

Özgün Araştırma/Original Article

Farklı protein kaynaklarının salamın fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerine etkileri

Effects of different protein sources on the physical, chemical and sensory properties of bologna type sausage

Nalan Çırak¹, Muhammed Alpgiray Çelik^{2,5}, Kader Çetin^{3,5}, Arzu Akpınar Bayizit^{4,5*},
Ertürk Bekar^{4,5}, Taha Turgut Ünal^{4,5}, Senem Kamiloğlu Beştepe^{4,5}

¹Bursa Uludağ Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme, Et ve Ürünleri Teknolojisi Programı, BURSA, TÜRKİYE

²Bursa Uludağ Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, BURSA, TÜRKİYE

³Bursa Uludağ Üniversitesi, Karacabey Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Programı, BURSA, TÜRKİYE

⁴Bursa Uludağ Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, BURSA, TÜRKİYE

⁵Bursa Uludağ Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi, BURSA, TÜRKİYE

(Yazar sıralamasına göre)

ORCID ID: 0000-0002-0580-9023, Öğr. Gör., Dr.,

ORCID ID: 0000-0001-5193-5293, Doktora Öğrencisi,

ORCID ID: 0000-0001-5369-0728, Öğr. Gör., Dr.,

ORCID ID: 0000-0003-1898-1153, Prof. Dr.,

ORCID ID: 0000-0001-8783-921X, Araş. Gör. Dr.,

ORCID ID: 0000-0002-7826-6322, Araş. Gör.,

ORCID ID: 0000-0003-3902-4360, Doç. Dr.,

*Yazışmalardan sorumlu yazar/Corresponding author: abayizit@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi : 07.06.2023

Kabul Tarihi : 11.10.2023

Öz

Amaç: Tüketicilerin doğal katkı maddeleri içeren; yağ, kolesterol ve tuz seviyeleri düşürülmüş; besin değeri yüksek ve bitkisel içerikli fonksiyonel et ürünlerine gösterdikleri ilgi her geçen gün artmaktadır. Bu çalışmada; sığır eti kaynaklı kıymaya soya unu, mercimek unu ve nohut unu baklagil proteinleri, bal kabağı unu, karabuğday unu, peynir altı suyu tozu ile *Spirulina* ve *Chlorella* cinsine ait mikroalg tozları gibi farklı protein analoglarının ilave edilmesiyle üretilen salam örneklerinin çeşitli özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve yöntem: Temel salam hamuru sığır eti kaynaklı kıymaya ilave olarak %2 tuz, %0,3 karabiber, %0,3 zencefil, %0,1 kişniş, %0,25 toz şeker, %0,25 tatlı kırmızıbiber, %2 süt tozu, %16,6 buz ve %2,5 nişasta kullanılarak hazırlanmıştır. Temel salam hamuruna *Spirulina platensis* tozu, *Chlorella vulgaris* tozu, peynir altı suyu tozu, soya unu, mercimek unu, nohut unu, bal kabağı unu ve karabuğday unu protein analogları ilavesiyle üretilen salam numunelerinin fiziko-kimyasal ve duyuşsal özellikleri ile aminoasit içerikleri belirlenmiştir.

Bulgular ve sonuç: Salamın baklagil proteinleri (nohut unu, mercimek unu ve soya unu) peynir altı suyu tozu, bal kabağı unu, karabuğday unu ve alg kaynaklı proteinler (*Spirulina platensis* ve *Chlorella vulgaris*) ile zenginleştirilmesinin ürün besin değerini iyileştirdiği ve tüketici açısından tercih edilebileceği belirlenmiştir. *Spirulina platensis*, *Chlorella vulgaris*, soya unu ve bal kabağı unu ilavesi ile üretilen salamların protein değerinde artış gösterdiği belirlenmiştir. Kullanılan protein kaynağına bağlı olarak renk parametreleri açısından da önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. Salamın *Chlorella vulgaris* ilavesi ile zenginleştirilmesinin aminoasit profili üzerine olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirme ile en çok beğeni alan salam örneğinin karabuğday unu ilaveli örnek olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Salam, mikroalg, tahıl, bakliyat, aminoasit

Abstract

Objective: Consumers are showing an increasing interest in alternative healthy meat and meat products of high nutritional value and plant origin with natural additives and reduced fat, cholesterol and salt levels. The aim of this study was to determine various properties of bologna type sausage produced with addition of different protein analogues such as soy flour, lentil flour and chickpea flour, leguminous proteins, pumpkin flour, buckwheat flour, whey powder and microalgae extracts of *Spirulina* and *Chlorella* species to beef-derived ground beef.

Material and method: Basic bologna type sausage dough was prepared using ground beef in addition to 2% salt, 0.3% black pepper, 0.3% ginger, 0.1% coriander, 0.25% granulated sugar, 0.25% sweet red pepper, 2% milk powder, 16.6% ice, and 2.5% starch. Physio-chemical and sensory properties along with amino acid contents of bologna type sausage produced by addition of various protein analogues such as *Spirulina platensis* powder, *Chlorella vulgaris* powder, whey powder, soybean flour, lentil flour, chickpea flour, pumpkin flour and buckwheat flour to the basic salami dough were determined.

Results and conclusion: It were determined that the enrichment of bologna type sausage with legume proteins (chickpea flour, lentil flour and soy flour), whey powder, pumpkin flour, buckwheat flour and algae-derived proteins (*Spirulina platensis* and *Chlorella vulgaris*) improves the consumer nutritional profile and can be preferred by the consumers. The protein value of bologna type sausage produced with the addition of *Spirulina platensis*, *Chlorella vulgaris*, soy flour and pumpkin flour was increased. Significant differences were also observed in terms of color parameters depending on the protein source used. The enrichment of beef salami with the addition of *Chlorella vulgaris* had a positive effect on the amino acid profile. The most appreciated salami sample according to sensory evaluation was the one enriched with buckwheat flour.

Keywords: Bologna type sausage, microalgae, grain, legume, amino acid

1. Giriş

Sağlıklı, yeterli ve dengeli bir diyetin bileşeni olarak et ve et ürünleri önemli ve gerekli makro ile mikro besin öğelerini içermektedirler. Kırmızı et başta histidin olmak üzere esansiyel aminoasitleri içermekte olup bu aminoasitler insan vücudu tarafından üretilmediği için gıdalar ile dışarıdan alınmalıdırlar. Esansiyel aminoasitler dışında kırmızı ette B₂ (riboflavin), B₃ (niasin), B₁₂, pantotenik asit, folik asit, B₆, A, D ve E vitaminleri ile selenyum, çinko, demir, fosfor, potasyum, magnezyum, bakır, kobalt, krom ve nikel elementleri de değişik oranlarda bulunmaktadır (Charles vd., 2018).

Etin en pratik ve günümüz koşullarındaki en uygun tüketim şekli endüstriyel ön hazırlık, dondurma, pişirme ve ısıtılarak servis edilme ve hatta ekmek arası ya da aç-bitir şeklinde anlık tüketime uygun işlenmiş et ürünleri formudur. Salam ve sosis gibi su ile hayvansal yağın et proteinleri ve emülsifiye edici ajanlar yardımıyla bir arada tutulması sonucu elde edilen emülsifiye et ürünleri de kolay hazırlama, kahvaltılık olarak tüketim ve özellikle çocuklar tarafından tercih edilme gibi nedenlerden dolayı yaygın olarak tüketilmektedirler. Salam; hayvan etlerinin kıyma haline getirildikten sonra, gerekli yardımcı ve çeşni maddelerinin (baharatlar ve nişasta gibi) katılmasıyla hazırlanan et hamurunun, doğal veya polimer kılıflara doldurulması ve tiplerine uygun tarzda tütsülenip, sıcak buhar ile pişirilmesiyle üretilen bir emülsifiye et ürünüdür (Anonim, 2019).

Kolesterol ve yağ içeriği ile yağın bileşimi gibi tüketici açısından sağlık riski barındırabilecek özellikleri nedeniyle et ürünlerinin tüketiminin sınırlı ve bilinçli olması önerilmektedir (Boada vd., 2016; Banjari ve Hjartaker, 2018; Charles vd., 2018). Bitkisel gıdalarla zenginleştirilmiş bir diyetin kardiyovasküler, nörodejeneratif hastalıklar ve kanser gibi kronik hastalıkların riskini azalttığına dair yürütülen çalışmalar neticesinde araştırmacılar; sağlık yararları, düşük maliyetleri ve kolesterol içermemeleri nedeniyle, et ürünlerinin üretiminde bitkisel protein analoglarının dahil edilmesine yönelmişlerdir (Eisinaite vd., 2016; Gorissen vd., 2018; Marti-Quijal vd., 2019; Zamuz vd., 2019). Bu bitkisel proteinler arasında soya, buğday, arpa, yulaf, karabuğday, pirinç gibi tahıllar ile nohut, mercimek gibi baklagil proteinleri ve mikroalg ekstraktları ön plana çıkmaktadır (Asgar vd., 2010). Katkı maddesi olarak soya proteini, et ile eşdeğer aminoasit içeriğine sahip olması nedeniyle bitkisel proteinler arasında en çok tercih edilendir. Süt

endüstrisinin atık ürünü olan peynir altı suyu, inek sütü proteinlerinin yaklaşık %20'sini içermektedir. Besinsel açıdan zengin ve aynı zamanda dengeli bir esansiyel aminoasit kaynağı olan peyniraltı suyu, bitkisel protein analoglarının yanı sıra et ürünlerinde ve birçok farklı ürün eldesinde kullanım alanı bulmaktadır. Son yıllarda bu protein kaynaklarına ilave olarak mikroalgler de dikkat çekmektedirler. Özellikle *Spirulina* ve *Chlorella* türü mikroalgler; alerjen etkilere sahip olmamaları, yüksek düzeyde biyolojik değerli protein içermeleri, düşük maliyetli ve sürdürülebilir protein kaynağı olmaları, serbest radikallerin etkisini azaltan/önleyen biyoaktif bileşenlere sahip olmaları, bir günde ağırlıklarının iki katına ulaşabilmeleri, çevresel faktörlere oldukça dirençli olmaları ve kolay gelişmeleri nedeniyle yaygın kullanım alanı bulmaktadırlar (Priyadarshani vd., 2012; Anvar ve Nowruzi, 2021; Iskusnykh vd., 2022). *Spirulina platensis* ve *Chlorella vulgaris* mikroalglerinin esansiyel amino asitler; özellikle lizin, lösin, izolösin, triptofan, valin ve tirozin için önemli bir kaynak oldukları bildirilmiştir (Andrade vd., 2018; Liestianty vd., 2019; Bito vd., 2020).

