aşırı ısındığında, büzüldüğü ve sertleştiği, bu durumun da kabul edilebilirliği azalttığı, $50-60^{\circ}\text{C}$ 'ye ulaşıldığında ağırlığını kaybetmeye başladığı yaklaşık 100°C sıcaklıkta pişirildiğinde ise başlangıç ağırlığının yaklaşık yarısını kaybettiği bildirilmiştir. Ayrıca büzülme sıcaklığının kalamar eti tazeliği ile ilişkili olduğu, taze kalamar etinde $60-70^{\circ}\text{C}$ sıcaklığa ulaşıldığında büzülme meydana geldiği

bayat ette ise 20°C’de başladığı belirtilmiştir (Takahashi 1965). Pişirme kaybı, proteinlerin termal denatürasyonu sonucu meydana gelmektedir. Literatürde bildirilen bu sonuçlar çalışma sonuçlarımızla karşılaştırıldığında çalışma sonuçlarımızda daha düşük pişirme kayıpları görülmektedir. Sous-vide pişirme tekniği ile düşük sıcaklıklarda pişirildiğinden bu olumsuz etkiler ortadan kalkmakta ve pişirme kayıpları da azalmaktadır. Çalışma sonuçlarımız bunu kanıtlamıştır.

4.3. pH Analiz Bulguları

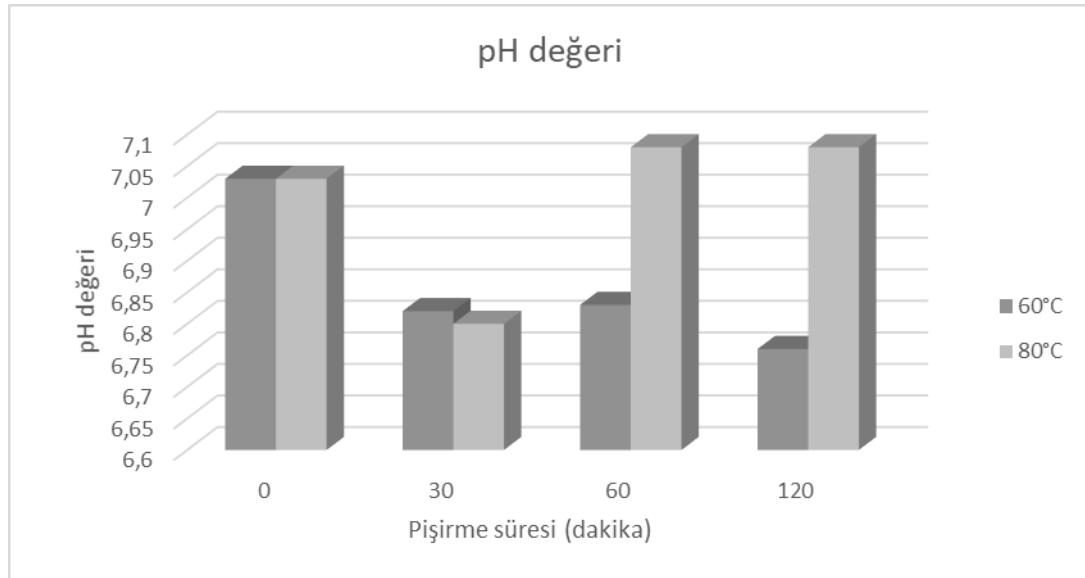
Farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilen kalamarların pH değerleri ortalamaları Çizelge 4.4’de ve Şekil 4.2.’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı sıcaklık ve sürede pişirilmiş kalamarların pH analiz değerleri

Pişirme Süresi (Dakika)	Pişirme sıcaklığı	
	60°C	80°C
0	7.03 ± 0.1 ^{ax}	7.03 ± 0.1 ^{ax}
30	6.82 ± 0.03 ^{bx}	6.80 ± 0.0 ^{bx}
60	6.83 ± 0.005 ^{bx}	7.08 ± 0.01 ^{ay}
120	6.76 ± 0.0 ^{bx}	7.08 ± 0.04 ^{ay}

Değerler ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir

Aynı sütunda yer alan harfler (a, b, c) ve aynı satırda yer alan harfler (x, y) farklı olduğunda aynı sütun ya da satırdaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.2. Farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilmiş kalamarlara ait pH değerleri

Farklı sıcaklık ve farklı sürelerde pişirilmiş olan kalamarların pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5’de, Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.5. pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Piştirme sıcaklığı	1	0.15308889	275.56**
Piştirme süresi	2	0.03520556	63.37**
Piştirme sıcaklığı x piştirme süresi	2	0.05077222	91.39**
Hata	12	0.000556	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli (*) p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.6. pH değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	pH değerleri
Piştirme sıcaklığı (°C)	
60	6.80556 ^b
80	6.99000 ^a
Piştirme süresi (dakika)	
30	6.81167 ^c
60	6.95833 ^a
120	6.92333 ^b

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir

Çizelgeler incelendiğinde piştirme sıcaklığı ve piştirme süresinin pH değerleri üzerinde önemli (p<0.01) etkisinin olduğu görülmektedir. Piştirme sıcaklığı yükseldikçe pH deperinde artış gözlenmiştir. Piştirme süreleri açısından değerlendirildiğinde en yüksek pH değerleri 60 dakikada piştirilmiş örneklerde gözlenirken en düşük (p<0.01) pH değeri 30 dakikalık piştirme süresinde gözlenmiştir. Piştirilmemiş örneklerin pH değerleri 7.03 ± 0.1 olarak belirlendiği göz önüne alındığı zaman, 60°C’de 30, 60 ve 120 dakika ile 80°C’de 30 dakika piştirilmiş örneklerin pH değerinde piştirme işlemi önemli derecede düşüşe neden olurken, 80°C’de 60 ve 120 dakika piştirilmiş örneklerin pH değerlerinin ise pişmemiş örneğinkinden farklı olmadığı görülmektedir.

Piştirme işlemi genellikle su ürünleri kaslarında pH değerinde artışa neden olmaktadır. Nitekim yapılan önceki çalışmalarda çeşitli piştirme işlemleri sonrası pH artışları bildirilmiştir. Sutikno vd. (2019) süper ısıtılmış buharla (240°C buhar sıcaklığında) piştirilmiş kalamarda (*Todarodes pacificus*) piştirme sonrası pH artışı tespit etmişlerdir. Tilapya ve kefal balıklarının yağda kızartma (180°C) ve ızgarada (260°C) piştirme işlemleri sonrasında pH değerlerinin 6.07 ve 5.94’den 6.21, 6.12 ve 6.16, 6.04’e yükseldiği bildirilmiştir (El-Sherif vd. 2011). Piştirilmiş su ürünlerinde pH artışı amino asit yıkımlanmasının bir sonucu olarak bazı bazik bileşiklerin oluşumundan kaynaklanabileceği belirtilmektedir. Çalışmamızda kalamar örneklerinin piştirme işlemi sonrası pH değerlerinde artış görülmemesi sous-vide piştirme tekniği ile düşük

sıcaklıklarda pişirilmesi ve amino asit yıkılımının gerçekleşeceği sıcaklıklara ulaşmamış olmasından kaynaklanmış olabilir.

4.4. Toplam Serbest Amino Asit (SAA) Bulguları

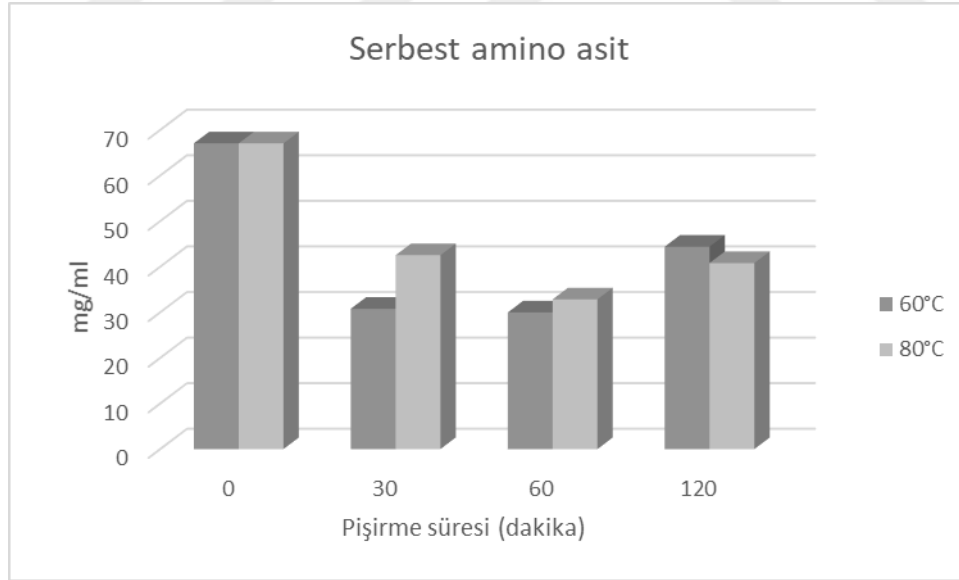
Farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilen kalamarların toplam serbest amino asit konsantrasyonları ortalamaları Çizelge 4.7’de ve Şekil 4.3.’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı sıcaklık ve sürede pişirilmiş kalamarların SAA değerleri (mg/ml)

Pişirme Süresi (Dakika)	Pişirme sıcaklığı	
	60°C	80°C
0	67.07 ± 1.74 ^{ax}	67.07 ± 1.74 ^{ax}
30	30.68 ± 0.62 ^{cx}	42.54 ± 0.52 ^{by}
60	30.03 ± 0.12 ^{cx}	32.84 ± 0.59 ^{cy}
120	44.39 ± 0.33 ^{bx}	40.8 ± 0.61 ^{by}

Değerler ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir

Aynı sütunda yer alan harfler (a, b, c) ve aynı satırda yer alan harfler (x, y) farklı olduğunda aynı sütun ya da satırdaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.3. Farklı sıcaklık ve sürede pişirilmiş kalamarların SAA değerleri

Farklı sıcaklık ve farklı sürelerde pişirilmiş olan kalamarların toplam serbest amino asit değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8’de Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.8. SAA değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Piştirme sıcaklığı	1	39.8945333	163.08**
Piştirme süresi	2	126.721000	497.2**
Piştirme sıcaklığı x piştirme süresi	2	56.1145333	240.15**
Hata	6	0.354533	

(**) $p < 0.01$ düzeyinde önemli (*) $p < 0.05$ düzeyinde önemli**Çizelge 4.9.** SAA değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

SAA değerleri	
Piştirme sıcaklığı (°C)	
60	34.6867 ^b
80	38.3333 ^a
Piştirme süresi (dakika)	
30	36.28 ^b
60	31.000 ^c
120	42.2500 ^a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir

Çizelgeler incelendiğinde piştirme sıcaklığı ve piştirme süresinin SAA değerleri üzerinde önemli ($p < 0.01$) etkisinin olduğu görülmektedir. Piştirme sıcaklığı yükseldikçe SAA değerinde yükselme gözlenmiştir. En yüksek SAA değeri 120 dakika piştirilmiş örneklerde gözlemlenmiştir. Çiğ örneklerde yapılan ölçümler ile karşılaştırıldığında piştirme işlemi uzadıkça SAA miktarının daha kısa süre piştirilen ürünlerden fazla olduğu görülmektedir.

Amino asitler hemen hemen tüm gıdalarda, serbest formda veya peptitler, polipeptitler ve proteinlerde olduğu gibi bağlı bir formda bulunur. Su ürünlerinde bulunan serbest amino asitlerin (SAA) lezzete önemli katkıda bulunduğu kabul edilmektedir. Bu bileşikler, nükleotitler, inorganik tuzlar ve glikojenin metabolik ürünleri gibi diğer maddelerle birlikte, balığın protein içermeyen ana bileşenlerini oluşturur. Serbest amino asitler ısıtılma işleminden önemli ölçüde etkilenirler. Ringa balığının 116°C'de ısıtılma işlemi sonrası histidin içeriğinde %86'ya varan kayıplar bildirilmiştir (Aitken ve Connell 1979). Lisin, histidin, sistein, triptofan ve arginin ısıdan etkilenen amino asitler olarak bildirilmiştir (Mendez ve Abuin 2006). Bazı araştırmacılar özellikle lisin kaybını rapor etmişlerdir (Hurrell ve Carpenter 1977; Seet vd. 1983; Tanaka ve Kimura 1988).

Sarojnalini ve Devi (2014) bir tür sazan balığını kızartma ve buharda piştirme olmak üzere iki farklı yöntemle piştirmeleri sonrasında toplam serbest amino asit içeriklerinde önemli azalma saptadıklarını bildirmişlerdir. Çiğ balıkta belirledikleri 196.53 mg/g düzeyindeki SAA konsantrasyonunu kızartılmış örneklerde 36.79 mg/g,

buharda pişirilmiş örneklerde 41.04 mg/g olarak belirlemişlerdir. Korczek vd. (2020) farklı pişirme işlemleri (haşlama, kızartma, fırında pişirme ve konserveleme) uyguladıkları uskumrulara hammadde üzerindeki ısı işlemlerin sonucunda SAA içeriğinde azalma bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada ringa, uskumru, istavrit ve berlam balıklarının farklı pişirme işlemlerine (haşlama, kızartma ve ızgara) tabi tutulmasından sonra toplam esansiyel amino asit içeriklerinde azalma tespit edildiği bildirilmiştir (Oluwaniyi vd. 2010). Benzer şekilde Catfish (*Clarias gariepinus*) ve Tilapia (*Oreochromis niloticus*) balıklarına uygulanan pişirme işlemleri sonrasında esansiyel amino asit içeriklerinde azalmalar bildirilmiştir (Oluwaniyi vd. 2017).

Bazı araştırmacılar tarafından ise pişirme işlemleri sonrası amino asit içeriğinde değişim olmadığı bildirilmiştir (Steiner-Asiedu vd.1991; Ismail ve Ikram 2004; Seet ve Brown 2006). Uygulanan pişirme işlemleri, pişirme sıcaklıkları ve sürelerindeki farklılıklar nedeniyle çalışma sonuçlarında farklılıklar görülmüş olabileceği düşünülmektedir.