Et ve et ürünleri; esansiyel yağ asitleri, vitaminler, mineraller, biyoyararlılığı yüksek proteinler için iyi bir kaynak olmakla birlikte yüksek doymuş yağ asitleri, kolesterol, sodyum ve nitrit içermeleri ile diyet lif açısından fakir olmaları gibi nedenlerle sağlık üzerine olumsuz etkiler de gösterebilmektedirler (Talukder, 2015; McClements ve Grossmann, 2021). Bu durum yağsız et kullanılması, yağ asidi bileşiminin değiştirilmesi, sodyum ve nitrit kullanım miktarının azaltılması/ikame edilmesi, yağ ve kolesterolün uzaklaştırılması veya diyet lif ilavesiyle düzenlenebilmektedir. Diyet lifler, insanların ince bağırsağında enzimler tarafından sindirilemeyen ve emilemeyen ancak kalın bağırsakta tam veya kısmi fermente olan bitkisel polisakkarit bileşenleri ve lignin olarak tanımlanmaktadır (Dhingra vd., 2012). Günlük diyetimizde yer alan geleneksel lif kaynakları hem taze hem de işlenmiş tahıllar, baklagiller, meyveler ve sebzeler gibi çok çeşitli gıdalardır. Diyet lif, et ürünlerine fonksiyonel bir bileşen olarak ilave edilebildiği gibi elde edilmek istenen ürünün su ve yağ bağlama özelliklerini geliştirmek, pişirme verimini artırmak ve düşük yağ içeriğine sahip et ürünlerinin dokusunu güçlendirmek amaçlarıyla da kullanılmaktadır (Schmiele vd., 2015; Özboy Özbaş ve Ardıç, 2016; Bis-Souza vd., 2018; Zinina vd., 2019).

Žugčić vd. (2018) yaptıkları çalışmada, fasulye (%1) ile *Chlorella* ve *Spirulina* proteinlerinin (%1) ilave edilmesinin sığır köftelerinde mevcut amino asitlerin konsantrasyonlarını artırdığını belirtmişlerdir. Thirumdas vd. (2018), farklı protein analogları ilave edilen fermente İspanyol “chorizo” soslerinin renk, pH, doku parametreleri, protein, amino asit profili ve karbonhidrat içeriği bakımından grupları arasında önemli ölçüde farklılıklar olduğunu gözlemişlerdir. Protein içeriği; soya proteini (%35,62), *Chlorella* (%34,66), *Spirulina* (%34,89) ve bakla proteini (%34,66) ile zenginleştirilmiş örneklerde fasulye ve mercimek proteini ile elde edilenlere göre daha yüksek bulunmuştur. Örneklerde lizin (%19,0), arjinin (%17,5) ve lösin (%17,5) majör esansiyel amino asitler iken glutamik asit (%32,0) ve aspartik asit (%19,0) ise en çok bulunan esansiyel olmayan aminoasitler olarak tespit edilmiştir.

Bilinçli tüketiciler, sağlıklı yaşama olumlu katkıda bulunabilecek bileşenler eklenerek kompozisyonları geliştirilen; diğer taraftan yağ, kolesterol, tuz ve nitrit seviyesi düşürülen fonksiyonel et ve et ürünlerine artan bir ilgi göstermektedir. Bu nedenle, son yıllarda tüketici taleplerini karşılamak, işlenmiş et ürünlerine karşı negatif algıyı değiştirmek, kardiyovasküler ve nörodejeneratif hastalıklar ile kanser gibi kronik hastalıkların riskini azalttığı bilinen bitkisel kökenli proteinlerin ilavesiyle, içerik ve oranları değiştirilerek, sağlıklı yaşama katkı sağlayabilecek, fonksiyonel ve sürdürülebilir ürünleri geliştirmek önem kazanmıştır. Bu amaçla araştırmamızda sığır eti kaynaklı kıymaya farklı bitkisel kökenli protein analoglarının ilave edilmesiyle üretilen salamların fiziko-kimyasal ve duyuşsal özellikleri ile serbest aminoasit içeriğindeki değişimler değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Araştırmada protein kaynağı olarak; *Spirulina platensis* tozu, *Chlorella vulgaris* tozu, peynir altı suyu tozu, soya unu, mercimek unu, nohut unu, bal kabağı unu ve karabuğday unu ilave edilmiştir. *Spirulina platensis* ve *Chlorella vulgaris* tozu Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden, sığır eti kaynaklı kıyma, baharatlar ve diğer protein analogları ise yerel marketlerden temin edilmiştir.

2.2. Salam üretimi

Salam üretiminde sığır eti kaynaklı kıyma kullanılmıştır. Temel salam hamuru sığır eti kaynaklı kıymaya %2,0 tuz, %0,3 karabiber, %0,3 zencefil, %0,1 kişniş, %0,25 toz şeker, %0,25 tatlı kırmızıbiber, %2,0 süt tozu, %16,6 buz ve %2,5 nişasta ilave edilmesiyle hazırlanmıştır. Çizelge 1'de belirtilen üretime göre protein analoglarının temel salam hamuruna ilavesi ile 9 farklı salam örneği hazırlanmıştır. Hazırlanan salam hamurları kılıflara doldurulduktan sonra sıcaklık, rutubet ve hava akımı kontrol edilebilen otomatik kurutma, haşlama ve dumanlama fonksiyonlarına sahip fırında; 55°C'de kuru sıcaklıkta 20 dk. ön kurutmanın ardından 45°C'de dumanlama yapılmıştır. Sonra iç sıcaklık 72°C olana kadar pişirilip iç sıcaklığı 32°C olana kadar soğuk duşla soğutulmuştur. Hazırlanan örnekler analizlere kadar 2-4°C sıcaklıktaki soğuk hava deposunda muhafaza edilmiştir.

Çizelge 1. Farklı protein kaynakları ilavesiyle üretilen salamların uygulama kodları

Uygulama Kodu	Açıklama
K	Kontrol grubu (temel salam hamuru)
SP	%1 oranında <i>Spirulina platensis</i> tozu içeren salam hamuru
CV	%1 oranında <i>Chlorella vulgaris</i> tozu içeren salam hamuru
PAST	%1 oranında peynir altı suyu tozu içeren salam hamuru
SU	%1 oranında soya unu içeren salam hamuru
MU	%1 oranında mercimek unu içeren salam hamuru
NU	%1 oranında nohut unu içeren salam hamuru
BU	%1 oranında bal kabağı unu içeren salam hamuru
KU	%1 oranında karabuğday unu içeren salam hamuru

2.3. Yöntem

2.3.1. Fiziko-kimyasal analizler

Çalışma kapsamında üretimi yapılan salamların; nem, kül, protein, toplam yağ ve pH tayini için homojenizasyon işlemi, numune öğütücü (Waring 8011EG, Amerika) kullanılarak yapılmıştır. Homojenize edilen örneklerden hemen analize alınacak miktarlar ayrılmış daha sonra analize alınacak kısımlar -18°C'de depolanmıştır.

Analizler 3 paralel olarak gerçekleştirilmiş olup sonuçlar ortalama değer±standart sapma şeklinde verilmiştir. Örneklerin nem miktarı TSE 1743-ISO 1442 (2001) ve kül miktarı TSE 1746 ISO936 (2001) metotlarıyla gerçekleştirilmiştir. Protein miktarı AOAC 928.08 (1974)'e göre Kjeldahl protein tayin sistemi (Buchi Speed Digester K-439, Buchi Scrubber B-415, Buchi Kjeld Master K-360, İsviçre) ile belirlenmiştir. Toplam yağ miktarı AOAC 991.36 (1996)'e göre sıcak ekstraksiyon sistemiyle (Buchi HydrolEx H-506, Buchi FatExtractor E-500 Hot Extraction, İsviçre) yapılmıştır. Örneklerin pH değerleri Mettler Toledo S220 (İsviçre) kullanılarak ISO 2917 (1999) metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Renk yoğunluklarının ölçümünde kolorimetre cihazı (Konica Minolta CR-5, Minolta Co., Osaka, Japan) kullanılarak L*, a*, b*, Chroma ve Hue değerleri tespit edilmiştir. Örneklerin tekstürel özelliklerini değerlendirmek amacıyla tekstür analiz cihazı (TA-XT Plus Stable Micro Systems, İngiltere) ile Warner-Bratzler Shear bıçağı (düz kenar) kullanılarak kesme kuvveti (Shear Force) ve kesme işi (Work of Shear) parametreleri ölçülmüştür. Test parametreleri, De Huidobro vd. (2005)'nin uyguladığı metot modifiye edilerek belirlenmiş olup; ön-test hızı: 2 mm/sn, test hızı: 1 mm/sn, son-test hızı: 2 mm/sn, çap: 25 mm ve yükseklik: 15 mm olarak ayarlanmıştır.

2.3.2. Duyusal analiz

Duyusal analizler Karaca Demircioğlu vd. (2013)'nin uyguladığı prosedür modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. Duyusal değerlendirme, Bursa Uludağ Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi personeli olan yarı eğitimli 10 panelist ile yapılmıştır. Duyusal değerlendirme için örneği temsil edecek şekilde alınan numuneler, her bir analiste tek kullanımlık tabaklar ile değerlendirmeye sunulmuştur. Panelistlerden salam örneklerinin kesit yüzeyi, su ve yağ bağlama durumu, yapısal homojenlik, koku, lezzet, renk ve genel kabul edilebilirlik parametreleri için 10 puan üzerinden (1: hiç beğenmedim, 10: çok beğendim) değerlendirmeleri istenmiştir.

2.3.3. Serbest aminoasit profili analizi

Serbest aminoasit profili analizi için ekstraksiyon, Lorenzo vd. (2015) tarafından yapılan prosedür modifiye edilerek kullanılmıştır. Buna göre 5 g örneğe 25 ml 0,1 N hidroklorik asit ilave edilmiş ve IKA Ultra-Turrax ile kuru buz içinde soğutularak 8 dk. boyunca homojenize edilmiştir. Homojenize edilmiş numune 20 dk. 5240 g'de 4°C'de santrifüjlenerek süpernatant 0,45 µm PVDF

filtreden geçirilerek sonraki analizler için hazırlanmıştır. Elde edilen ekstraktın 200 µL'sine 800 µL asetonitril eklenmiştir. 3 dk. süre ile 4°C'de 5240 g'de santrifüjlenerek deproteinize edilmiştir. Ekstrakt 0,45 µm PVDF filtre yardımıyla filtrelenerek amber renkli viallere alınmıştır. Haliscalik (2020)'in uyguladığı aminoasit tayin yöntemi HPLC cihaz koşulları modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. Aminoasit türevlendirme aşaması HPLC ile kolon öncesi 3-Merkaptopronionik asit (3-MPA), Ortofitalaldehit (OPA) ve Florenilmetiloksikarbonil klorür (FMOC) türevlendirici ajanları ile gerçekleştirilmiştir. Metoda ait veriler ile analitik koşullar Çizelge 2 ve 3'te verilmiştir.

Çizelge 2. Aminoasit analiz metoduna ait veriler

Bileşen	Alıkonma Süresi	R ²
<i>L-Aspartik Asit</i>	1,578	1,000
<i>L-Glutamik Asit</i>	2,179	1,000
<i>L-Asparajin</i>	3,831	0,999
<i>L-Serin</i>	5,240	1,000
<i>L-Glutamin</i>	5,654	1,000
<i>L-Histidin</i>	6,735	1,000
<i>L-Glisin</i>	7,094	1,000
<i>L-Treonin</i>	7,216	1,000
<i>L-Arjinin</i>	7,544	1,000
<i>L-Alanin</i>	8,105	1,000
<i>L-Tirozin</i>	8,846	1,000
<i>L-Sistein</i>	9,866	1,000
<i>L-Valin</i>	11,052	1,000
<i>L-Metiyonin</i>	11,268	1,000
<i>L-Triptofan</i>	11,641	1,000
<i>L-Fenilalanin</i>	12,210	1,000
<i>L-Izolösin</i>	12,366	1,000
<i>L-Lösin</i>	12,668	1,000
<i>L-Lizin</i>	13,010	0,996
<i>L-Prolin</i>	19,960	1,000

2.3.4. İstatistiksel analiz

Elde edilen sonuçlar varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur (SPSS 23, Chicago, IL, ABD). Ortalamalar Tukey'in post-hoc testi ile karşılaştırılmıştır (p<0,05). Sonuçlar ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir. Bunun dışında Pearson korelasyonunun ısı haritası grafiği (heatmap), kümeleme grafiği (clustermap) ve PCA grafikleri sklearn, numpy, seaborn, prince, matplotlib ve pandas gibi kütüphaneler kullanılarak python yazılım dili kodlanmış ve Jupyter Notebook ile görselleştirilmiştir.

Çizelge 3. Aminoasit analizi analitik koşulları

HPLC Cihaz Parametreleri	
Cihaz	Shimadzu Prominence- <i>i</i> LC-2030C
Dedektör	Diode Array dedektör ve Floresans
Kolon	GLScience, Inertsil ODS-3, 3 µm, 4,6x100mm
Mobil Faz A	20 mM potasyum fosfat tamponu
Mobil Faz B	ACN:MeOH:Su [45:40:15]
Akış Hızı	1,0 mL/dk.
Kolon Fırın Sıcaklığı	40°C
Analiz Süresi	29 dk
Enjeksiyon Hacmi	10 µL

3. Bulgular ve tartışma**3.1. Fiziko-kimyasal özellikler**

Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği'ne göre (emülsifiye et ürünlerinde) salam ürünlerinde nem miktarının toplam et proteinine oranının 6,5'in altında olması gerekliliği bildirilmiştir (Anonim, 2019). Araştırmamız kapsamında nem değerlerinin örnekler arasında istatistiksel anlamda farklılık görülmüştür ($p<0,05$). Nem değerleri açısından; nohut unu (NU) ve peynir altı suyu tozu (PAST)

ilave edilen grupların en yüksek değere sahip oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 4). Bu iki grupta kullanılan protein kaynağının su bağlama yeteneğinin diğer kaynaklara göre daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Nem değerleri için SP, CV ve KU grupları arasında istatistiksel anlamlı bir farklılık görülmemiştir ($p>0,05$). Bal kabağı unu (BU) ilaveli grubun ise nem değeri en düşük olarak tespit edilmiştir.

Fiziko-kimyasal analiz sonuçlarına göre kül değerleri açısından, gruplar arasında istatistiksel anlamda farklılıklar gözlenmiştir ($p<0,05$). En yüksek kül değeri K grubunda, en düşük kül değeri ise PAST grubunda tespit edilmiştir.

En yüksek protein değeri SP numunesinde bulunmuş olup SU ve BU numunelerinin protein değerleri istatistiksel anlamda aynı grupta yer almıştır ($p<0,05$). Bu bağlamda *Spirulina platensis*, soya unu ve bal kabağı unu ilavesinin salamda protein değeri açısından pozitif yönde etkili olduğu söylenebilir. En düşük protein değeri ise PAST ilaveli salam örneğinde bulunmuştur.

Toplam yağ analizine göre en yüksek değer SP grubunda belirlenmiş olup, istatistiksel anlamda her bir grup açısından anlamlı farklılıklar saptanmıştır ($p<0,05$).

SP grubunda en yüksek pH değeri tespit edilirken en düşük pH, SU grubunda tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Çizelge 4. Salam örneklerinin fiziko-kimyasal özellikleri

Örnekler	Nem (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)	pH
K	64,92±0,01 ^{ab}	1,44±0,02 ^a	24,59±0,26 ^d	6,66±0,02 ^f	6,08±0,01 ^h
SP	64,82±0,20 ^{bc}	1,35±0,01 ^c	26,08±0,33 ^a	7,82±0,01 ^a	6,24±0,02 ^a
CV	64,71±0,61 ^{bc}	1,26±0,03 ^e	25,25±0,43 ^{bc}	6,95±0,02 ^e	6,19±0,01 ^g
PAST	65,09±0,09 ^a	1,05±0,02 ^f	19,26±0,01 ^e	7,67±0,01 ^b	6,13±0,01 ^c
SU	64,36±0,18 ^c	1,27±0,02 ^e	25,63±0,48 ^{ab}	7,33±0,08 ^c	6,02±0,01 ^b
MU	64,59±0,07 ^c	1,36±0,01 ^c	25,02±0,15 ^{cd}	7,00±0,01 ^e	6,11±0,02 ^e
NU	65,14±0,02 ^a	1,26±0,01 ^e	25,28±0,11 ^{bc}	6,62±0,10 ^f	6,12±0,01 ^d
BU	62,49±0,52 ^d	1,37±0,01 ^c	25,74±0,05 ^{ab}	7,23±0,04 ^d	6,09±0,01 ^{fg}
KU	64,86±0,14 ^{bc}	1,31±0,01 ^d	24,80±0,27 ^{cd}	6,65±0,07 ^f	6,20±0,01 ^b

*Aynı sütündeki farklı küçük harfler istatistiksel anlamlı farklılıkları göstermektedir ($p<0,05$)