4.5. Renk Ölçüm Bulguları

Renk, tüketicilerin gıdalarda ilk olarak değerlendirdikleri kalite özelliğidir ve bu nedenle piyasa kabulü ile ilgili gıda kalitesinin önemli bir bileşenidir. Gıdaların duyuşal özellikleri, hammaddenin kalitesine veya saklama süresine ve sıcaklığına bağlı olarak değişebilir. Gıdaların duyuşal özelliklerindeki bu değişiklikler, enstrümantal cihazlar kullanılarak ve insan duyuşları yoluyla renk, doku, tat ve koku algısı ile belirlenebilir. Bununla birlikte, insan duyuşları her zaman kesin sonuçlar vermeyebilir, çünkü gıdadaki renk değişimi öznel olarak tanımlanır. Bu nedenle, enstrümantal analiz yöntemi kullanılarak gıdalardaki karakteristik renk değişikliklerinin belirlenmesi özellikle önemlidir. Bu çalışmada minolta cromameter renk ölçüm cihazı kullanılarak kalamar örneklerinin L*, a*, b* değerleri ölçülmüştür.

4.5.1. Parlaklık (L* değeri) bulguları

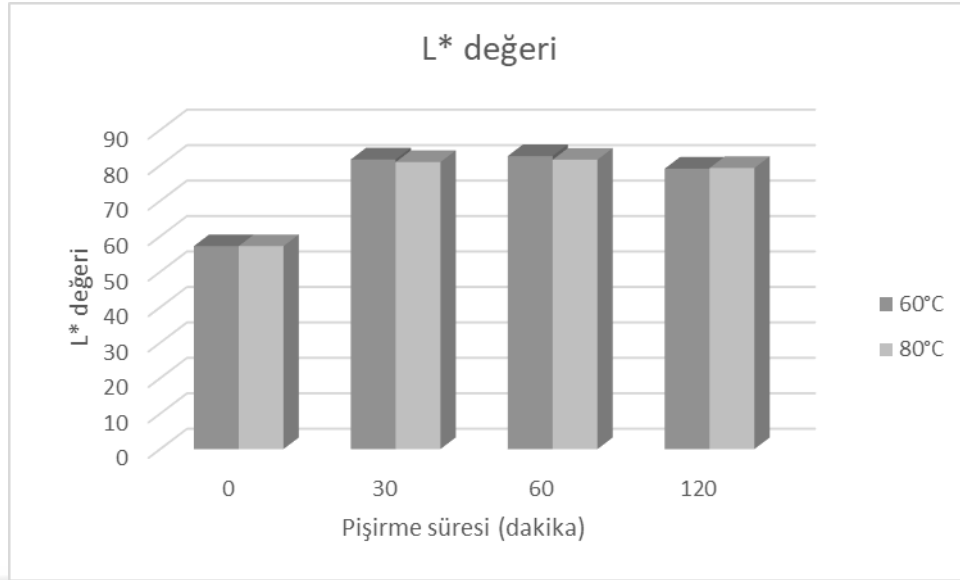
Farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilen kalamarların L* değerleri ortalamaları 4.10.'da ve Şekil 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Farklı sıcaklık ve sürede pişirilmiş kalamarların L* değeri ortalamaları

Pişirme Süresi (Dakika)	Pişirme sıcaklığı	
	60°C	80°C
0	57.24 ± 2.38 ^{ax}	57.24 ± 2.38 ^{ax}
30	82.64 ± 1.11 ^{bx}	80.95 ± 2.00 ^{bx}
60	79.10 ± 0.95 ^{bx}	81.61 ± 1.96 ^{bx}
120	80.95 ± 2.00 ^{bx}	79.28 ± 4.74 ^{bx}

Değerler ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir

Aynı sütunda yer alan harfler (a, b, c) ve aynı satırda yer alan harfler (x, y) farklı olduğunda aynı sütun ya da satırdaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.4. Kalamar gruplarına ait renk (L*) değerleri

Farklı sıcaklık ve farklı sürelerde pişirilmiş olan kalamarların L* değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11’de Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı sıcaklık ve farklı sürelerde pişirilmiş olan kalamarların L* değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Pişirme sıcaklığı	1	1.24820000	0.23
Pişirme süresi	2	13.70770556	2.53
Pişirme sıcaklığı x pişirme süresi	2	0.59445000	0.11
Hata	12	5.41430556	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli (*) p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.12. L* değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

L* değerleri	
Pişirme sıcaklığı (°C)	
60	81.142 ^a
80	80.616 ^a
Pişirme süresi (dakika)	
30	81.323 ^a
60	82.118 ^a
120	79.195 ^a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir

4.5.2. Kırmızılık (a^* değeri) bulguları

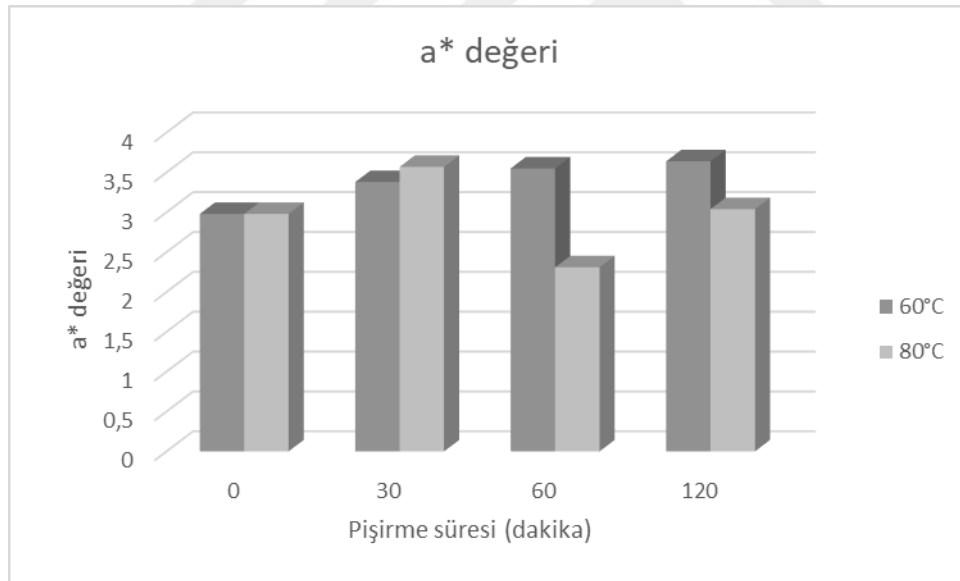
Farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilen kalamarların renk değerleri ortalamaları 4.13’de ve Şekil 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Farklı sıcaklık ve sürede pişirilmiş kalamarların a^* değeri ortalamaları

Pişirme Süresi (Dakika)	Pişirme sıcaklığı	
	60°C	80°C
0	2.98 ± 0.17^{ax}	2.98 ± 0.1^{ax}
30	3.38 ± 0.33^{ax}	3.57 ± 0.26^{ax}
60	3.55 ± 0.43^{ax}	2.31 ± 0.31^{by}
120	3.64 ± 0.55^{ax}	3.04 ± 0.43^{ax}

Değerler ortalama $\pm$ standart sapmayı ifade etmektedir

Aynı sütunda yer alan harfler (a, b, c) ve aynı satırda yer alan harfler (x, y) farklı olduğunda aynı sütun ya da satırdaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.5. Farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilmiş kalamarlara ait renk (a^*) değerleri

Farklı sıcaklık ve farklı sürelerde pişirilmiş olan kalamarların a^* değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14’de Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Kalamarların a* değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Piştirme sıcaklığı	1	1.35575556	8.48*
Piştirme süresi	2	0.4766	2.98
Piştirme sıcaklığı x piştirme süresi	2	0.77335556	4.84*
Hata	12	0.15991111	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli (*) p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.15. Kalamarların a* değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

a* değerleri	
Piştirme sıcaklığı (°C)	
60	3.5278 ^a
80	2.9789 ^b
Piştirme süresi (dakika)	
30	3.4767 ^a
60	2.937 ^b
120	3.3467 ^{ab}

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir

4.5.3. Sarılık (b* değeri) bulguları

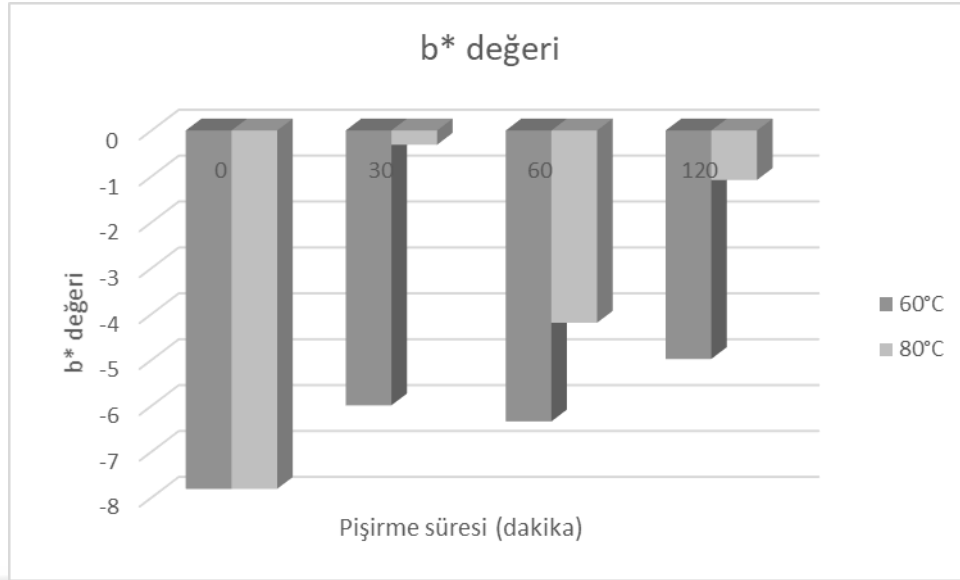
Farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilen kalamarların b* değerleri ortalamaları 4.16'da ve Şekil 4.6'de verilmiştir.

Çizelge 4.16. Farklı sıcaklık ve sürede pişirilmiş kalamarların b* değeri ortalamaları

Piştirme Süresi (Dakika)	Piştirme sıcaklığı (°C)	
	60°C	80°C
0	-7.81 ± 0.58 ^{ax}	-7.81 ± 0.58 ^{ax}
30	-5.99 ± 0.33 ^{bx}	-3.10 ± 1.13 ^{by}
60	-6.34 ± 0.76 ^{bx}	-4.19 ± 0.55 ^{by}
120	-4.98 ± 0.82 ^{bx}	-1.08 ± 1.54 ^{cy}

Değerler ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir

Aynı sütunda yer alan harfler (a, b, c) ve aynı satırda yer alan harfler (x, y) farklı olduğunda aynı sütun ya da satırdaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.6. Farklı sıcaklık ve sürede pişirilmiş kalamarların b* değerleri

Farklı sıcaklık ve farklı sürelerde pişirilmiş olan kalamarların b* değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17’de Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Kalamarların b* değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Pişirme sıcaklığı	1	30.66696429	47.62**
Pişirme süresi	2	9.74528416	15.13*
Pişirme sıcaklığı x pişirme süresi	2	6.23216703	9.68
Hata	9	0.64401481	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli (*) p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.18. Kalamarların b* değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

b* değerleri	
Pişirme sıcaklığı (°C)	
60	-5.7075 ^b
80	-2.8414 ^a
Pişirme süresi (dk.)	
30	-4.2 ^{ab}
60	-5.2683 ^b
120	-3.235 ^a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir

Renk, ışığın spektral dağılımı ile ilgili bir görünüş özelliğidir. Işığı yansıtma kırma, geçirme ve absorbe etme özelliklerine bağlı olarak maddeler renkli, parlak, mat ya da bulanık olarak algılanırlar.

Pişmiş ette renk ölçümü, yeme kalitesi özellikleri hakkında güvenilir bilgi sağlar ve daha yüksek bir L^* değeri açık rengi göstermekte olup tüketici kabulünün artmasını sağlar (Resurreccion 2004).

Çalışmamız renk bulguları incelendiğinde pişirme işleminin renk değerlerini etkilediği görülmektedir. Pişirilmiş ürünlerin L^* , a^* b^* değerleri çiğ kalamarların değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Pişirilmiş karideslerin çiğ karideslerle karşılaştırıldığında L^* ve b^* değerlerinin daha yüksek olduğu ancak pişirme süresinin L^* , a^* , b^* değerlerini etkilemediği belirtilmiştir (Xu vd. 2016). Pişirme sıcaklığının artırılması sarkoplazmik ve miyofibriler proteinlerin daha yüksek denatürasyonuna ve agregasyonuna yol açarak parlaklığı artırmaktadır (Christensen vd., 2011; Nikmaram vd., 2011). Jumbo kalamar (*Dosidicus gigas*) 100°C’de pişirildikten sonra L^* değerinde artış saptanmış ve pişirme işleminin parlaklığı arttırdığı belirlenmiş, ancak pişirme süresinin artması ile parlaklığın azaldığı gözlenmiştir. Aynı çalışmada a^* değeri çiğ örnekte-3.12 değerini (yeşillik) gösterirken pişirme sonrası artarak kırmızılık değerlerini göstermiştir. Pişirme süresince de a^* değerleri de artmıştır. Sarılık değerini ifade eden b^* değeri ise pişirme sonrası önemli bir yükselme göstermesinin yanında pişirme süresindeki artışa paralel olarak keskin bir artış göstermiştir. (Torres-Areola vd. 2018). Farklı sıcaklıklarda (55, 60, 65, 70, 75, 80 ve 85°C) kalamar örneklerin sous-vide pişirildiği bir çalışmada, pişirilmiş örneklerin L^* , a^* , b^* değerleri çiğ örneklerinkinden yüksek bulunmuştur. L^* değerinin 55-65°C arasında artış gösterdiği ve sonra artan sıcaklıkla azaldığı ve en yüksek L^* değerinin 65°C’de, en yüksek a^* ve b^* değerlerinin de 60°C’de gözlemlendiği bildirilmiştir (Cui vd. 2019). Sous-vide pişirilmiş kuzu etinde 60°C’de pişirilen örneklerin 70°C ve 80°C’de pişirilenden biraz daha yüksek L^* değerleri gösterdiği bildirilmiştir.

Çalışmamızda pişirme sıcaklığının L^* değeri üzerinde önemli ($p>0.05$) bir etkisi gözlenmezken, pişirme sıcaklığındaki artış a^* değerinde azalma b^* değerinde ise artışla sonuçlanmıştır. Pişmiş etin a^* değerinin yüksekliği, denatüre miyogloblin derecesi ile ters orantılıdır. Pişirme sıcaklığı arttıkça daha yüksek miyogloblin bozulması a^* değerinin azalmasına neden olmuştur. Yine pişirme süresinin L^* ve a^* değeri üzerinde önemli ($p>0.05$) etkisi gözlenmezken, b^* değeri üzerinde önemli ($p<0.05$) etki göstermiştir. En yüksek b^* değerleri 60 dakikalık pişirmede elde edilmiştir.

4.6. Tekstür Profil Ölçüm Sonuçları

4.6.1. Sertlik (hardness) ölçümleri

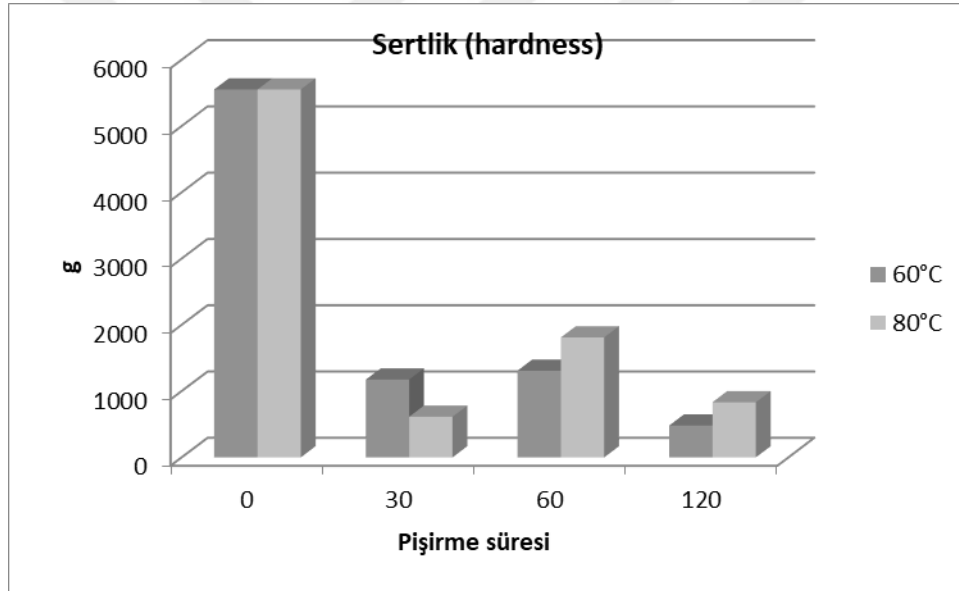
Kalamar gruplarına ait sertlik (hardness) değerlerine ait ortalamaları çizelge 4.19’da ve Şekil 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilmiş kalamarlara ait sertlik (hardness) değeri ortalamaları (g)

Pişirme Süresi (Dakika)	Pişirme sıcaklığı (°C)	
	60	80
0	5551.70 ± 348 ^{ax}	5551.70 ± 348 ^{ax}
30	1173.69 ± 247 ^{b cx}	612.43 ± 112 ^{cx}
60	1307.79 ± 615 ^{bx}	1810.09 ± 464 ^{bx}
120	480.54 ± 167 ^{cx}	832.03 ± 672 ^{cx}

Değerler ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir

Aynı sütunda yer alan harfler (a, b, c) ve aynı satırda yer alan harfler (x, y) farklı olduğunda aynı sütun ya da satırdaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.7. Farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilmiş kalamarlara ait sertlik değerleri

Farklı sıcaklık ve farklı sürelerde pişirilmiş olan kalamarların sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.20’de Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Kalamarların sertlik (hardness) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Piştirme sıcaklığı	1	42787.778	0.22
Piştirme süresi	2	1314256.452	6.86**
Piştirme sıcaklığı x piştirme süresi	2	496752.654	2.59
Hata	12	191484.304	

(**) $p < 0.01$ düzeyinde önemli (*) $p < 0.05$ düzeyinde önemli**Çizelge 4.21.** Kalamarların sertlik (hardness) değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Sertlik değerleri	
Piştirme sıcaklığı (°C)	
60	987.3 ^a
80	1084.9 ^a
Piştirme süresi (dakika)	
30	893.1 ^b
60	1558.9 ^a
120	656.3 ^b

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir

Çizelgeler ve şekil incelendiğinde piştirme işleminin kalamar kasının sertliği üzerinde önemli ($p < 0.01$) etkisi olduğu görülmektedir. Pişmemiş kontrol örneği ile karşılaştırıldığında pişmiş örneklerin sertlik değerleri önemli derecede ($p < 0.01$) daha düşüktür. Sertlik değerlerinin düşmesi kasın yumuşamasının bir göstergesidir. Bu durumda sous-vide piştirme tekniği kalamar örneklerinin yumuşamasını sağlamıştır. Kalamarlar kendilerine özgü sert bir dokuya sahiptirler. Filamentleri vertabralarinkinden daha uzun ve kalındır. Kalamar manto dokusu kas lifi katmanlarından oluşmakta ve yüksek kollejen içeriğine sahiptir. Piştirme sırasında kollajenin tekstürel değişimlerde önemli rolü vardır. Sertlik, muhtemelen kollejen ve miyofibriler proteinlere bağlı olarak en kritik doku özelliğidir (Otwell ve Hamann, 1979; Sikorski 1994). Isıl işlem mtofibrilar proteinlerin denatüre olmasına, kümeleşmesine, büzülmesine ve hücre suyunun ayrılmasına neden olur. Sıcaklık arttıkça hücreler daha fazla tahrip olur ve daha fazla su kaybı olur, bu da daha fazla sertleşmeye neden olur. Bağ dokusunun değişimi, artan sertlik, kollajen denatürasyonu, miyofibrillerin daha da kasılması ve kas liflerinin ayrılmasının ana nedenidir (Cui vd. 2019).

Piştirme işlemi sırasında ısı kollajeni jelatine dönüştürmekte bu da kasın yumuşamasını sağlamaktadır. Çeşitli çalışmalarda piştirme işleminin cephalopod kaslarında tekstürel değişimlere neden olduğu bildirilmiştir (Kugino ve Kugino 1994; Stanley ve Hultin, 1982; Kolodziejska vd. 1987). İki farklı piştirme yöntemi ile (buhar

fırınında ve süper ısıtılmış buharla) pişirilmiş kalamar (*Todarodes pacificus*) da 20.22 g olan çiğ kalamar sertlik değerinin buhar fırınında pişmiş örneklerde 2.70, süper ısıtılmış buharda pişmiş örneklerde 2.13'e düşmüştür (Sutikno vd. 2019).

Elde edilen sertlik değerlerini pişirme sıcaklığı açısından değerlendirdiğimizde, istatistik analiz sonuçlarına göre bir farklılık görülmemekle birlikte oransal olarak 80°C'de pişirilen örneklerde daha yüksek sertlik değerleri elde edilmiştir. Pişirme işlemi sırasında, miyofibriler proteinler kalamar kasındaki dokusal değişikliklerle ilişkili olabilecek denatürasyon ve/veya hidrolize uğrayabilmektedir. Isıl işlemde 40-60°C'de meydana gelen yapısal değişimler lif eksenlerinin tersine büzülmesi ile tanımlanmıştır. Liflerin enine büzülmesinin 35-45°C'de başladığı ve daha sonra sıcaklığın bir fonksiyonu olarak neredeyse doğrusal olarak arttığı, bağ dokusunun ise 60°C'de kendiliğinden küçülmeye başladığı ve 65°C'den sonra daha da büzüldüğü bildirilmiştir. Pişirme sıcaklığının artışı ile etin sertliğinin arttığı, 40-50°C de ise keskin bir artış olduğu, 50-60°C'de hafif bir düşüş gösterdiği ya da plato yaptığı ve 65°C'de artışın ikinci fazının görüldüğü belirtilmiştir (Tornberg 2005). Yapılan diğer çalışmalarda ise kas proteinlerinin termal denatürasyonunun 40-80°C arasında gözlemlendiği bildirilmiştir (Bell vd. 2001; Ofstad vd. 1996). Daha yüksek sıcaklıklarda daha hızlı protein denatürasyonu ve sonuç olarak daha hızlı tekstürel değişimler gözlenmiştir (Kong vd. 2007). Raman ve Mathew (2015) kalamarı (*Loligo duvauceli*) farklı sıcaklıklarda (45-90°C) pişirdiklerinde 70°C'de pişirmenin manto kasında maksimum sululukla optimum tekstüre sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Su banyosunda 90°C ve 100°C'de ve otoklavada 110°C ve 120°C'de olmak üzere 4 farklı sıcaklıkta 5-160 dakika arasında farklı sürelerde pişirilen kocabaş sazan balığını pişirmenin ilk 5-15 dakikasında tüm sıcaklıklarda sertlik değerlerinde belirgin bir artış, daha sonra ise düşüş gözlenmiştir. Başlangıçtaki artışın proteinin termal denatürasyonuna bağlı olarak kas liflerinin rastgele agregasyon (toplanması) ve dehidrasyonunun bir sonucu olarak etin sertleşmesine yol açmasından kaynaklandığı, sonraki düşüşün ise kollajenin çözünmesi nedeniyle kas liflerinin gevşemesinden kaynaklandığı düşünülmüştür (Jiang vd. 2018). Aynı çalışmada pişirme süresinin ilerleyen dakikalarında yeni bir yükselme belirlenmiş olup, bu pikin protein agregasyonundan kaynaklandığı belirtilmiştir. Nitekim yapılan başka çalışmalarda pişirme işlemi sırasında kollajenin jelatine dönüşmesi sonucunda pişirme sıcaklık ve süresindeki artışla birlikte kollajen çözünürlüğünün ve dolayısıyla kasta yumuşamanın arttığı bildirilmiştir (Penfield ve Meyer 1975; Paul 1973; Williams vd. 1983; Vasanthi vd. 2007). Del Pulgar vd. (2012) 60°C'de 5 ila 12 saatlik bir işlemin etin sertlik (hardness), yapışkanlık (adhesiveness), esneklik (springiness), bağlılık (cohesiveness) veya çiğnenebilirlik (chewiness) değerlerinde önemli değişiklikler üretmezken 80°C'de 5-12 saatlik pişirmede bu parametrelerde oldukça belirgin azalma tespit etmişlerdir. Şekil 4.7'de görüldüğü gibi diğer çalışmalarla benzer pikler izlenmektedir. Her iki sıcaklıkta pişirme sonrası önemli bir düşme daha sonra hafif bir yükselme ve sonra tekrar düşme şeklindeki değişim bildirilen çalışma sonuçları ile benzerdir.

Çalışma sonuçlarımızı pişirme süresi açısından değerlendirdiğimizde, çiğ örneğin 30 dakikalık pişirilmesinden sonra sertlik değerlerinde önemli bir düşme görülmektedir. Bu düşüş 80°C'de pişirilen örneklerde 60°C'de pişirilenlerden daha fazla gerçekleşmiştir. Pişirme işlemi 60 dakika olduğunda küçük bir pik yaparak hafif bir yükselişe geçmiş, 120 dakikalık pişirmede ise yeniden düşmüştür. Genel olarak

pişirme süreleri değerlendirildiğinde en düşük sertlik değerleri en uzun pişirme süresi ile elde edilmiştir. Torres-Arreola vd. (2018) bizim sonuçlarımıza benzer sonuçlar bildirmişlerdir. Bu araştırmacılar Jumbo kalamarı (*Dosidicus gigas*) manto kasının 100°C’de pişirilmesi esnasında, pişirmenin ilk 10 dakikasında kesme kuvvetinde önemli bir düşüş belirlerken, 20 dakika sonra önemli bir yükselme ve 30 dakikada ise tekrar düşme gözlemlenmiştir.