Abdullah vd., (2018) yaptıkları çalışmada, dana sosise soya unu (okara) eklenmesinin ürünün nem, yağ ve protein içeriğinde azalmaya neden olurken ham lif, kül ve karbonhidrat içeriğinde artışa neden olduğunu gözlemlemişlerdir. Grizotto vd. (2012) bitki bazlı protein ile ikame edilen et ürünlerinde

kül, lif ve proteinde artış, nem ve yağ içeriğinde ise azalma olduğunu bildirmiştir. Van piyasasında tüketime sunulan salam ve sosislerin çeşitli kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin incelendiği bir çalışmada ise salam örneklerinin ortalama nem değerlerinin %54,53 kül değerlerinin

ise ortalama %3,04 olduğu bildirilmiştir (Elibol, 1996). Kuyumcu (1999), Ankara piyasasında satışı sunulan çeşitli et ürünlerinin özelliklerini incelediği bir çalışmada salam örneklerinin ortalama nem değerlerinin %61,3±1,4 ve kül değerlerinin de %2,9±0,4 olduğunu tespit etmiştir. Araştırmamız kapsamında numunelerde belirlenen nem, protein ve yağ değerleri daha önceki çalışmalara (Elibol, 1996; Kolsarıcı vd., 1986; Kuyumcu, 1999) benzer bulunurken, kül miktarı açısından ise daha düşük düzeylerde oldukları belirlenmiştir. Kara vd. (2021) Afyonkarahisar'da tüketime sunulan sucuk, salam ve sosis örneklerinde renk (L, a, b), su aktivitesi (a_w), pH ve tekstür profillerini inceledikleri çalışmalarında, salam örnekleri için pH değerini 6,30 olarak tespit etmişlerdir. Marti-Quijal vd. (2019) yaptıkları çalışmada, domuz eti kaynaklı sosis üretiminde *Spirulina platensis* ilavesinin bizim çalışmamıza benzer olarak en yüksek pH değerini gösterdiğini gözlemişlerdir. Yaptığımız çalışmada, en yüksek pH değeri 6,24 ile SP grubunda saptanmış olmakla birlikte tüm örneklerin pH değerinin 6,40'dan düşük bulunması; TKG Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği'ne uygun olduklarını göstermiştir. pH düzeyinin diğer protein analoglarına göre *Spirulina* ve *Chlorella* ilaveli örneklerde daha yüksek belirlenmesi bu mikroalglerin optimum gelişmeleri için pH 7-11 gibi alkali ortama ihtiyaç duymaları ve elde edilen biyokütle için de pH değerinin nötr veya daha yüksek olması ile açıklanabilir.

3.2. Tekstürel özellikler

Enstrümental ve duyuusal yöntemlerle değerlendirilen tekstür; doku, aroma ve lezzet gibi çok sayıda özellik ile ilişkilendirilmektedir (Erdemir ve Karaoğlu, 2021). Tüketici tarafından ürünün kabul edilebilirliği ve duyuusal kalitesini değerlendirmek için kullanılan en temel kriterlerden biri olan tekstür analizi sonuçları incelendiğinde (Çizelge 5); K, MU ile NU örneklerinin en yüksek ve SP ile PAST örneklerinin ise en düşük kesme işi değerine sahip oldukları gözlenmiştir ($p<0,05$). Kontrol örneği ile karşılaştırıldığında diğer protein analoglarına kıyasla NU ve MU ilavesinin salamda kesme işi anlamında artış sağladığı söylenebilir. Kesme, "çiğnenbilirlik" olarak ifade edilmekle birlikte, daha çok et, balık ve kanatlı ürünleriyle ilişkilendirilen dokusal bir özelliktir. Bu özellik, ürünün dış etki ile parçalanmasının belirlenmesidir ve eğrinin altındaki toplam pozitif alan olarak hesaplanmaktadır. Kesme işi ise bu testin gerçekleştirilmesi için gerekli olan toplam iş

gücünü tanımlamaktadır. Daha yüksek alan değeri, daha yüksek miktarda enerji kullanılmasını gerektirmekte ve örneğin daha zor kesildiğine/çiğnendiğine vurgu yapmaktadır. Bu durumda SP ve PAST ilavelerinin protein yapıları arasındaki bağlanmayı azalttığı ve diğer salam gruplarına göre çiğnenmeleri/kesilmeleri için daha az güce ihtiyaç duyulduğu söylenebilir (Abdhalai vd., 2014; Babu vd. 2020).

Etler kesim şekline göre değişen miktarlarda olmak üzere çoğunlukla kas/lifler ile yağ içermektedirler. Bu durum etin en doğal haliyle bile homojen olmayan bir gıda maddesi olduğunu göstermektedir. Salam gibi emülsifiye ürünler ise hayvanların çeşitli bölgelerinde bulunan et gruplarından elde edildikleri için hem kas doku hem de yağ içeriği bakımından farklılıklar göstermektedirler. Aynı zamanda üretim prosesi gereği de çeşitli katkı maddeleri içermektedirler. Salamın stabil tekstürel özelliklerini garanti altına almak için farklı kesim, öğütme ve pişirme gibi işlem parametrelerinin ürünün nihai dokusuna etkilerinin anlaşılması önemlidir. Tekstürel özellikler de dahil olmak üzere reolojik davranışı belirlemek için en sık kullanılan enstrümental yöntemlerden birisi olan Tekstür Profil Analizi (TPA) testinde, ilk sıkıştırma eğrisinden tespit edilen "sertlik" numuneyi belli bir düzeye kadar deforme etmek için gereken kuvvet veya ilk sıkıştırma için gereken maksimum kuvvet olarak tanımlanmaktadır (Nishinari vd., 2013; Peleg, 2019; Srilakshmi, 2020). Çizelge 5'te görüldüğü gibi gıda maddelerinde uygulanan herhangi bir etkiye karşı gösterilen güç olarak belirlenen sertlik parametresi açısından istatistiksel anlamda en yüksek değer; aynı grupta yer alan kontrol, MU ve NU gruplarında saptanmıştır. En düşük sertlik değerine sahip olan SP, CV ve PAST gruplarının dış etkilere karşı daha kırılabilir oldukları gözlenmiştir ($p<0,05$). Bu durum üç analogun lif içeriklerinin diğer analoglara göre daha düşük olması nedeniyle et protein ağı ile zayıf etkileşim göstermelerinden kaynaklanabilir.

Miyofibriler proteinlerin, etin toplam protein içeriğinin %60'ını oluşturduğunu bildiren Bertola vd. (1994), ısı ile üretilen et ürünlerinde miyofibriler proteinlerin denatüre olduğunu ve sertliğin arttığını vurgulamışlardır.

Diyet lifleri et endüstrisinde, yüksek su ve yağ tutma kapasiteleri, nötr bir kokuya sahip olmaları ile ürünlerin dilimlenmesini iyileştirme, sertlik düzeyini geliştirme ve formülasyon maliyetlerinde azalma sağlamaları gibi fonksiyonel ve teknolojik özelliklerinden dolayı özellikle emülsifiye ürün

uygulamalarında yağ ikamesi olarak kullanılmaktadırlar (Sánchez-Alonso vd., 2007; Yang vd., 2007; Piñero vd., 2008; Schmiele vd., 2015). Barretto vd. (2015) yaptıkları çalışmada buğday lifi miktarının artması ile Bologna sosisinin emülsiyon sertliğinin arttığını gözlemlemişlerdir. Yang vd. (2009), ördek etinden üretilen az yağlı sosislerin kalite ve tekstürel özellikleri üzerine doku değiştirici ajanlar olarak pirinç, buğday, mısır, darı ve arpa gibi farklı tahıl unlarının etkisini inceledikleri çalışmalarında yapılan tekstür analizinde, tahıl unları veya sığır yağı ilave edildiğinde sertlik değerinin önemli ölçüde azaldığını ve en düşük sertlik değerinin pirinç unu ilaveli örneklerde olduğunu gözlemlemişlerdir. Tahılların sahip oldukları β -glukan ve arabinoksilan gibi diyet lif, dirençli nişasta ve oligosakkaritlerin su tutma kapasitelerinin yüksek olduğunu ve yağ tarafından sağlanan dokusal nitelikleri sağlayabildikleri için yağ ikamesi olarak

kullanılabileceklerini vurgulamışlardır. Benzer şekilde Pereira vd. (2016) su bağlama özelliğini geliştirerek yağı azaltılmış sosisin tekstürel özelliklerini incelediği çalışmalarında pirinç unu ilavesinin kontrol örneğine göre sertlik değerini önemli ölçüde artırdığını bulmuşlardır. López-López vd. (2009), sosis ve düşük tuzlu et/su emülsiyonlarına kahverengi bir makroalg olan *Himantalia elongata* ilave edildikten sonra sertlik ve çignenebilirlik değerlerinde bir artış olduğunu ifade etmişlerdir. Park vd. (2017), tam karabuğday unu ile formülize edilmiş domuz sosislerinin depolama sırasında kalite özelliklerinin artırılmasına yönelik çalışmalarında, karabuğday unu ilavesinin kontrol numunesine göre sosislerin sertliğini, yapışkanlığını ve çignenebilirliğini etkilemediğini, ancak karabuğday unu arttıkça esneklik ve yapışkanlığının azaldığını gözlemlemişlerdir.

Çizelge 5. Salam örneklerinin tekstürel özellikleri

Örnekler	Kesme işi (Work of Toughness) (N/mm.sec)	Sertlik (Firmness) (N/mm)
K	21,28±1,82 ^a	2,29±0,52 ^a
SP	14,81±1,02 ^d	1,60±0,09 ^b
CV	18,86±2,37 ^{abc}	1,68±0,21 ^b
PAST	14,73±0,04 ^d	1,63±0,08 ^b
SU	17,04±0,64 ^{bcd}	1,99±0,52 ^{ab}
MU	20,93±1,05 ^a	2,40±0,08 ^a
NU	20,53±0,96 ^{ab}	2,21±0,11 ^a
BU	16,86±4,12 ^{cd}	1,86±0,30 ^{ab}
KU	18,41±1,03 ^{abc}	1,91±0,46 ^{ab}

*Aynı sütündeki farklı küçük harfler istatistiksel anlamlı farklılıkları göstermektedir ($p<0,05$)

3.3. Renk değerleri

Salam üretimine mikroalg proteinlerinin dahil edilmesinden sonra renk parametrelerinin önemli ölçüde değiştiği gözlenmiştir (Çizelge 6). PAST ilavesi ile üretilen salam örneklerinde rengin parlaklığı-mathlığı ya da açıklığı-koyuluğu anlamına gelen L^* değeri en yüksek olarak belirlenmiştir. L^* değeri açısından SP ve CV grupları en düşük değerde bulunmuştur ($p<0,05$). CV ve SP grupları düşük a^* renk özelliği ile yeşil rengi barındıran gruplar olmuştur. Bu grupların haricindeki gruplar kırmızı renge yakınlık göstermektedir. BU numunesi b^* değeri ile en yüksek tespit edilirken, SP numunesi en düşük

tespit edilmiştir ($p<0,05$). Tüm gruplar sarı renge yakınlık göstermektedir. Renk doygunluğunu ifade eden Chroma, kontrol grubunda en yüksek değerde bulunmuştur ($p<0,05$). Bundan dolayı kontrol numunesinin canlı renklerde olduğu tespit edilmiştir. Ürünlerde renk veya ton açısı olarak bilinen Hue değerleri bakımından CV numunesi en yüksek bulunurken, K grubunda ise en düşük Hue değeri bulunmuştur ($p<0,05$). Hue değerleri 0° - 90° arasında olduğundan örneklerin çoğu kırmızı-sarı bölgede ama sarıya daha yakın değerlerde oldukları tespit edilmiştir. Sadece CV değeri yeşil bölgeye daha yakındır.