4.6.2. Yapışkanlık (adhesiveness) değerleri bulguları

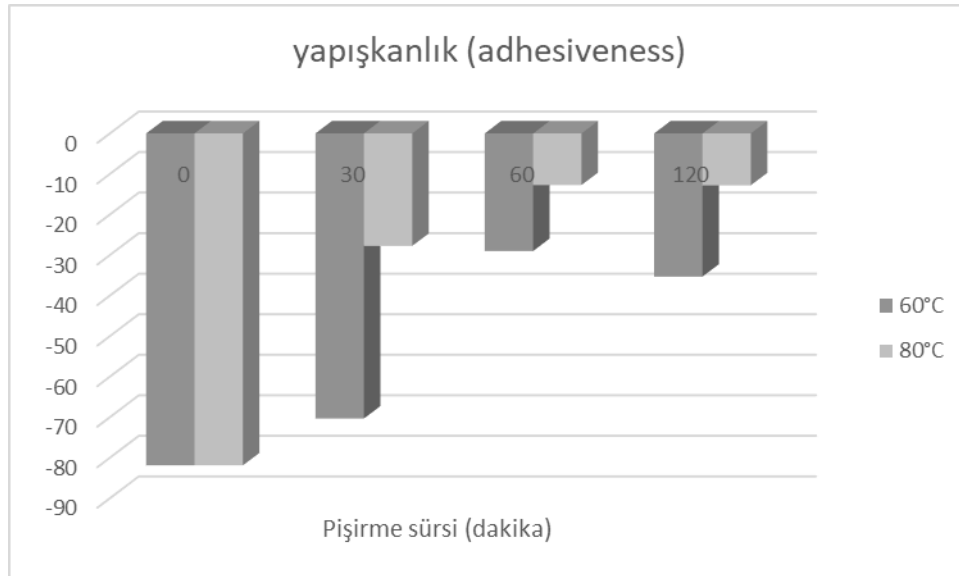
Kalamar gruplarına ait yapışkanlık (adhesiveness) değerlerine ait ortalamaları Çizelge 4.21’de ve Şekil 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Kalamar grupları yapışkanlık (adhesiveness) ölçüm değerleri

Pişirme Süresi (Dakika)	Pişirme sıcaklığı)	
	60°C	80°C
0	-81.88 ± 74.51 ^{ax}	-81.88 ± 74.51 ^{ax}
30	-70.34 ± 24 ^{ax}	-27.77 ± 8.48 ^{ax}
60	-29.00 ± 17 ^{bax}	-12.73 ± 3.34 ^{by}
120	-35.34 ± 14 ^{ax}	-12.81 ± 13 ^{bx}

Değerler ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir

Aynı sütunda yer alan harfler (a, b, c) ve aynı satırda yer alan harfler (x, y) farklı olduğunda aynı sütun ya da satırdaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.8. Kalamar gruplarına ait yapışkanlık (adhesiveness) değerleri

Farklı sıcaklık ve farklı sürelerde pişirilmiş olan kalamarların yapışkanlık (adhesiveness) değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.23’de Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.24’de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Kalamarların yapışkanlık (adhesiveness) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Piştirme sıcaklığı	1	3311.352200	14.75**
Piştirme süresi	2	1428.882230	6.37*
Piştirme sıcaklığı x piştirme süresi	2	283.327110	1.26
Hata	12	224.488067	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli (*) p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.24. Kalamarların yapışkanlık (adhesiveness) değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Yapışkanlık (adhesiveness) değerleri	
Piştirme sıcaklığı (°C)	
60	-44.9 ^b
80	-17.774 ^a
Piştirme süresi (dak)	
30	-49.06 ^b
60	-20.870 ^a
120	-24.082 ^a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir

Yapışkanlık (adhesiveness) bir gıdanın çiğnendiği zaman dişlere yapışma kabiliyeti olarak tanımlanır. TPA ölçümünde yapışkanlık gıda yüzeyi ile baskı plakası arasındaki çekim kuvvetini aşmak için gerekli olan iş olup ilk sıkıştırma işleminden sonra TPA grafiğindeki negatif alan olarak ifade edilmektedir. Diğer bir ifade ile örnek ve prob arasındaki yapışkan kuvvetlerin üstesinden gelmek için gereken iştir. Yapışkanlık, ilk ısırık için negatif kuvvet alanı olarak tanımlanır ve bir yiyeceğin yüzeyi ile yiyeceğin temas ettiği diğer malzemelerin yüzeyi arasındaki cazip kuvvetlerin üstesinden gelmek için gereken işi temsil eder (Chandra ve Shamasundar 2015).

Yapışkanlık (adhesiveness) değerleri için piştirme sıcaklığı önem (p<0.05) teşkil etmektedir. Piştirme sıcaklıkları karşılaştırıldığında 60°C’de pişirmede 80°C’den daha yüksek yapışkanlık değerleri elde edilmiştir. Piştirme süresi açısından yapışkanlık değerlerini değerlendirdiğimizde maksimum yapışkanlık değeri 60 dakikalık piştirme süresinde elde edilmiştir. 30 ve 120 dakikalık piştirme süreleri arasında yapışkanlık değerleri açısından istatistiksel bir fark gözlenmemiştir. Daha yüksek yapışkanlık değeri yumuşak doku anlamına gelmektedir (Chandra ve Shamasundar 2015). Bu da bize

kalamarların sous-vide pişirilmesinde 60°C sıcaklık ve 60 dakika sürenin tekstürel açıdan en uygun kombinasyon olduğunu göstermektedir.

4.6.3. Esneklik (springiness) ölçümleri

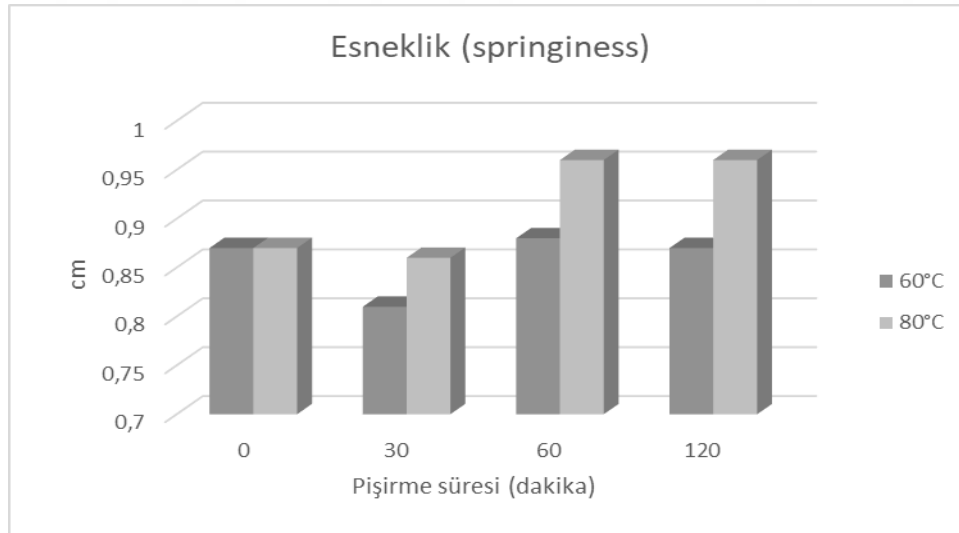
Farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilmiş kalamarlara ait esneklik (springiness) değerlerine ait ortalamaları Çizelge 4.25’de ve Şekil 4.9’de verilmiştir.

Çizelge 4.25. Farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilmiş kalamarların esneklik (springiness) ölçüm değerleri (cm)

Pişirme Süresi (Dakika)	Pişirme sıcaklığı	
	60°C	80°C
0	0.87 ± 0.06 ^{ax}	0.87 ± 0.06 ^{ax}
30	0.88 ± 0.07 ^{ax}	0.96 ± 0.005 ^{ax}
60	0.81 ± 0.01 ^{ax}	0.86 ± 0.05 ^{ax}
120	0.87 ± 0.06 ^{ax}	0.96 ± 0.005 ^{ax}

Değerler ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir

Aynı sütunda yer alan harfler (a, b, c) ve aynı satırda yer alan harfler (x, y) farklı olduğunda aynı sütun ya da satırdaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.9. Kalamar gruplarına ait esneklik (springiness) değerleri

Farklı sıcaklık ve farklı sürelerde pişirilmiş olan kalamarların esneklik (springiness) değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.26’da Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.27’de verilmiştir.

Çizelge 4.26. Kalamarların esneklik (springiness) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Piştirme sıcaklığı	1	0.02087606	8.82*
Piştirme süresi	2	0.01263117	5.34*
Piştirme sıcaklığı x piştirme süresi	2	0.00084406	0.36
Hata	12	0.00236683	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli (*) p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.27. Kalamarların esneklik (springiness) değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Esneklik (springiness) değerleri	
Piştirme sıcaklığı (°C)	
60	0.85878 ^b
80	0.92689 ^a
Piştirme süresi (dak)	
30	0.92267 ^b
60	0.84 ^a
120	0.91583 ^a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir

TPA’daki esneklik (springiness), ilk ısırmanın sonu ve ikinci ısırmanın başlangıcı sırasında geçen süre boyunca gıdanın topladığı yükseklikle ilgilidir. Esneklik (springiness) ikinci sıkıştırma sırasında örnek yüksekliğine bölünen mm cinsinden aktif bir deformasyon uzunluğudur. Örneğin orijinal yükseklik ve kalınlığa geri döndüğü algılanan derece ve hızdır. Esneklik yüksekse, ağızda daha fazla çiğneme enerjisi gerektirir (Rahman ve Al-Mahrouqi 2009).

Çizelgeler incelendiğinde piştirme sıcaklığı ve piştirme süresinin esneklik değerleri üzerinde önemli etkisi (p<0.05) olduğu görülmektedir. Piştirme sıcaklıkları karşılaştırıldığında 80°C’de pişirmede 60°C’de pişirmeye göre daha yüksek esneklik değerleri elde edilmiştir. Piştirme süreleri karşılaştırıldığında 60 dakikalık pişirmede minimum esneklik değerlerinin elde edildiği, 30 ve 120 dakikada daha yüksek değerler elde edildiği görülmektedir. 30 ve 120 dakikalık piştirme sürelerinde benzer esneklik değerleri elde edilmiştir. Esnekliğin yüksek olması daha fazla çiğneme enerjisi gerektirdiğine göre sıcaklık artışı esnekliği azaltmıştır. Benzer şekilde Cui vd. (2019) piştirme sıcaklığının 55-65°C olduğunda, kalamar kası esnekliğinin değiştiğini ve sıcaklık 75°C’ye yükseltildiğinde kalamarın kas esnekliğinin önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir. Isıtma sıcaklığı arttıkça miyofibriller proteinin bozulmaya başlaması ve

lif yapısının bulanıklaşması nedeniyle kalamarın kas esnekliğinin azaldığını belirtmişlerdir. Yine benzer şekilde İki farklı pişirme yöntemi ile (buhar fırınında ve süper ısıtılmış buharla) 220-260°C arasındaki sıcaklıklarda pişirilmiş kalamar (*Todarodes pacificus*) da her iki pişirme işlemi de esneklik (springiness) değerlerinde artışa neden olmuştur (Sutikno vd. 2019). Esnekliğin azalması anlamına gelen bu sonuçlar yüksek sıcaklık etkisiyle gerçekleşmiştir. Bu durumda çalışmamızda uyguladığımız 60°C sıcaklık ve 60 dakikalık süre kalamar kasının tekstürü açısından uygun parametreler olarak görülmektedir.

4.6.4 Bağlılık (cohesiveness) ölçümleri

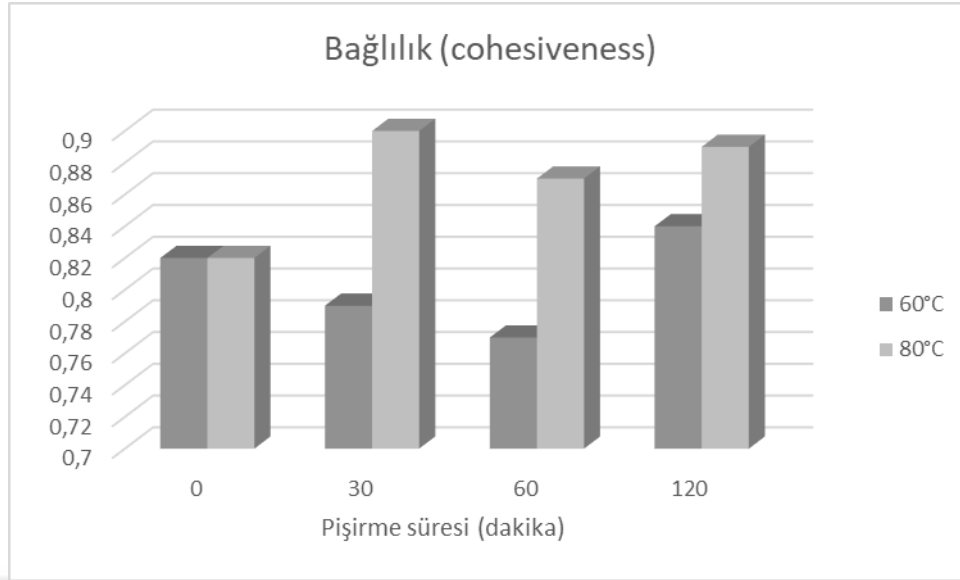
Farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilmiş kalamarlara ait bağlılık (cohesiveness) değerlerine ait ortalamaları çizelge 4.28’de ve Şekil 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.28. Farklı sıcaklık ve sürede pişirilmiş kalamarların bağlılık (cohesiveness) değerleri ortalamaları

Pişirme Süresi (Dakika)	Pişirme sıcaklığı	
	60°C	80°C
0	0.82 ± 0.05 ^a	0.82 ± 0.05 ^a
30	0.79 ± 0.02 ^{ax}	0.90 ± 0.01 ^{by}
60	0.77 ± 0.02 ^{ax}	0.87 ± 0.005 ^{aby}
120	0.84 ± 0.07 ^{ax}	0.89 ± 0.02 ^{abx}

Değerler ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir

Aynı sütunda yer alan harfler (a, b, c) ve aynı satırda yer alan harfler (x, y) farklı olduğunda aynı sütun ya da satırdaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.10. Kalamar gruplarına ait bağlılık (cohesiveness) değerleri

Farklı sıcaklık ve farklı sürelerde pişirilmiş olan kalamarların bağlılık (cohesiveness) değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.29'da Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Çizelge 4.29. Kalamarların bağlılık (cohesiveness) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Piştirme sıcaklığı	1	0.03555556	26.40**
Piştirme süresi	2	0.00314572	2.34
Piştirme sıcaklığı x piştirme süresi	2	0.00113672	0.84
Hata	12	0.00134683	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli (*) p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.30. Kalamarların bağlılık (cohesiveness) değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Bağlılık (cohesiveness) değerleri	
Piştirme sıcaklığı (°C)	
60	0.8040 ^b
80	0.89289 ^a
Piştirme süresi (dk.)	
30	0.85383 ^a
60	0.82333 ^a
120	0.86817 ^a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir

Bağlılık (cohesiveness), fiziksel bakış açısıyla bir maddenin kırılmadan önce deforme olabilirliğinin ölçüsü, duyuşal bakış açısıyla ise bir maddenin kırılmadan önce dışlar arasında sıkıştırılma derecesi olarak tanımlanmaktadır (Szczeniak, 2002). Bağlılık örnekteki iç bağların gücünü ifade eder. İkinci döngüdeki enerjilerin birincisine göre oranıdır. Bağlılık ölçümünün amacı, ölçülen örneğin ilk sıkıştırmadan sonraki davranışına kıyasla ikinci sıkıştırmaya nasıl dayanacağı hakkında bilgi vermektir. Kohesif ürünler, dış gerilmeye, kompresyona veya gerilmeye maruz kaldığında dayanımlarından sorumlu olan yapısal bütünlüğe sahiptirler. Bu ürünler, bazı sıkıştırma veya çekme gerilimi altında kendi kendine yapışabilme özelliğine sahiptir (Bourne 2002).