Çizelge 6. Salam örneklerinin renk özelliklerinin değerlendirilmesi

Örnekler	L*	a*	b*	Chroma	Hue
K	59,53±0,08 ^{ab}	10,38±0,11 ^a	18,93±0,05 ^{abc}	21,59±0,08 ^a	61,27±0,24 ^d
SP	43,83±0,58 ^d	1,49±0,14 ^d	16,91±0,27 ^f	16,98±0,25 ^e	84,97±0,55 ^b
CV	48,38±0,40 ^d	-1,00±0,08 ^e	18,97±0,44 ^{ab}	18,99±0,43 ^d	93,03±0,33 ^a
PAST	61,17±1,28 ^a	8,53±0,05 ^c	17,44±0,43 ^{ef}	19,42±0,41 ^d	63,92±0,43 ^c
SU	59,39±0,14 ^b	9,59±0,17 ^{ab}	18,34±0,18 ^{bcd}	20,69±0,23 ^{abc}	62,39±0,22 ^{cd}
MU	59,85±0,63 ^{ab}	9,28±0,25 ^{bc}	18,78±0,22 ^{abc}	20,94±0,31 ^{ab}	63,70±0,34 ^c
NU	60,21±0,29 ^{ab}	9,59±0,86 ^{ab}	18,14±0,35 ^{cde}	20,52±0,71 ^{bc}	62,17±1,70 ^{cd}
BU	57,68±0,14 ^c	9,30±0,25 ^{bc}	19,38±0,07 ^a	21,50±0,15 ^{ab}	64,37±0,58 ^c
KU	59,23±0,44 ^{bc}	9,49±0,52 ^{abc}	18,76±0,35 ^{abc}	21,02±0,49 ^{ab}	63,18±1,11 ^{cd}

*Aynı sütündeki farklı küçük harfler istatistiksel anlamlı farklılıkları göstermektedir ($p<0,05$)

Yang vd. (2009) ördek eti sosislerinde pirinç, buğday, mısır, darı ve arpa gibi tahıl unlarını yağ ikamesi olarak denemişler; L* ve a* değerlerinin düşük b* değerinin ise yüksek olduğunu gözlemlemişler ve emülsiyon renk parametrelerinin yağ, su içeriği ile ısıl işlemde etkilendiğini bildirmişlerdir. Marti-Quijal vd. (2019) farklı protein kaynaklarının sosis formülasyonuna dahil edilmesinin parlaklık (L*) ve kırmızılık (a*) renk parametreleri üzerinde

önemli ölçüde etkili olduğunu; fasulye proteini ile yapılan taze domuz sosisi örneklerinde L* değeri daha yüksek iken, alg proteinleri (*S. platensis* ve *C. vulgaris*) ile hazırlanan numunelerde a* değerinin en düşük olduğu ve sarılık (b*) değerinin ise protein kaynağı ilavesinden etkilenmediğini belirtmişlerdir. Kara vd. (2021) ise piyasadan aldıkları salam örneklerinin renk değerlerini sırasıyla 56,64; 19,78 ve 11,85 olarak saptamışlardır.

Çizelge 7. Salam örneklerinin duyuşsal özelliklerinin değerlendirilmesi

Örnekler	Kesit Yüzevi	Su ve Yağ Bağlama	Yapısal Homojenlik	Koku	Lezzet	Renk	Genel Kabul Edilebilirlik**
K	7,57±1,13 ^{ab}	8,29±0,76	7,86±1,07 ^{ab}	7,29±1,60	6,57±0,79	7,57±0,53 ^{ab}	8,00±1,53
SP	6,14±1,71 ^{abc}	7,14±0,69	6,29±0,76 ^b	5,86±2,41	6,86±2,73	6,86±0,38 ^{abc}	6,86±2,27
CV	5,57±1,62 ^c	7,29±0,76	7,00±1,15 ^{ab}	6,00±2,45	6,86±2,73	7,14±0,69 ^{ab}	7,14±2,41
PAST	6,29±0,49 ^{abc}	7,29±1,38	6,71±1,25 ^b	6,29±0,95	6,00±1,15	6,43±0,79 ^{bc}	6,14±0,90
SU	5,71±1,50 ^{bc}	7,14±0,69	6,86±0,69 ^{ab}	6,14±1,07	6,29±1,38	5,71±0,76 ^c	6,71±1,11
MU	6,57±1,13 ^{abc}	8,00±0,82	7,29±0,95 ^{ab}	6,86±0,69	7,29±0,76	7,29±0,95 ^{ab}	6,57±1,40
NU	7,14±0,38 ^{abc}	7,86±0,38	7,29±0,49 ^{ab}	7,00±0,58	7,57±0,53	7,43±0,53 ^{ab}	7,14±0,90
BU	7,57±0,79 ^{ab}	7,71±0,76	7,29±0,95 ^{ab}	6,86±0,69	7,43±0,79	6,86±0,69 ^{abc}	6,71±0,76
KU	7,86±0,69 ^a	8,43±0,79	8,43±0,79 ^a	7,57±0,79	7,00±0,82	7,86±0,69 ^a	8,00±0,82

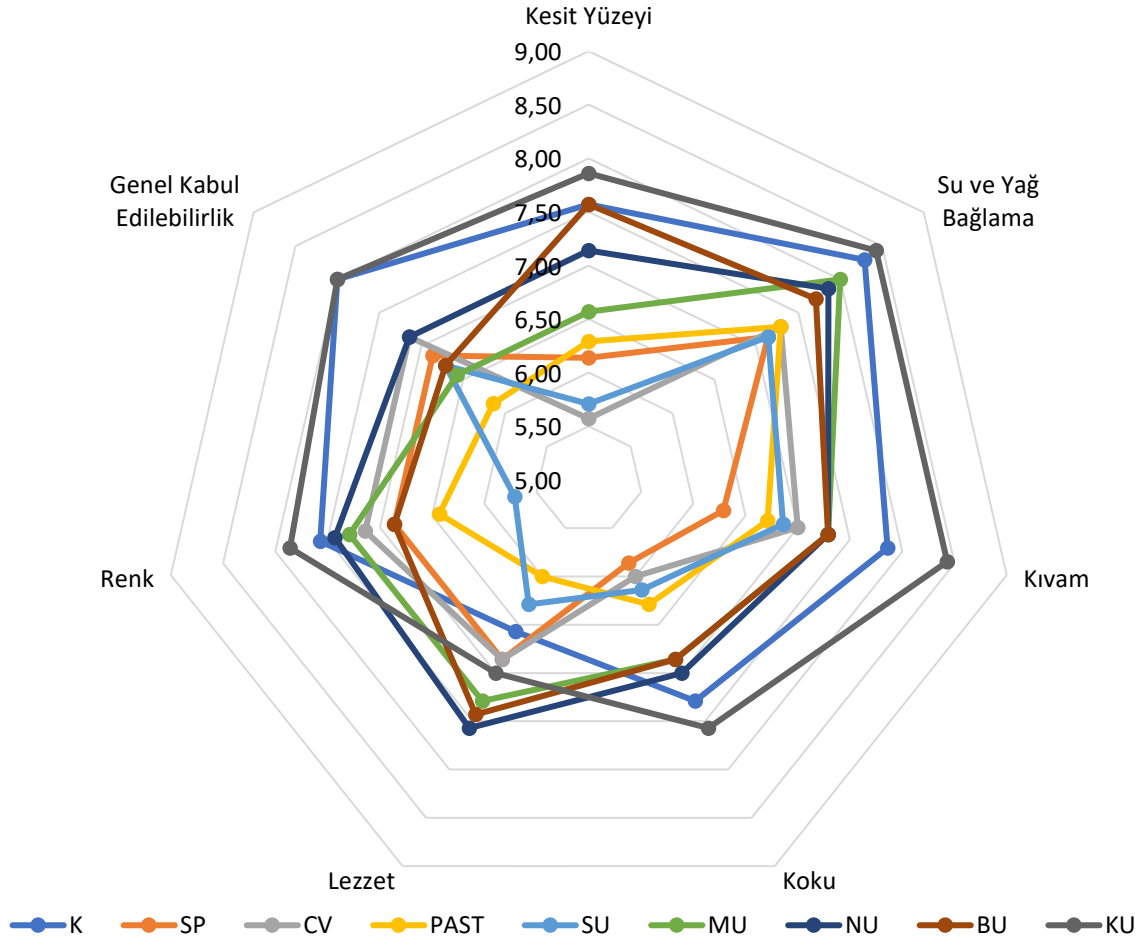
*Aynı sütündeki farklı küçük harfler istatistiksel anlamlı farklılıkları göstermektedir ($p<0,05$)

** (1: hiç beğenmedim, 10: çok beğendim.)

3.4. Duyusal özellikler

Salam örneklerinin duyuşsal analiz sonuçları değerlendirildiğinde (Çizelge 7), genel kabul edilebilirlik açısından tüm örnekler beğenilmiştir. Genel kabul edilebilirlik parametresi açısından istatistiksel bir fark oluşmamasıyla birlikte ($p>0,05$) aritmetik olarak en yüksek kabul edilebilirlik değeri kontrol ve karabuğday unu ilaveli gruplarda belirlenmiştir

Duyusal değerlendirme sonuçlarının daha iyi anlaşılabilmesi için örümcek ağı diyagramı oluşturulmuştur (Şekil 1). İstatistiksel anlamda gruplar arasında su ve yağ bağlama, koku, lezzet ve genel kabul edilebilirlik parametreleri açısından anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Kesit yüzevi, yapısal homojenlik ve renk parametrelerinde en çok beğeni alan grup %1 karabuğday ilavesi ile üretilen sığır eti kaynaklı salam örneği olmuştur ($p<0,05$).