Çalışmamızda pişirme işleminin bağlılık değerleri üzerinde önemli ($p < 0.01$) etkisi belirlenmiştir. Ancak bu etki 80°C 'de görülmüştür. 60°C 'de pişirilen kalamar örneklerinin bağlılık değerleri çiğ örneklerinin bağlılık değerlerinden farklı bulunmamıştır. Pişirme süresi ise bağlılık değerlerini önemli derecede ($p > 0.05$) etkilememiştir. Barbanti vd. (2003) de benzer sonuçlar bildirmişlerdir. Bu araştırmacılar basınç altında farklı sıcaklık ve sürelerde pişirdikleri mürekkep balığının bağlılık değerlerinin sıcaklık artışı ile arttığını ancak pişirme sürelerinin etkisi olmadığını belirlemişlerdir.

Abdulhameed vd. (2016) süper ısıtılmış buhar fırınında farklı sıcaklıklarda (150 , 160 , 170 , 180 , 190 , ve 200°C) pişirilen sosislerde pişirme sıcaklığına orantılı olarak bağlılık değerlerinde zamanla kademeli bir azalma olduğunu belirlemiştir.

4.6.5 Sakızimsılık (gumminess) değerleri bulguları

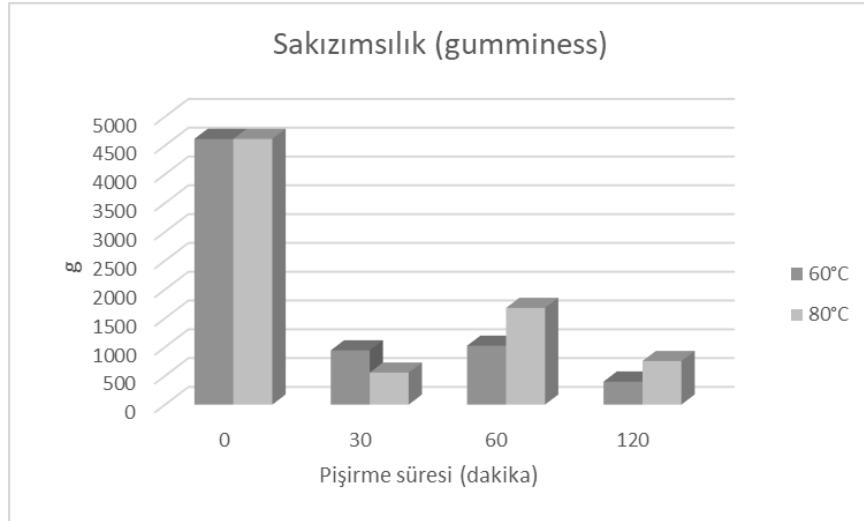
Farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilmiş kalamarlara ait sakızimsılık (gumminess) değerlerine ait ortalamaları çizelge 4.31'de ve Şekil 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Farklı sıcaklık ve sürede pişirilmiş kalamarların sakızimsılık (gumminess) değerleri ortalamaları (g)

Pişirme Süresi (Dakika)	Pişirme sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)	
	60	80
0	$4612.5 \pm 630^{\text{ax}}$	$4612.5, \pm 630^{\text{ax}}$
30	$942.4 \pm 229^{\text{bx}}$	$555.73 \pm 96^{\text{bx}}$
60	$1023.11 \pm 512^{\text{bx}}$	$1679.04 \pm 452^{\text{cx}}$
120	$399.76 \pm 135^{\text{bx}}$	$755.99 \pm 630^{\text{bx}}$

Değerler ortalama $\pm$ standart sapmayı ifade etmektedir

Aynı sütunda yer alan harfler (a, b, c) ve aynı satırda yer alan harfler (x, y) farklı olduğunda aynı sütun ya da satırdaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.11. Farklı sıcaklık ve sürede pişirilmiş kalamarların sakızımsılık (gumminess) değerleri

Farklı sıcaklık ve farklı sürelerde pişirilmiş olan kalamarların sakızımsılık (gumminess) değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.32’de Duncan Çoklu Karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.33’de verilmiştir.

Çizelge 4.32. Kalamarların sakızımsılık (gumminess) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Piştirme sıcaklığı	1	138076.877	0.92
Piştirme süresi	2	857045.711	5.71*
Piştirme sıcaklığı x piştirme süresi	2	370069.505	2.46
Hata	12	150144.794	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli (*) p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.33. Kalamarların sakızımsılık (gumminess) değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Sakızımsılık (gumminess) değerleri	
Piştirme sıcaklığı (°C)	
60	788.4 ^a
80	963.6 ^a
Piştirme süresi (dk.)	
30	749.1 ^b
60	1301.1 ^a
120	577.9 ^b

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir

Sakızimsılık (gumminess) yarı katı bir yiyeceği yutmaya hazır olana kadar parçalamak için gereken enerji olarak tanımlanmaktadır. TPA ölçümlerinde ikincil bir parametre olup yarı katı gıda maddelerini parçalamak için gerekli enerji miktarını göstermektedir.

Çalışmamızda pişirme işleminin sakızimsılık üzerinde önemli etkisi görülmüştür. Her iki sıcaklıkta pişirilen örneklerin sakızimsılık değerleri çiğ örneklerinkinden daha düşük bulunmuştur. Pişirme sıcaklığının sakızimsılık değerleri üzerinde önemli ($p>0.05$) bir etkisi gözlenmese de oransal olarak 80°C’de pişirilen örneklerin sakızimsılık değerleri daha yüksek görünmektedir. Kocabaş sazan balığı 90°C ve 100°C’de su banyosunda ve 110°C ve 120°C’de otoklavada olmak üzere 4 farklı sıcaklıkta 5-160 dakika arasında farklı sürelerde pişirilmiştir. Çalışma sonucunda en yüksek sakızimsılık değerleri 90°C’de pişirilen örneklerde belirlenirken en düşük değerler 120°C’de pişirilen örneklerde belirlenmiştir (Jiang vd. 2018). İki farklı pişirme yöntemi ile (buhar fırınında ve süper ısıtılmış buharla) pişirilmiş kalamarda (*Todarodes pacificus*) her iki pişirme işlemi de sakızimsılık, değerlerinde artışa neden olmuştur (Sutikno vd. 2019). Abdulhameed vd. (2016) süper ısıtılmış buhar fırınında farklı sıcaklıklarda (150, 160, 170, 180, 190, ve 200°C) pişirilen sosislerde pişirme sıcaklığı ve süresindeki artışla birlikte sakızimsılık değerlerinde azalma belirlemişlerdir. Çalışmamızda en düşük sakızimsılık değerleri 120 dakika pişirilen örneklerde saptanmıştır.

4.6.6 Çiğnenebilirlik (chewiness) değerleri bulguları

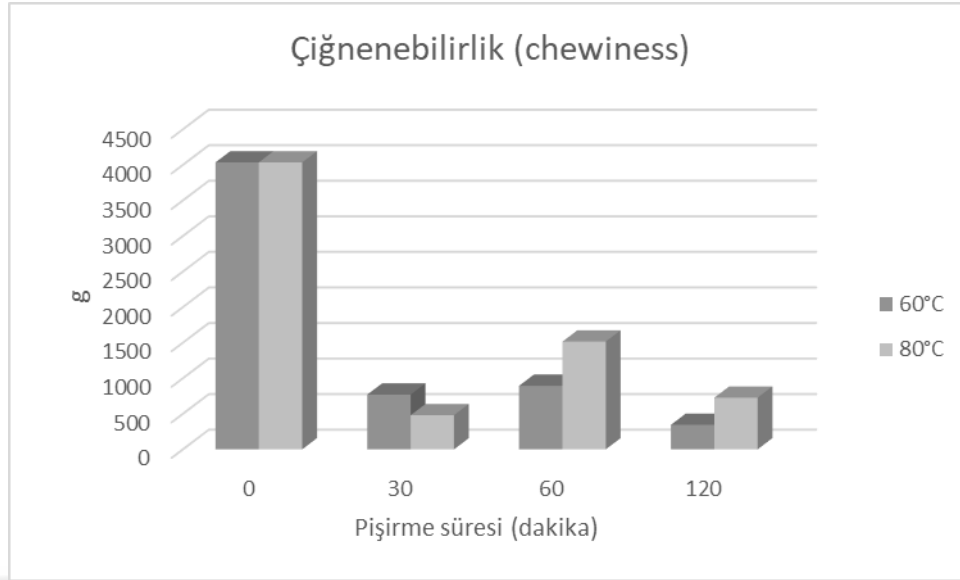
Kalamar gruplarına ait çiğnenebilirlik (chewiness) değerlerine ait ortalamaları çizelge 4.34’de ve Şekil 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.34. Farklı sıcaklık ve sürede pişirilmiş kalamaların çiğnenebilirlik (chewiness) değerleri ortalamaları (g)

Pişirme Süresi (Dakika)	Pişirme sıcaklığı	
	60°C	80°C
0	4035.76 ± 805.55 ^{ax}	4035.76 ± 805.55 ^{ax}
30	770.30 ± 179 ^{bx}	480.6 ± 104 ^{bx}
60	345.43 ± 108 ^{bx}	726.89 ± 608 ^{bx}
120	894.48 ± 441 ^{bx}	1515.53 ± 385 ^{bx}

Değerler ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir

Aynı sütunda yer alan harfler (a, b, c) ve aynı satırda yer alan harfler (x, y) farklı olduğunda aynı sütun ya da satırdaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.12. Kalamarların çiğnenebilirlik (chewiness) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Farklı sıcaklık ve farklı sürelerde pişirilmiş olan kalamarların çiğnenebilirlik (chewiness) değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.35’de Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.36’da verilmiştir.

Çizelge 4.35. Kalamarların çiğnenebilirlik (chewiness) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Piştirme sıcaklığı	1	254040.970	1.98
Piştirme süresi	2	791204.005	6.17*
Piştirme sıcaklığı x piştirme süresi	2	334335.771	2.61
Hata	12	128274.393	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli (*) p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.36. Kalamarların çiğnenebilirlik (chewiness) değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Çiğnenebilirlik (chewiness) değerleri	
Piştirme sıcaklığı (°C)	
60	670.1 ^a
80	907.7 ^b
Piştirme süresi (dk.)	
30	625.5 ^b
60	536.2 ^b
120	1205 ^a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir

Çiğnenebilirlik (chewiness), insan ağızındaki yiyecekleri çiğnemenin zorluğunu yansıtır. Çiğneme değeri ne kadar büyük olursa, yemek yeme sürecinde o kadar zahmetli olur.

Çalışmamızda pişirme işlemi sonrasında çiğnenebilirlik değerlerinde önemli düşüşler belirlenmiştir. Bu sonuç, daha iyi bir çiğnenebilirliğin ve daha iyi bir tekstürün göstergesidir. Pişirme sıcaklıkları açısından sonuçlar değerlendirildiğinde sıcaklıktaki artışın çiğnenebilirlik değerlerinde artışa neden olduğu ve 80°C’de pişirilen örneklerin 60°C’de pişirilenlerden daha yüksek çiğnenebilirlik değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Bu sonuç 60°C’nin tekstür açısından daha uygun bir sıcaklık olduğunu göstermektedir. Pişirme süresi açısından sonuçları değerlendirdiğimizde ise pişirme süresindeki artışın çiğnenebilirliği azalttığı görülmektedir. İki farklı pişirme yöntemi ile (buhar fırınında ve süper ısıtılmış buharla) pişirilmiş kalamar (*Todarodes pacificus*) da her iki pişirme işlemi de çiğnenebilirlik (chewiness) değerlerinde artışa neden olmuştur (Sutikno vd. 2019). Çünkü bildirilen çalışmada pişirme işlemleri 220-260°C’lerde gerçekleştirilmiştir. Abdulhameed vd. (2016) ise süper ısıtılmış buhar fırınında farklı sıcaklıklarda (150, 160, 170, 180, 190, ve 200°C) pişirilen sosislerde pişirme sıcaklığı ve süresindeki artışla birlikte çiğnenebilirlik değerlerinde azalma belirlemişlerdir. Tüm bu sonuçlar çalışma bulgularımızı destekler niteliktedir.

4.6.7 Kesme kuvveti (shear) bulguları

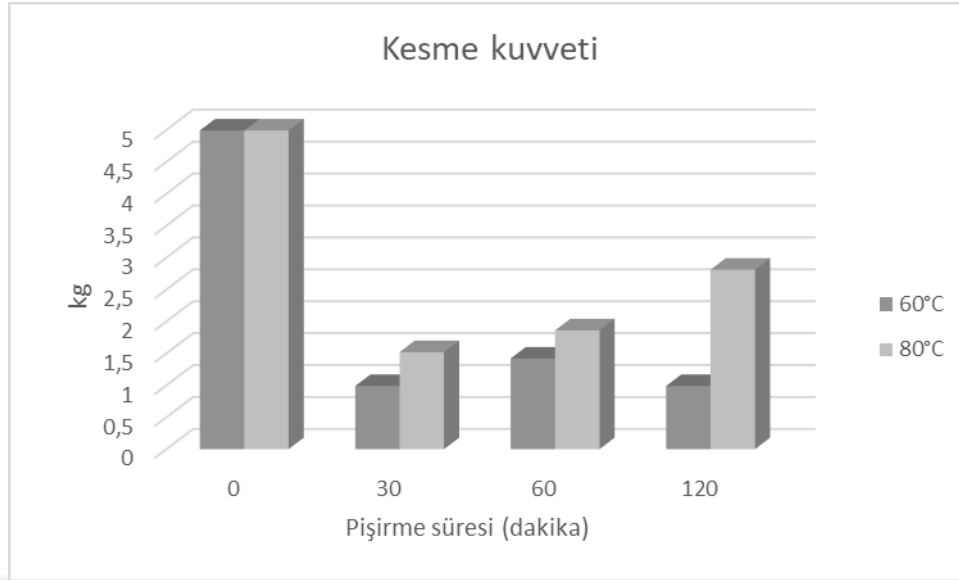
Farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilmiş kalamlara ait kesme kuvveti değerlerine ait ortalamaları çizelge 4.37’de ve Şekil 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4.37. Farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilmiş kalamların tekstür kesme değerleri

Pişirme Süresi (Dakika)	Pişirme sıcaklığı	
	60°C	80°C
0	4.99 ± 1.07 ^{ax}	4.99 ± 1.07 ^{ax}
30	0.99 ± 0.13 ^{bx}	1.52 ± 0.21 ^{bx}
60	1.42 ± 0.11 ^{bx}	1.86 ± 0.24 ^{bx}
120	0.99 ± 1.03 ^{bx}	2.81 ± 0.15 ^{cy}

Değerler ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir

Aynı sütunda yer alan harfler (a, b, c) ve aynı satırda yer alan harfler (x, y) farklı olduğunda aynı sütun ya da satırdaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir



Şekil 4.13. Farklı sıcaklık ve sürede pişirilmiş kalamarların kesme kuvveti değerleri ortalamaları

Farklı sıcaklık ve farklı sürelerde pişirilmiş olan kalamarların kesme kuvveti değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.38’de Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.39’da verilmiştir.

Çizelge 4.38. Kalamarların kesme kuvveti değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Piştirme sıcaklığı	1	24.0000000	153.57**
Piştirme süresi	2	0.62926667	24.89**
Piştirme sıcaklığı x piştirme süresi	2	0.89535556	35.41**
Hata	12	0.02528333	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli (*) p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.39. Kalamarların kesme kuvveti değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Kesme kuvveti değerleri	
Piştirme sıcaklığı (°C)	
60	1.13556 ^b
80	2.06444 ^a
Piştirme süresi (dakika)	
30	1.25667 ^c
60	1.64333 ^b
120	1.90000 ^a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir

Kesme kuvveti, newton veya kilogram cinsinden kaydedilen maksimum kuvvet olarak hesaplanmaktadır (Cardenas ve Olivera 2016). Kesme kuvveti ile sıklık (toughness) ölçülmektedir. Sıklığı kontrol eden kas bileşenleri, miyofibriler proteinler ile bağ doku proteinlerinden kollajen ve elastindir. Isıtma sırasında farklı et proteinleri denatüre olur ve ette hücre zarlarının tahrip edilmesi, et liflerinin büzülmesi, miyofibriler ve sarkoplazmik proteinlerin birikmesi ve çözünürlüğü ve bağ dokusunun büzülmesi ve çözünürlüğü gibi yapısal değişikliklere neden olurlar. Bağ dokuda ısı kaynaklı değişiklikler yumuşatıcı etkiye sahipken, pişirme sırasında miyofibriler proteinlerin sertleşmesi sertleştirici bir etkiye neden olmaktadır. Isıl işlem sonucunda bağ doku proteinlerinin ve özellikle kollajenin çözünürlüğünün artması yumuşatıcı etkiyi arttırmakta, miyofibriler proteinler ise ısı etkisi ile denatüre olduğundan sertlikte artışa neden olmaktadır (Nikmaram vd. 2011).

Çalışmamızda pişirme işlemi sonrasında kesme kuvveti değerlerinde önemli bir azalma görülmüştür. Kesme kuvveti değerlerindeki bu azalma muhtemelen ısıl işlemle kas liflerinin yapısının gevşetilmesi ve miyofibriler ile bağ dokunun kollajeni arasındaki bağlantıların ortadan kalkmasıyla meydana gelmiştir. Xu vd. (2016) farklı sıcaklıklarda pişirilen karideslerin kesme kuvvetindeki azalmanın muhtemelen miyofibriler proteinlerin bozunması ve yüksek sıcaklıkta kollajen jelasyonu ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Pietrasik vd. (2005) sığır kaslarının 45 dakika ve 90 dakika boyunca 55°C'de pişirilmesinin ardından 71°C'lik bir iç sıcaklığa kadar pişirmenin kesme kuvveti değerlerini önemli ölçüde azalttığını bildirmiştir. Torres-Arreola vd. (2018) jumbo kalamarını (*Dosidicus gigas*) 100°C'de 10, 20 ve 30 dakika gibi üç farklı sürede pişirdikleri bir çalışmada, pişirme işlemi sonrası kesme kuvveti değerlerinde önemli azalma belirlemişlerdir. Kalamarın 100°C'de pişirilmesi esnasında, pişirmenin ilk 10 dakikasında kesme kuvvetinde önemli bir düşüş belirlenirken, 20 dakika sonra önemli bir yükselme ve 30 dakikada ise tekrar düşme gözlenmiştir.

Pişirme sıcaklığının kesme kuvveti üzerinde önemli bir etkisi bulunmaktadır. Christensen vd. (2000) farklı sıcaklıklarda (40, 50, 60, 70 ve 80°C) pişirmede 40-50°C arasında kesme kuvvetinde artış, 50-60°C arasında azalış ve 60°C'den sonra ise yeniden artış belirlemişlerdir. Et sıklığındaki (toughness) ilk artışın muhtemelen bağ dokusunun termal büzülmesinden kaynaklandığını, ikinci artışın ise miyofibriler proteinlerin ısı denatürasyonundan kaynaklanmış olabileceğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Li vd. (2013) kesme kuvveti değerlerinde 40-50°C arasında artış, 50-60°C arasında azalış 60-70°C'den sonra ise tekrar artış saptamışlardır. Çalışmamızda da pişirme sıcaklığı kesme kuvveti değerleri üzerinde önemli ($p<0.01$) etki göstermiştir. Pişirme sıcaklığının artması ile kesme kuvvetinde de artış kaydedilmiştir. Ancak çalışmamızda elde edilen kesme kuvveti değerleri sayısal olarak literatürde belirtilen değerlerden düşük seviyededir. Bu farklılık çalışma örneklerimizin sous-vide tekniği ile pişirilmiş olmasıdır. Garcia-Segovia (2007)] geleneksel yöntemle pişirdiği sığır etlerinde 60-80°C'de pişirmede kesme kuvvetinde artış belirlerken sous-vide tekniği ile pişirilen örneklerde azalma belirlemişlerdir. Geleneksel pişirmedeki artış, kas içi kollajenin denatürasyonuna veya farklı çalışmalarla pişirme nedeniyle miyofibriler yapıdaki değişikliklere atfedilmiştir. Oysa sous-vide pişirmede bağ dokusu (endomysium) yapılarının daha dağınık olduğu ve miyofiber-sarkoplazmanın kompakt olmadığı. Bu farkın, sous-vide pişirmede daha büyük kollajen çözünürlüğü ve daha küçük bir agregasyonla jel oluşumu ile açıklanabileceğini belirtmişlerdir. Sous-vide pişirmede 70°C'ye ısıtma torbanın içinde doymuş bir buhar ve hafif bir aşırı basınç oluşturmakta

ve bu doymuş buhar atmosferi sarkoplazmik proteinlerin ve myosinin daha fazla açılmasına ve denatürasyonuna ve ayrıca lifli yapının kırılması ve daha büyük bir kollajen çözünürlüğüne neden olmaktadır (Tornberg 2005).

Piştirme süresi açısından çalışma örneklerimizi değerlendirdiğimizde, piştirme süresindeki artışla birlikte kesme kuvveti değerleri de artmış yani sıklık artmıştır. Vasanthi vd. (2007) farklı sıcaklık (80-100°C) ve sürelerde (30-60 min) su banyosunda pişirdikleri buffalo etinde sıcaklık ve süredeki artışla birlikte kesme kuvvetinde azalma saptamışlar ve bu azalmanın sıcaklıktaki artışla birlikte kollajen çözünürlüğündeki artıştan kaynaklanmış olabileceğini bildirmişlerdir.

4.7. Duyusal Analiz Bulguları

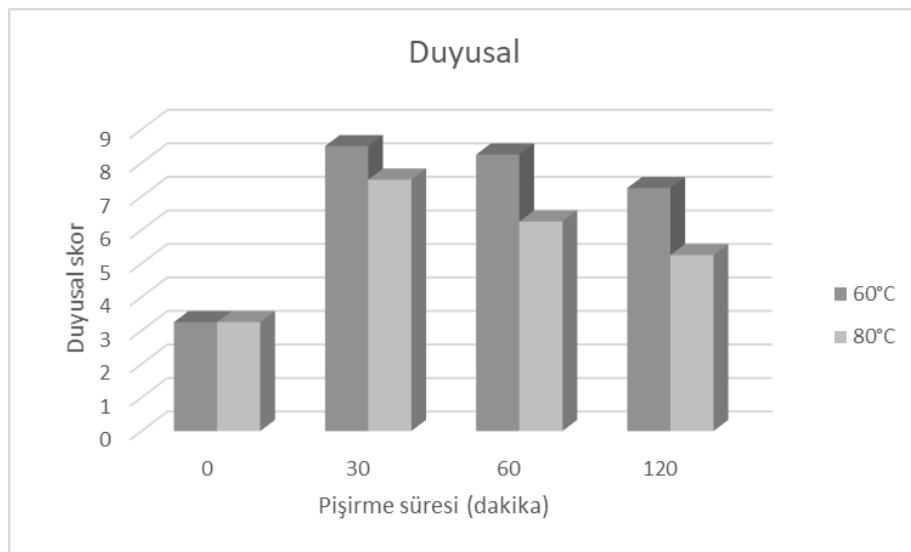
Farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilmiş kalamarlara ait duyusal analiz bulguları ait ortalamaları çizelge 4.40'da ve Şekil 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.40. Farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilmiş kalamarlara ait duyusal skorlar

Piştirme Süresi (Dakika)	Piştirme sıcaklığı	
	60°C	80°C
0	3.25 ± 0.5 ^{ax}	3.25 ± 0.5 ^{ax}
30	8.5 ± 0.57 ^{b ax}	6.25 ± 0.95 ^{by}
60	8.25 ± 0.5 ^{b cx}	7.5 ± 1.0 ^{bx}
120	7.25 ± 0.5 ^{bx}	5.25 ± 1.89 ^{cy}

Değerler ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir

Aynı sütunda yer alan harfler (a, b, c) ve aynı satırda yer alan harfler (x, y) farklı olduğunda aynı sütun ya da satırdaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.14. Farklı sıcaklık ve sürede pişirilmiş kalamarları duyusal analiz sonuçları

Farklı sıcaklık ve farklı sürelerde pişirilmiş olan kalamarların duyu analizi değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.41’de Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.42’de verilmiştir.

Çizelge 4.41. Kalamarların duyu analizi değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Piştirme sıcaklığı	1	16.32017544	14.67**
Piştirme süresi	2	4.6666667	4.28*
Piştirme sıcaklığı x piştirme süresi	2	1.32916667	1.19
Hata	17	1.112745	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli (*) p<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.42. Kalamarların duyu analizi değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Duyu analizi değerleri	
Piştirme sıcaklığı (°C)	
60	8.09 ^a
80	6.33 ^b
Piştirme süresi (dakika)	
30	7.37 ^a
60	7.87 ^a
120	6.14 ^b

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir

Çalışma örnekleri duyu analizi olarak sertlik açısından değerlendirilmiştir. Piştirme sıcaklığının duyu analizi sertlik değerleri üzerine önemli (p<0.01) etkisi olmuştur. 60°C’de piştirilen örneklerin duyu analizi skorları 80°C’deki örneklerden daha yüksek bulunmuştur. Duyu analizi sertlik değerlerinin yüksekliği panelistlerin beğenisinin artması demektir. Bu durumda 60°C’de piştirilen kalamarlar daha çok beğeni almıştır. Piştirme süresinin de duyu analizi sertlik değerleri üzerinde önemli (p<0.05) etkisi saptanmıştır. En yüksek skorlar 60 dakika piştirilmiş örneklerde görülmüştür. Sous-vide piştirilmiş örneklerin duyu analizi sertlik değerleri normal su banyosunda piştirilmiş kontrol örneklerinden daha yüksek bulunmuştur. Sous-vide piştirme ile tekstürel açıdan daha beğenilir ürün eldesi sağlanmıştır. Duyu analizi sertlik değerleri TPA sertlik değerleri ile uyumlu olduğu görülmektedir.

5. SONUÇLAR

Çalışmamızda kalamar kasının sous-vide pişirme tekniği ile pişirilmesi sonucu tekstüründe ve diğer fiziksel özelliklerindeki değişimler incelenmiştir. Kalamar kasının tekstürü tüketici tercihi üzerinde çok önemli etki oluşturmaktadır. Kalamar kasları balık kaslarından çok farklı bir özelliğe sahiptirler. Kalamarlar sert ve sıkı bir tekstüre sahiptirler. Bu nedenle de tüketilmeleri öncesinde bir yumuşatma uygulamasıyla muamele edilmesi gereken ürünlerdir. Aksi takdirde tüketici reddi ile karşı karşıya kalmaktadırlar. Kalamar kaslarının tüketim öncesi yumuşatılması amacıyla çeşitli uygulamalar mevcuttur. Enzim uygulaması, dondurma, tamburlama gibi yöntemlerin yanında pişirme işlemi de kalamar kasının yumuşatılması amacıyla uygulanmıştır. Kalamarlar çeşitli şekillerde pişirilmektedir. Bunlar arasında kızartma, ızgara etme, haşlama ve fırında pişirme gibi yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemler çoğunlukla 100°C üzerinde sıcaklıklarda yapılmaktadır. Tez çalışması içerisinde de değinilen literatür verilerine göre pişirme sıcaklığı önemli bir etki göstermektedir. Pişirme bir yandan yumuşama sağlarken sıcaklığa bağlı olarak da aksine sertliğe de neden olabilmektedir. Bu sebeple pişirme sıcaklığının iyi ayarlanması gerekir. Ancak belirtilen pişirme yöntemleri ile sertlik oluşturmayacak sıcaklıklarda pişirme çok fazla mümkün olamamaktadır. Oysa sous-vide pişirme olarak adlandırılan vakum altında pişirme tekniği ile düşük sıcaklıklarda çalışılmaktadır.