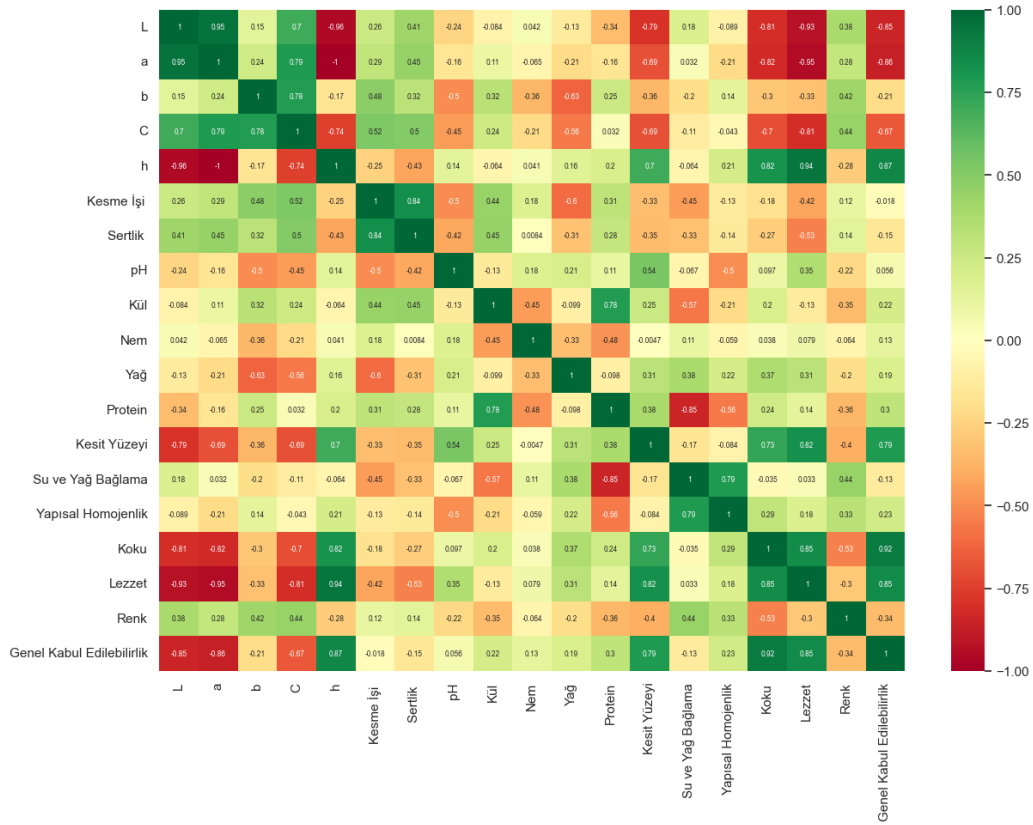
Şekil 1. Salam örneklerinin duyu değerlendirmesine dair örümcek ağı diyagramı

3.5. Salam örneklerinin çeşitli özellikleri arasındaki korelasyonun değerlendirilmesi

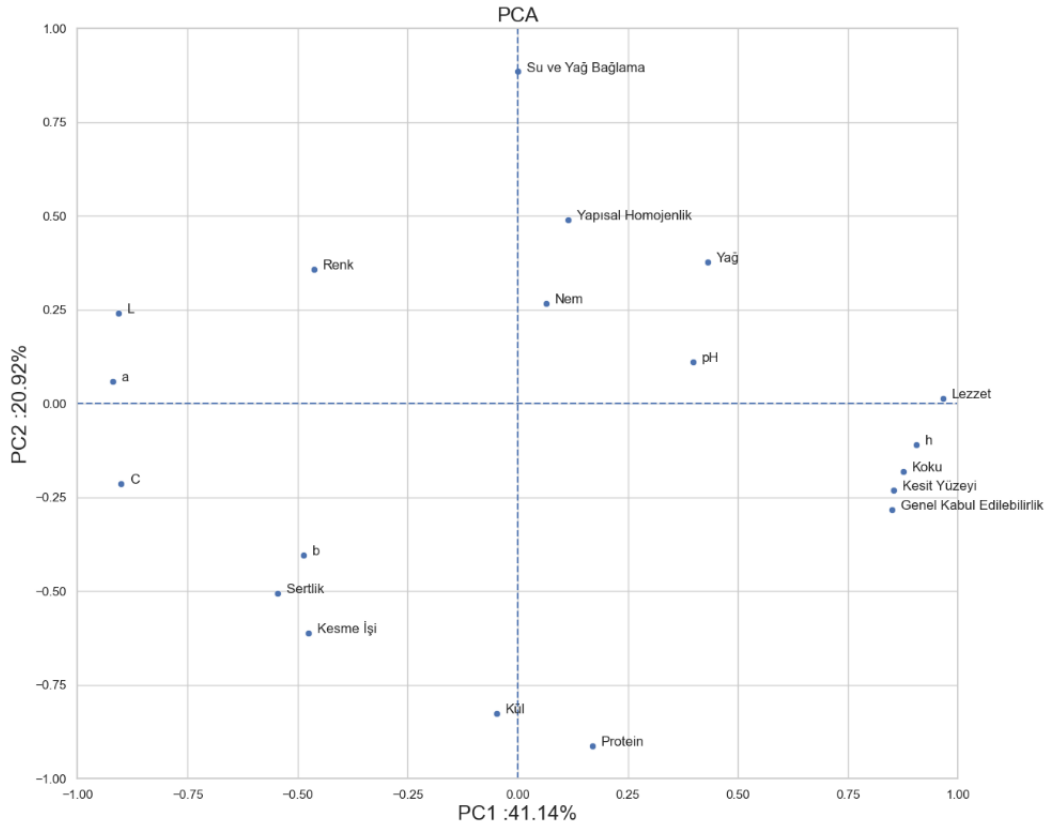
Salam örneklerinin fizikokimyasal, renk, tekstür ve duyu özellikleri arasındaki Pearson korelasyonu Şekil 2’de verilmiştir. Buna göre 0,7’den yüksek olan korelasyonlar sırasıyla L*-a* (0.946), h-Lezzet (0.941), Koku-Genel Kabul Edilebilirlik (0.921), h-Genel Kabul Edilebilirlik (0.869), Lezzet-Genel Kabul Edilebilirlik (0.854), Koku-Lezzet (0.848), Kesme İşi -Sertlik (0.840), Kesit Yüzeyi-Lezzet (0.823), h-Koku (0.819), a*-C (0.788), Kesit Yüzeyi-Genel Kabul Edilebilirlik (0.787), Su ve Yağ Bağlama-Yapısal Homojenlik (0.787), Kül-Protein (0.780), b*-C (0.779), Kesit Yüzeyi-Koku (0.733) ve L*-C (0,703) olarak güçlü pozitif korelasyonlara sahip özellikler olarak bulunmuştur. Buna karşın -0,7’den küçük olan korelasyonlar sırasıyla a*-h (-0.997), L*-h (-0.960), a-Lezzet (-0.947), Lezzet-L** (-0.928), a-Genel Kabul Edilebilirlik (-0.863), L*-Genel Kabul Edilebilirlik (-0.851), Su ve Yağ Bağlama-

Protein (-0.849), a*-Koku (-0.822), C-Lezzet (-0.809), L*-Koku (-0.805), L*-Kesit Yüzeyi (-0.794), C-h (-0.743) ve C-Koku (-0.701) olarak güçlü negatif korelasyona sahip özellikler olarak bulunmuştur.

Şekil 3’te PCA yük grafiği paylaşılmış olup 19 öz nitelikten beslenen veri seti 2 boyutta varyansın %62,06’sını açıklamaktadır. PC1 düzeyinde en önemli özellikler pozitif anlamda bu bileşeni etkileyen lezzet (0,966), h değeri (0,905), koku (0,877), kesit yüzeyi (0,853), genel kabul edilebilirlik (0,849) şeklinde sıralanırken a* değeri (-0,920), L* değeri (-0,906), C değeri (-0,901), Sertlik (-0,545) değerleri PC1 bileşenine negatif bir katkıda bulunmaktadır. Aynı şekilde PC2 düzeyinde önemli olan bileşenlerden su ve yağ bağlama (0,885) PC2 bileşenine olumlu katkıda bulunurken protein (-0,914), kül (-0,826), kesme işi (-0,613) ve sertlik (-0,505) değerleri PC2 bileşenine negatif katkıda bulunan önemli öz nitelikler olarak tespit edilmiştir.