Sous-vide tekniğinde düşük sıcaklıkta uzun süreli pişirme işlemi uygulanmaktadır. Sous-vide pişirme gıdaların lezzet, renk ve tekstür özelliklerini korumasıyla geleneksel yöntemlerden ayrılmaktadır. Gıdanın vakumlu torbalar içerisinde belli sıcaklık ve sürelerde pişirilmesi ve ardından hızlı soğutma ve soğukta muhafazayı kapsamaktadır.

Bu tez çalışmasında kalamar (*Loligo vulgaris*) sous-vide vakum torbaları kullanılarak vakum altında paketlenildikten sonra iki farklı sıcaklık (60°C ve 80°C) ve üç farklı sürede (30, 60 ve 120 dakika) sous-vide pişirme ekipmanında pişirilmiştir. Hızla soğutulan örneklerin tekstür ölçümleri ve fizikokimyasal analizleri gerçekleştirilmiştir.

Çalışma sonuçlarımıza göre sous-vide pişirme işlemi sonunda kalamar örneklerinde pişirme kayıpları belirlenmiştir. 80°C’de pişirilen örneklerde 60°C’de pişirilenlerden daha fazla pişirme kaybı tespit edilmiştir. Pişirme süresine göre pişirme kayıplarında önemli bir değişim gözlenmemiştir. Çalışmamızda saptadığımız pişirme kayıpları literatürde belirtilen diğer yöntemlerle pişirilen ürünlerde görülen pişirme kayıplarından daha düşük seviyelerde olduğu gözlenmiştir. Sonuç olarak sous-vide pişirme üründe pişirme kaybını dolayısıyla ağırlık kaybını azaltmıştır.

Yapılan pH ölçümlerinde, sous-vide pişirme işlemi sonrası 60°C’de tüm sürelerde pişirilen örneklerin ve 80°C’de 30 dakika pişirilen örneklerin pH değerlerinin çiğ örneklerden daha düşük olduğu ve 80°C’de 60 ve 120 dakika pişirilen örneklerin ise çiğ örneklerle benzer pH değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Diğer çalışmalarda pişirme sonrası pH artışları bildirilmektedir. pH artışının aminoasit yıkımlanması sonucu bazik bileşiklerden kaynaklandığı göz önüne alındığında çalışmamızda sous-vide pişirme ile düşük sıcaklıklarda çalışıldığından pH artışları gözlenmemiştir. pH artışı su ürünlerinin kalitesinin bozulmasını hızlandıran bir işlemdir. Bu bakımdan bu yöntem ile pişirme kalite korunumu da sağlamaktadır.

Çiğ kalamar örneği ile karşılaştırıldığında pişirme sonrası toplam serbest amino asit içeriğinde azalma saptanmıştır. Pişirme işlemi SAA kayıplarına neden olmuştur. Pişirme sıcaklığı ve pişirme süresi toplam serbest amino asit düzeyini etkilemiştir. Sıcaklık olarak 60°C’de, süre olarak da 60 dakika pişirme ile daha az kayıp tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda çalışma sonuçlarımızdan daha yüksek kayıplar bildirilmiştir. Bu çalışma ile sous-vide pişirmenin serbest amino asit düzeyini korumaya katkısı olduğu görülmektedir. Serbest amino asitlerin lezzet üzerindeki etkisi göz önüne alındığında bu pişirme yöntemi lezzet korunumu da sağlamıştır.

Kalamar örneklerinin renk analiz sonuçlarına göre pişirme işlemi sonrası parlaklık (L*) ve kırmızılık (a*) artmış, mavilik (b*) değeri ise azalmıştır. Sous-vide pişirme kalamarların renginin gelişmesine katkıda bulunmuştur. Pişirme sıcaklığı a* ve b* değerini etkilerken L* değerini etkilememiştir. Pişirme süresi ise yalnızca b* değerini etkilemiştir.

Sous-vide pişirme kalamarın tekstür profil analiz sonuçlarını önemli derecede etkilemiştir. Çiğ örnekle karşılaştırıldığında pişmiş kalamarların daha yumuşak, daha esnek ve daha çiğnenebilir ve sakızimsılığın daha az olduğu görülmüştür. Sous-vide pişirme tekstürel açıdan daha iyi bir ürün sağlamıştır. En iyi tekstürel sonuçlar 60°C’de 60 dakika pişirme ile elde edilmiştir. Pişirme sıcaklığı arttıkça tekstür bozulmakta daha sert daha zor çiğnenebilir ürün oluşmaktadır. Kas sertliği kollejen ve miyofibriller proteinlere bağlı olarak değişmektedir. Bu yapılardaki değişimler de sıcaklıkla ilişkilidir. Pişirme işlemi sırasında ısı kollajeni jelatine dönüştürmekte bu da kasın yumuşamasını sağlamaktadır. Diğer yandan ise sıcaklık artışı ile miyofibriller proteinlerin denatüre olması sonucu agregasyon (kümeleşme), büzülme ve su kaybı sonucunda sertlik artmaktadır. Bu sebeple pişirmenin en uygun sıcaklık ve sürede gerçekleştirilmesi kalamar kas tekstürü açısından çok önemlidir.

Duyusal tekstür analiz sonuçlarımız TPA analiz sonuçlarımızı doğrular niteliktedir. Duyusal olarak en yüksek skorlar 60°C ve 60 dakikalık pişirme ile elde edilmiştir.

Sonuç olarak sert bir tekstüre sahip kalamar kasının yumuşatılmasında sous-vide pişirme yöntemi etkili bir yöntem olmuştur. Kalamar kasının kalitesini ısıl işlem yoluyla geliştirmek için, sous-vide pişirme tekniği ile farklı sıcaklık ve sürede pişirmek ve kasın tekstürel değişimlerini keşfetmek için et kalitesinin daha az zarar görmesini sağlayacak makul bir pişirme süresi ve sıcaklık kombinasyonunu tasarlamak, büyük önem taşımaktadır. Zaman-sıcaklık profili son derece kritiktir ve kalamar etini aşırı pişirmek sert, kösele bir dokuya yol açabilir. Gelecekteki çalışmalarda farklı süre kombinasyonları ile daha farklı sonuçlar elde edilebilir.

Ayrıca sous-vide pişirme yöntemi düşük sıcaklıklarda ısıl işlem sağladığından, bu yöntemle pişirilen ürünler gıda güvenliği açısından kritiktir. Bu tez çalışması ile sous-vide yönteminin kalamar kasının tekstürel açıdan iyileştirilebileceği ortaya konulmuştur. Çalışmamızda tekstürel açıdan en iyi kombinasyon 60°C ve 60 dakikadır. Bu kombinasyonla pişirilmiş kalamarın hızla soğutulmasından sonra hemen tüketilmesini önermekteyiz. Ayrıca gelecekteki çalışmalarda hem kas tekstürünü iyileştirecek hem de gıda güvenliğini sağlayacak sıcaklık süre kombinasyonlarının çalışılmasını da önermekteyiz.

6. KAYNAKLAR

- Abdulhameed, A.A., Yang, T.A. Abdulkarim, A. 2016. Kinetics of texture and colour changes in chicken sausage during superheated steam cooking. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 66: 199–209.
- Abraha, B., Admassu, H., Mahmud, A., Tsighe, N., Wen, X.W., Fang, S.Y. 2018. Effect of processing methods on nutritional and physico-chemical composition of fish: a review. *MOJ Food Processing and Technology*, 6(4): 376–382.
- Aitken, A., Connell, J.J. 1979. Fish. In: Priestley, R.J. (Ed.), *Effects of Heating on Foodstuffs*. Applied Science Publishers, London, pp. 219–254.
- Ando, M., Ando, M., Tsukamasa, Y., Makinodan, Y. Miyoshi, M. 1999. Muscle firmness and structure of raw and cooked Arrow squid mantle as affected by freshness. *Journal of Food Science*, 64(4): 659–662.
- Anonim 2011. MEGEP (Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi Denizcilik. Yumuşakça ve kabuklu hayvan. 624B00002, Ankara.
- Arkhipkin, A.I., et al. 2015. World Squid Fisheries. *Reviews in Fisheries Science and Aquaculture*, 23 (2): 92-252.
- Armstrong, G.A., McIlveen, H. 2000. Effects of prolonged storage on the sensory quality and consumer acceptance of sous-vide meat-based recipe dishes, *Food Quality and Preference*, 11: 377–385.
- Baldwin, D.E. 2012. Sous-vide cooking: A Review, *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 1,15–30.
- Barbanti, D., Massini, R., Chiavaro, E., Rinaldi, M. 2003. Conference: Shelf life degli alimenti confezionati At: Milano, Italy Volume: Special Issue of Italian Journal of Food Science, pp. 357-360.
- Bell, J. W., Farkas, B. E., Hale, S. A., Lanier, T. C. 2001. Effect of thermal treatment on moisture transport during steam cooking of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*). *Journal of Food Science*, 66(2): 307–313.
- Bourne, M. C., 2002. *Food Texture and Viscosity–Concept and Measurement*, 2nd ed., Elsevier, Burlington, pp. 1-30.
- Cardenas, F.J.C., Olivera, D.F., 2016. Texture Changes in Meat during Storage. Reference Module in Food Sciences. Elsevier, pp. 1–5.
- Ceylan, Z., Şengör, G.F.Ü. 2017. Sous vide teknolojisi ile muamele edilen balıkların kalite parametrelerinin incelenmesi. *Turkish Journal of Aquatic Sciences*, 32(1): 8-20.
- Chandra, M.V., Shamasundar, B.A. 2015. Texture profile analysis and functional properties of gelatin from the skin of three species of fresh water fish. *International Journal of Food Properties*, 18 (3): 572-584.

- Christensen, M., Purslow, P. P., Larsen, L. M. 2000. The effect of cooking temperature on mechanical properties of whole meat, single muscle fibres and perimysial connective tissue. *Meat Science*, 55: 301-307.
- Christensen, L. B., Ertbjerg, P., Aaslyng, M. D., Christensen, M. 2011. Effect of prolonged heat treatment from 48°C to 63°C on toughness, cooking loss and color of pork. *Meat Science*, 88: 280–285.
- Collignan, A., Montet, D. 1998. Tenderizing squid mantle by marination at different pH and temperature Levels. *LWT-Food Science and Technology*, 31: 673–679.
- Creed, P. 2000. Sous Vide—An Overview of the Process. Workshop no.36 Ready Meals – The Revolution in Convenience, Dublin, Ireland. Haziran 29, 2000
- Creed, P. G., Pierson, B. J. 1999. Sous vide – past, present and future. Third European Symposium on Sous Vide Proceedings. Leuven, Belgium. Mart 25-26, 1999,
- Cropotova, J., Mozuraityte, R., Standal, I.B., Rustad, T. 2018. A non-invasive approach to assess texture changes in sous-vide cooked Atlantic mackerel during chilled storage by fluorescence imaging. *Food Control*, 92: 216-224.
- Cui, Z., Dubova, H., Mo, H. 2019. Effects of sous vide coooking on physicochemical properties of squid. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 29:35-40.
- Del Pulgar, J. S., Gazquez, A., Ruiz-Carrascal, J. 2012. Physico-chemical, textural and structural characteristics of sous-vide cooked pork cheeks as affected by vacuum, cooking temperature, and cooking time. *Meat Science*, 90: 828–835.
- El-Sherif, S.A., Ibrahim, S.M., Abou-Taleb, M. 2011. Relationship between frozen pre-storage period on raw Tilapia and Mullet fish and quality criteria of its cooked products. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 37:183-89.
- FAO-Globefish. 2018. Globefish highlights. A quarterly update on world seafood markets.FAO Rome, pp 31.
- 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.
- Garcia-Segovia P., Andrés-Bello A., Martínez-Monzó J. 2007. Effect of cooking method on mechanical properties, color and structure of beef muscle (M. pectoralis). *Journal of Food Engineering*, 80: 813–821.
- Gökoğlu N., Yerlikaya P. 2016. Effects of organic acids on physicochemical characteristics of octopus muscle. 46th WEFTA Conference. 12-14 October 2016. Book of Abstracts.
- Gökoğlu, N., Yerlikaya, P., Uçak, I., Yatmaz, HA. 2017a. Effect of bromelain and papain enzymes addition on physicochemical and textural properties of squid

- (*Loligo vulgaris*). *Journal of Food Measurement and Characterization*, 1: 347–353.
- Gökoğlu, N., Topuz, O.K., Gökoğlu, M., Tokay, F.G. 2017b. Characterisation of protein functionality and texture of tumbled squid, octopus, and cuttlefish muscles. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11: 1699-1705.
- Gökoğlu, N., Topuz, O.K., Yerlikaya, P., Yatmaz, H.A., UcakI. 2018. Effects of Freezing and Frozen Storage on Protein Functionality and Texture of Some Cephalopod Muscles. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 237(2): 211-218.
- Grygier, M., Fan, Y., W., Sung, W.-C. 2020. Effects of Different Softening Processes on the Hardness and Quality of Thawed Neritic Squid (*Uroteuthis edulis*) Muscle. *Processes*, 8: 135.
- Guerra, A., Rocha, F. 1994. The life history of *Loligo vulgaris* and *Loligo forbesi* (Cephalopoda: Loliginidae) in Galician waters (NW Spain). *Fisheries Research*, 21:43-70.
- Hughes, E., Cofrades, S., Troy, D.J. 1997. Effects of fat level, oat fibre and carrageenan on frankfurters formulated with 5, 12, 30% fat. *Meat Science*, 45 (3):273-281.
- Hurrel, R.I., Carpenter K.J. 1977. Maillard reactions in foods. In: T Hojem, O Kvale, Eds. Physical, Chemical and Biological Changes in Food Caused by Thermal Processing. Applied Science Publishers, London, pp. 168–184.
- Ismail, A., Ikram, E.H.K. 2004. Effects of cooking practices (boiling and frying) on the protein and amino acids contents of four selected fishes. *Nutrition and Food Science*, 34 (2): 54-59.
- Jereb, P.; Roper, C.F.E. 2010. Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of cephalopod species known to date. Volume 2. Myopsid and Oegopsid Squids. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes. No. 4, Vol. 2. Rome, FAO. 2010. 605p.
- Jiang, Q., Han, J., Gao, P., Yu, L., Xu, Y., Xia, W. 2018. Effect of heating temperature and duration on the texture and protein composition of Bighead Carp (*Aristichthys nobilis*) muscle. *International Journal of Food Properties*, 21 (1): 2110–2120.
- Klimpel, S., Kuhn, T., Münster, J., Dorge, D. D., Klapper, R. ve Kochmann, J. 2019. Parasites of Marine Fish and Cephalopods, Springer Natura, Switzerland, p.26
- Kolodziejska, I., Sikorski, Z.E., Sadowska, M. 1987. Texture of cooked mantle of squid *Illex argentinus* as influenced by specimen characteristics and treatments, *Journal of Food Science*, 52: 932-935.
- Kong, F. B., Tang, J., Rasco, B., Crapo, C. 2007. Kinetics of Salmon Quality Changes during Thermal Processing. *Journal of Food Engineering*, 83: 510–520.