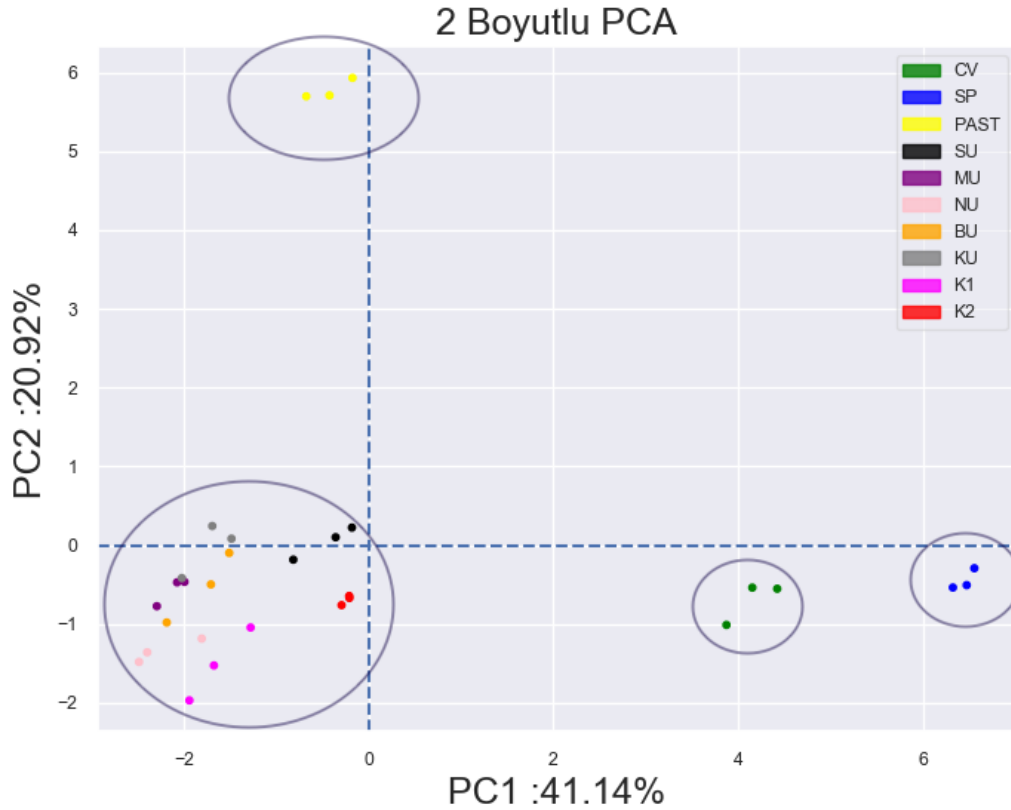
Şekil 2. Salam örneklerinin fizikokimyasal, renk, tekstür ve duyu özellikleri arasındaki korelasyonlar



Şekil 3. PCA yük grafiği (PCA loading)

Şekil 4'te ise üretilen salam numunelerinin 2 boyutlu PCA'da konumlanmış skor grafiği verilmiştir. Şekilden görüldüğü üzere CV ve SP örnekleri 1. temel bileşen üzerinde ayrılırken PAST örneği 2. bileşen üzerinde pozitif dağılmıştır. Diğer örnekler ise birlikte göreceli olarak 1. ve 2. temel bileşene negatif katkıda bulunan lokasyonda kümelenmiştir. CV ve SP örneklerinin kümelenmediği bölgeye gidildikçe

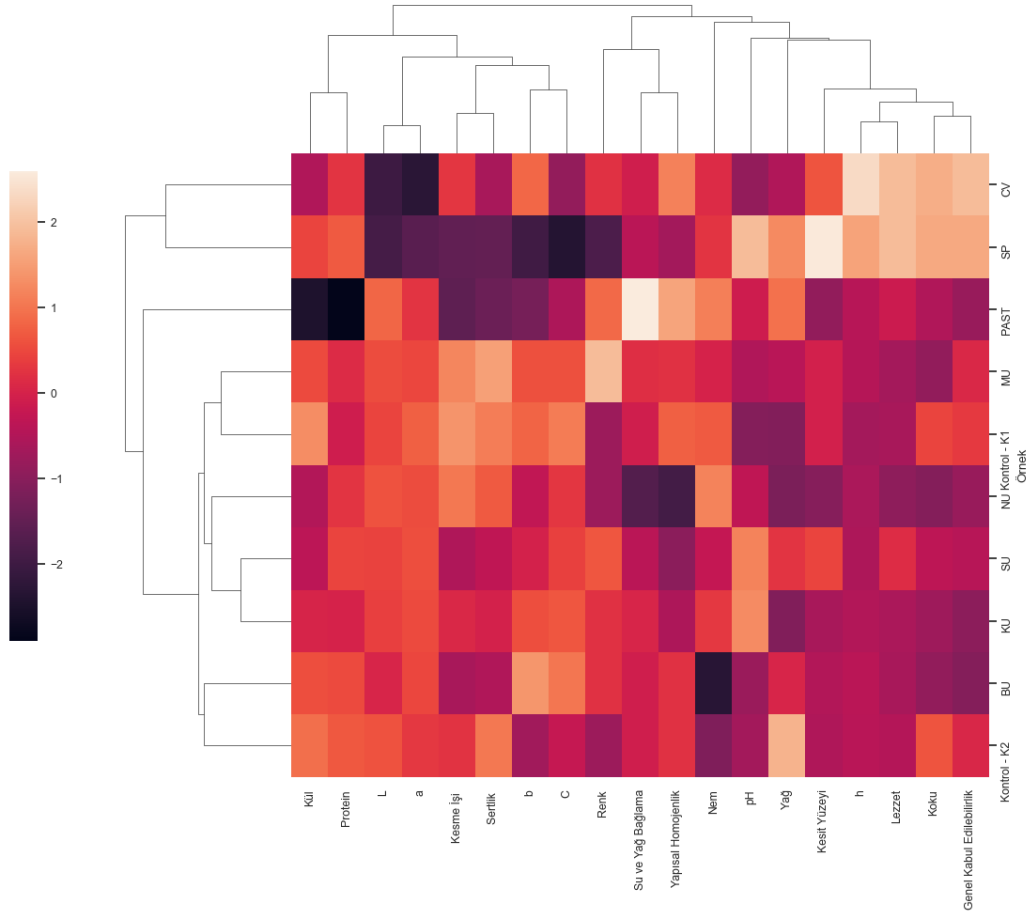
lezzet, h değeri, koku, kesit yüzeyi ve genel kabul edilebilirlik özellikleri artmaktayken PAST örneğinin kümelenmediği bölgede su ve yağ bağlama ve renk değerlerinde artış ile karakterize olmaktadır. Bu bölgelerin dışında kalan diğer numuneler ise iki temel bileşenin negatif olarak kesiştiği c değeri, b değeri, sertlik ve kesme işinin artışı ile karakterize olan bölgede yer almaktadır.



Şekil 4. Salam numunelerinin 2 boyutlu PCA skor grafiği

Şekil 5'te özellikler arasında ve örnekler arasında hiyerarşik kümeleme gerçekleştirilmiş olup kümeleme haritası (clustermat) vasıtasıyla görselleştirilmiştir. Bu şekilden anlaşılacağı üzere salam örnekleri ilk olarak 2 büyük kümeye ayrılmış olup ilk kümede alg ilaveli CV ve SP örnekleri yer alırken 2. kümede diğer örnekler yer almaktadır. 2. küme altında PAST numunesi ve diğer örnekler ana kümeyi oluşturmaktadır ve PAST numunesi diğer numunelerden taşıdığı özellikler bakımından ayrılmaktadır. Bu şekilde bir kümelenme PCA skor grafiğinde de tartışıldığı üzere birbirinden farklı yerlerde konumlanmış CV, SP ve PAST örnekleri

için de teyit edici niteliktedir. Özniteliklere bakıldığında ise ilk kümede kül, protein, L*, a*, b*, C, kesme işi, sertlik gibi cihazlar ile ölçülen nicel değerler toplanırken ikinci kümede renk, su ve yağ bağlama, yapısal homojenlik, nem, pH, yağ, kesit yüzeyi, h, lezzet, koku ve genel kabul edilebilirlik gibi daha çok duyuşsal parametrelerin önemli olduğu bir küme oluşmuştur. En yakın özellikler ise ilk kümede sırasıyla L*-a* değerleri, kesme işi-sertlik, kül-protein, b*-C arasında saptanırken ikinci kümede sırasıyla lezzet-h değeri, koku-genel kabul edilebilirlik, su ve yağ bağlama-yapısal homojenlik arasında saptanmıştır.