- Korczek, K.R., Tkaczewska, J., Duda, I., Migdał, W. 2020. Effect of heat treatment on the antioxidant and antihypertensive activity as well as in vitro digestion stability of mackerel (*Scomber scombrus*) Protein Hydrolysates. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 29 (1): 73-89.
- Kugino, M., Kugino, K. 1994. Microstructural and rheological properties of cooked squid mantle. *Journal of Food Science*, 5(4): 792–796.
- Kugino, M., Kugino, K. 1995. Changes in the microstructure and rheological properties of squid mantle due to cooking in a NaCl solution and soy sauce. *J. Home Econ. Jpn.*, 46: 751–757.
- Lee, P. G. 1994. Nutrition of cephalopods: fueling the system. *Marine Freshwater Behavior and Physiology*, 25: 35–51.
- Leslie, R.W., Lipinski, M.R. 2018. Phylum Mollusca –Class Cephalopoda. In: Atkinson L. J., Sink K. J. (eds.), Field guide to the offshore marine invertebrates of South Africa. Malachite Marketing and Media, Pretoria, pp. 321–391.
- Li, C., Wang, D., Xu, W., Gao, F., Zhou, G. 2013. Effect of final cooked temperature on tenderness, protein solubility and microstructure of duck breast muscle. *LWT-Food Science and Technology*, 51: 266-274.
- Manthey, M., Karnop, G., Rehbein, H. 1988. Quality changes of European catfish (*Silurus glanis*) from warm water aquaculture during storage in ice. *International Journal of Food Science and Technology*, 23: 1-9.
- Melendo, J.A., Beltrán, J.A., Roncalés, P. 1997. Tenderization of squid (*Loligo vulgaris* and *Illex coindetii*) with bromelain and a bovine spleen lysosomal-enriched extract. *Food Research International*, 30: 335–341.
- Mendes, R., Vieira, H., Pereira, J., Teixeira, B. 2017. Water uptake and cooking losses in *Octopus vulgaris* during industrial and domestic processing. *LWT-Food Science and Technology*, 78: 8–15.
- Mendez, I.M., Abuin, J.M.G. 2006. Thermal Processing of Fishery Products. Thermal Food Processing: New Technologies and Quality Issues. In: Da-Wen Sun (Ed:), Taylor and Francis, Boca Raton, pp. 235-265.
- Moon, T.W., Hulbart, W.C., 1975. The ultrastructure of the mantle musculature of the squid *symplectoteuthis oualaniensis*. *Comp. Biochem. Physiol*, 52B: 145-149.
- Nikmaram, P., Yarmand, N.S., Emamjomeh, Z., Darehabi, H.K. 2011. The Effect of cooking methods on textural and microstructure properties of veal muscle (*Longissimus dorsi*). *Global Veterinaria*, 6 (2): 201-207.
- Ofstad, R., Kidman, S., Hermansson, A. M. 1996. Ultra microscopical structures and liquid loss in heated cod (*Gadus morhua* L.) and salmon (*Salmo salar*) muscle. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 72(3): 337–347.
- Oliveira, H., et al. 2019. Effects of Industrial Boiling on the Nutritional Profile of Common Octopus (*Octopus vulgaris*). *Foods*, 8: 411.

- Oluwaniyi, O., Dosumu, O., Awolola, G. 2010. Effect of local processing methods (boiling, frying and roasting) on the amino acid composition of four marine fishes commonly consumed in Nigeria. *Food Chemistry*, 123:1000-1006.
- Oluwaniyi, O., Dosumu, O., Awolola, G. 2017. Effect of cooking method on the proximate, amino acid, and fatty acid compositions of *Clarias gariepinus* and *Oreochromis niloticus*. *Journal of the Turkish Chemical Society*, 4:115–132.
- Otwell, W.S., Hamann, D.D. 1979. Textural characterization of squid (*Loligo pealei* L.) instrumental and panel evaluations. *Journal of Food Science*, 44: 1636–1643.
- Otwell, W. S. ve Giddings, G. S. 1980. “Scanning electron microscopy of squid *Loligo pealei*: raw, cooked and frozen mantle”. *Marine Fisheries Review*, 42: 67-73.
- Pandit, A.R. and Magar, N.G. 1972. Chemical composition of *Sepia orientalis* and *Loligo vulgaris*. *Fishery Technology*, 9(2): 122-125.
- Paul, P. C., Suzanne, E., McCrae, S. E., Hofferbee, L.M. 1973. Heat induced changes in extractability of beef muscle collagen. *Journal of Food Science*, 38: 66–68.
- Pietrasik, Z., Dhanda, J. S., Pegg, R. B., Shand, P. J. 2005. The effects of marination and cooking regimes on the water-binding properties and tenderness of beef and bison top round roasts. *Journal of Food Science*, 70: S102–S106.
- Pietrasik, Z., Aalhus, J.L., Gibson, L.L., Shand, P.J. 2010. Influence of blade tenderization, moisture enhancement and pancreatin enzyme treatment on the processing characteristics and tenderness of beef semitendinosus muscle. *Meat Science*, 84(3): 512–517.
- Rodhouse, P.G. 2005. World squid resources. In: Review of the state of world marine fishery resources. FAO fisheries technical paper, Rome, 175-187.
- Roper, C.F.E., Sweeney, M.J., Nauen, C.E. 1984. Cephalopods of The World An Annotated and Illustrated Catalogue of Species of Interest to Fisheries. FAO Fisheries Synopsis No. 125, Volume 3. Rome, 228p.
- Penfield, M.P., Meyer, B. H. (1975). Changes in tenderness and collagen of beef Semitendinosus muscle heated at two rates. *Journal of Food Science*, 40: 150–154.
- Peryam, D.R. and Pilgrim, F.J. 1957. Hedonic scale method of measuring food preferences. *Food Technology*, 11, Suppl., 9-14
- Rahman, M.S.; Al-Mahrouqi, A.I. 2009. Instrumental texture profile analysis of gelatin gel extracted from grouper skin and commercial (bovine and porcine) gelatin gels. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60: 229–242.

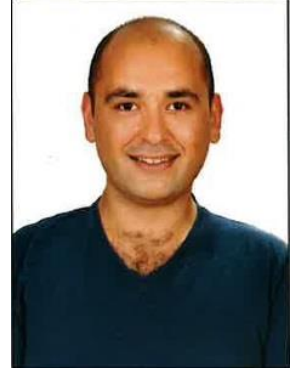
- Ramirez-Olivas, R., Rouzaud-Sandez, O., Haard, N., Pacheco-Aguilar, R., Ezquerra-Brauer, J. 2004. Changes in Firmness and Thermal Behavior of Ice-Stored Muscle of Jumbo Squid (*Dosidicus gigas*). *European Food Research and Technology*, 219(4):312–315.
- Resurreccion, A.V.A. 2004. Sensory aspect of consumer choices for meat and meat products. *Meat Science*, 66 (1): 11-20.
- Roldan, M., Antequera, T., Martin, A., Mayoral, AI., Ruiz, J. 2012. Effect of different temperature-time combinations on physicochemical, microbiological, textural and structural features of sous-vide cooked lamb loins. *Meat Science*, 93(3): 572-578.
- Rosas-Romero, Z.G., Ramirez-Suarez, J.C., Pacheco-Aguilar, R., Lugo-Sánchez, M.E., Carvallo-Ruiz, G., García-Sánchez, G. 2010. Partial characterization of an effluent produced by cooking of Jumbo squid (*Dosidicus gigas*) mantle muscle. *Bioresource Technology*, 101: 600–605.
- Sarojnalini, C., Devi, W.S. 2014. Antioxidant properties and nutritive values of raw and cooked pool barb (*Puntius sophore*) of Eastern Himalayas. *IJNFS*, 8,8–12.
- Seet, S., Brown, D. 1983. Nutritional quality of raw, precooked and canned albacore tuna (*Thunnus alalunga*). *Journal of Food Science*, 48: 288–89.
- Seet, S.T., Heil, J.R., Leonard, S.J., Brown, W.D. 1983. High vacuum flame sterilization of canned diced tuna: preliminary process development and quality evaluation. *Journal of Food Science* 48: 364–369, 1983.
- Sikorski, Z. E., Kolodziejska, I. 1986. The composition and properties of squid meat. *Food Chemistry*, 20: 213–224.
- Stanley, D.W., Hultin, H.O. 1982. Proteolytic activity in North American squid and its relation to quality, *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 17: 163-167.
- Steiner-Asiedu, M., Daniel, A. and Njaa, L.R. 1991. Effects of local processing methods (cooking, frying and smoking) on three fish species from Ghana: part 2 – amino acids and protein quality. *Journal of Food Chemistry*, 41: 227-36.
- Sutikno, L.A., et al. 2019. Improvement in physicochemical, microbial, and sensory properties of common squid (*Todarodes pacificus* Steenstrup) by superheated steam roasting in combination with smoking treatment. *Journal of Food Quality*, Article ID 8721725, 15 pages.
- Szczesniak, A.S. 2002. Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, 13: 215-225.
- Tabe, K., Kim, Y.-J., Ohnuma, S., Ogoshi, H., Suzuki, A., Nishiumi, T. 2013. Improvement of texture and palatability of chicken breast: Effect of high hydrostatic pressure and sodium hydrogen carbonate. *High Pressure Research*, 33: 348–353.

- Takahashi, T. 1965. Squid meat and its processing. In: Borgstrom, G. (Ed.), Fish as Food, Academic Press, New York, pp. 339-354.
- Tanaka, M., Kimura, S. 1988. Effect of heating condition on protein quality of retort pouched fish meat. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 54: 265–70.
- Thanonkaew, A., Benjakul, S., Visessanguan, W. 2006. Chemical composition and thermal property of cuttlefish (*Sepia pharaonis*) muscle. *Journal of Food Composition and Analyses*, 19: 127–133.
- Tornberg, E. 2005. Effects of heat on meat proteins – Implications on structure and quality of meat products. *Meat Science*, 70 (3): 493-508.
- Torres-Arreola, W., Pacheco-Aguilar, R., Sotelo-Mundo, R., Rouzaud-Sández, O., Ezquerro-Brauer, J. 2008. Partial characterization of collagen from mantle, fin, and arms of jumbo squid (*Dosidicus gigas*). *CYTA Journal of Food*, 6(2):101–108.
- Torres-Arreola, W., Ocano-Higuera, V.M., Ezquerro-Brauer, J.M., Lopez-Corona, B.E., Rodríguez-Felix, F., Castro-Longoria, R., Ramírez-Guerra, H.E. 2018. Effect of cooking on physicochemical and structural properties of jumbo squid (*Dosidicus gigas*) muscle. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(2): e13528.
- TÜİK. (2019). Su Ürünleri İstatistikleri. Mart, 2019.
- Valencia-Perez, A.Z., Garcia-Morales, M.H., Cardenas-Lopez, J.L., Herrera-Urbina, J.R., Rouzaud-Sandez, O., Ezquerro-Brauer, J.M. 2008. Effect of thermal process on connective tissue from jumbo squid (*Dosidicus gigas*) mantle. *Food Chemistry* 107: 1371–1378.
- Vasanthi, C., Venkataramanujam, V., Dushyanthan, K. 2007. Effect of Cooking Temperature and Time on the Physico-Chemical, Histological and Sensory Properties of Female Carabeef (Buffalo) Meat. *Meat Science*, 76: 274–280.
- Vecchione, M 2002. In: Carpenter, K.E. (ed.). Cephalopods. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Vol. 1. Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes and chimaeras. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyuologist and Herpetologists Special Publication No. 5. Rome, FAO, 149–244 pp.
- Williams, J. C., Field, R. A., Riley, M. L. 1983. Influence of storage times after cooking on Warner–Bratzler shear values of beef roasts. *Journal of Food Science*, 48: 309–310, 312.
- 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.
- Yokoyama, S., Hiramatsu, J.I. 2003. A modified ninhydrin reagent using ascorbic acid instead of potassium cyanide. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 95: 204-205.

- Zlatanov, S., Laskaridis, K., Feist, C., Sagredos, A. 2006. Proximate composition, fatty acid analysis and protein digestibility-corrected amino acid score of three Mediterranean cephalopods. *Molecular Nutritional and Food Research*, 50: 967-970.

ÖZGEÇMİŞ

Afşın Ceylan
ceylanafsin@gmail.com



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2017– 2021	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya
Lisans 2004-2015	İstanbul Teknik Üniversitesi Kimya Metalürji Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü, İstanbul

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Kalite Kontrol Sorumlusu 2020	Sevay Kimya, Antalya
Tanıtım Dalışı Uzmanı 2019	Barracudas Dalış Merkezi, Antalya
Yat Kaptanlığı 2018	Octopus Dalış Merkezi, Kemer
Yat Kaptanlığı 2017	Pasifik Dalış Merkezi, Antalya
Mühendislik Danışmanı 2014	Tulip Eğitim ve Danışmanlık, İstanbul

BİLİMSEL FAALİYETLER

Projeler	
Antimelanotik ajanlar ilave edilerek üretilen buz ile muhafazanın karideslerde enzimatik kararırma (melanosis) ve kalite üzerine etkileri	Araştırmacı
Sous-vide pişirme tekniğinin su ürünlerine uygulanması ve pişirme parametrelerinin ürünlerin mikrobiyal, fiziksel, kimyasal, duyuşal ve besinsel kalitesi üzerine etkilerinin incelenmesi	Araştırmacı