Şekil 5. Örnekler ve öznelilikler kullanılarak görselleştirilen kümeleme haritası (clustermap)

3.6. Serbest aminoasit bileşiminin protein ilavesi ile değişiminin değerlendirilmesi

Farklı protein analogları kullanımının salam örneklerinin aminoasit içeriği üzerindeki etkisi Çizelge 9'da gösterilmiştir. Salam örneklerinde asparajin, glisin, treonin, arjinin, tirozin, metionin, triptofan, lösin ve izölösün aminoasitlerinin miktarları açısından anlamlı farklılıklar bulunmamıştır ($p>0,05$). Birden fazla karboksilik asit içeren asidik karakteristikteki aspartik asit ve glutamik asit ile nötr bir aminoasit olan asparajin içerikleri tüm örneklerde düşük bulunmuştur. Bununla birlikte yine nötr bir aminoasit olan glutamin içeriği ise örneklerde en yüksek konsantrasyonda bulunan aminoasit olarak belirlenmiştir. İki karboksil grubuna sahip aspartik ve glutamik asit, azot ile birleştiği zaman asit amidleri olan asparajin ve glutamin oluşmaktadır. Aspartik ve glutamik asidin pH 7'de negatif olan yükünün aksine glutamin ve asparajin yüksüzdürler. Glutamik asit metabolizmada sinir hücrelerinin birbiriyle iletişim kurmasında yani nörotransmitter olarak da görev alırken, glutamin bağırsak sağlığı ve bağırsıklık sistemi ile

ilişkilendirilmektedir. En yüksek aspartik asit *Chlorella vulgaris* ilaveli örnekte belirlenmiş olup, soya unu ilaveli örnek ile arasında anlamlı farklılık olmayıp ($p>0,05$) diğer örnekler arasında anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0,05$). En yüksek serin değerleri bal kabağı unu ilaveli (72,60 mg/kg) ve *Chlorella vulgaris* ilaveli (66,72 mg/kg) örneklerde saptanmıştır. Fenilalanin en yüksek değeri *Chlorella vulgaris* ilavesi (61,23 mg/kg) ile üretilen salam örneğinde bulunmuştur. Lisin değeri en yüksek *Chlorella vulgaris* ilaveli grubunda gözlenirken, bal kabağı unu ilaveli örnek hariç, tüm örnekler ile arasındaki farklılık anlamlı olarak belirlenmiştir ($p<0,05$). Bu sonuçlara göre *Chlorella vulgaris* ilavesinin aminoasit profili üzerine etkisinin olumlu olduğu söylenebilir. Kontrol örneğinde glutamik asit değeri 16,26 mg/kg iken en yüksek sonuç 28,51 mg/kg soya unu ilaveli salam örneğinde belirlenmiş olup diğer örnekler ile arasında anlamlı farklılık olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). Bununla birlikte, örneklerin glutamin içeriği kontrol grubundan düşük olarak gözlenmiştir.

Çizelge 9. Salam örnekleri aminoasit analizi (ortalama ± standart sapma) (mg/kg)

Örnekler	K	SP	CV	PAST	SU	MU	NU	BU	KU	Sig
<i>Nötr aminoasitler</i>										
Alanin	427,10±12,73 ^{ab}	442,62±19,37 ^{ab}	382,42±3,04 ^b	410,57±63,57 ^{ab}	482,30±27,54 ^a	442,03±37,35 ^{ab}	454,05±8,20 ^{ab}	453,92±1,80 ^{ab}	420,56±60,65 ^{ab}	s
Glisin	104,15±31,08 ^a	111,31±4,16 ^a	100,88±5,21 ^a	89,21±19,11 ^a	108,22±3,57 ^a	112,66±6,88 ^a	106,73±10,27 ^a	122,00±16,23 ^a	101,62±15,80 ^a	ns
Izolösin	57,35±9,62 ^a	61,85±2,24 ^a	52,95±11,00 ^a	52,01±10,48 ^a	46,30±1,13 ^a	56,77±2,65 ^a	54,86±4,37 ^a	68,33±10,98 ^a	59,50±13,12 ^a	ns
Lösin	139,00±36,52 ^a	145,55±5,70 ^a	144,95±40,45 ^a	117,71±23,56 ^a	123,22±0,42 ^a	146,58±2,95 ^a	135,51±10,91 ^a	180,45±32,07 ^a	160,13±27,56 ^a	ns
Valin	78,43±22,22 ^{ab}	95,56±4,36 ^a	81,27±10,11 ^{ab}	77,53±14,80 ^{ab}	48,13±0,90 ^b	82,35±4,14 ^{ab}	76,07±7,88 ^{ab}	99,81±16,28 ^a	93,92±15,49 ^{ab}	s
Prolin	28,55±3,50 ^b	52,12±8,50 ^a	22,53±1,36 ^b	37,83±9,56 ^{ab}	43,68±5,82 ^{ab}	29,05±8,63 ^b	37,10±3,50 ^{ab}	41,03±10,27 ^{ab}	37,87±3,54 ^{ab}	s
Asparajin	7,78±1,43 ^a	8,17±2,02 ^a	7,98±0,19 ^a	7,27±0,85 ^a	7,75±0,07 ^a	8,56±0,30 ^a	7,80±0,46 ^a	8,57±0,95 ^a	8,90±0,95 ^a	ns
Glutamin	424,03±94,53 ^a	392,65±15,88 ^{ab}	340,55±19,20 ^{ab}	411,15±71,24 ^{ab}	227,05±4,14 ^b	410,23±24,27 ^{ab}	381,92±39,67 ^{ab}	414,06±80,63 ^{ab}	370,98±55,63 ^{ab}	s
Serin	59,37±16,02 ^{ab}	61,95±25,75 ^{ab}	66,72±1,48 ^a	48,71±11,83 ^{ab}	36,62±0,57 ^b	62,86±2,60 ^{ab}	60,42±7,46 ^{ab}	72,60±10,08 ^a	64,60±12,34 ^{ab}	s
Treonin	36,22±9,79 ^a	37,55±1,62 ^a	38,18±1,64 ^a	30,76±5,95 ^a	34,37±0,04 ^a	42,12±0,78 ^a	36,63±4,90 ^a	46,75±6,93 ^a	41,32±7,50 ^a	ns
Fenilalanin	27,38±10,16 ^b	38,51±1,64 ^{ab}	61,23±2,52 ^a	23,15±3,57 ^b	26,67±0,32 ^b	26,23±0,90 ^b	25,58±2,03 ^b	33,43±5,43 ^{ab}	30,58±3,20 ^b	s
Tirozin	53,58±8,50 ^a	57,31±1,88 ^a	34,21±3,16 ^a	51,66±14,65 ^a	44,83±0,62 ^a	59,92±5,44 ^a	53,37±1,59 ^a	65,13±10,52 ^a	61,43±17,80 ^a	ns
Triptofan	245,06±27,59 ^a	202,50±7,35 ^a	151,57±9,26 ^a	200,26±53,09 ^a	251,56±11,79 ^a	224,66±57,15 ^a	225,17±15,84 ^a	246,82±46,00 ^a	191,83±64,68 ^a	ns
Sistein	83,56±10,27 ^{ab}	67,12±2,50 ^{ab}	52,53±0,69 ^b	72,40±19,09 ^{ab}	85,10±4,95 ^{ab}	77,23±16,63 ^{ab}	76,31±3,13 ^{ab}	86,30±7,85 ^a	66,47±21,04 ^{ab}	s
Metiyonin	31,61±8,54 ^a	35,12±1,37 ^a	29,71±4,65 ^a	26,68±4,93 ^a	23,83±0,30 ^a	33,95±0,53 ^a	30,42±2,05 ^a	38,77±6,29 ^a	36,02±6,19 ^a	ns
<i>Bazik aminoasitler</i>										
Arjinin	58,77±16,72 ^a	60,61±2,30 ^a	59,98±0,55 ^a	51,46±9,92 ^a	51,13±0,09 ^a	64,92±1,45 ^a	67,58±6,17 ^a	73,75±12,87 ^a	65,98±10,87 ^a	ns
Histidin	21,38±5,57 ^{ab}	22,72±6,85 ^{ab}	19,48±7,27 ^b	20,62±3,89 ^{ab}	26,63±0,42 ^{ab}	29,71±0,37 ^a	22,86±1,22 ^{ab}	28,60±4,49 ^{ab}	26,11±5,53 ^{ab}	s
Lisin	56,98±1,79 ^b	54,88±1,57 ^b	121,80±5,98 ^a	34,42±4,67 ^b	42,03±0,94 ^b	59,21±5,46 ^b	54,40±3,64 ^b	72,12±14,32 ^{ab}	63,17±10,89 ^b	s
<i>Asidik aminoasitler</i>										
Aspartik Asit	3,63±0,05 ^c	3,83±0,36 ^c	4,35±0,07 ^a	3,62±0,25 ^c	4,27±0,04 ^{ab}	3,80±0,04 ^c	3,72±0,10 ^c	3,82±0,01 ^c	3,92±0,25 ^{bc}	s
Glutamik Asit	16,26±3,94 ^c	13,96±1,98 ^c	17,48±1,43 ^c	13,35±2,12 ^c	28,51±0,65 ^a	17,11±0,76 ^c	15,90±1,38 ^c	23,85±3,54 ^b	15,10±1,94 ^c	s

*Sig: İstatistiksel anlamlı farklılık; n.s.: anlamlı farklılık yoktur ($p>0,05$); s: anlamlı farklılık vardır ($p<0,05$).

* Aynı sütundaki farklı küçük harfler istatistiksel anlamlı farklılıkları göstermektedir ($p<0,05$)

*K: Kontrol grubu (temel salam hamuru); SP:%1 *Spirulina platensis* tozu içeren; CV: %1 *Chlorella vulgaris* tozu içeren; PAST:%1 peynir altı suyu tozu içeren; SU:%1 soya unu içeren; MU:%1 mercimek unu içeren; NU:%1 nohut unu içeren; BU:%1 bal kabağı unu içeren; KU:%1 karabuğday unu içeren

Chlorella ve *Spirulina* ilavesinin et ürünlerinde aminoasit konsantrasyonlarını artırdığı bildirilmiştir (Fleurence 1999; Dawczynski vd., 2007; López-López vd., 2009). Abdullah vd. (2018) okara unu ilavesinin dana sosisinin aminoasit kompozisyonu üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, okara unu ile ürettikleri sosilerin esansiyel amino asit içeriğini kontrol örneğinden farklı olarak bulmuşlardır. Bu farklılığın da okara unu ilave edilen sosilerde hayvan ve bitki proteinlerinin birlikte bulunmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Kontrol sosisinde treonin belirlenmesine rağmen, okara unu eklenmiş sığır sosisinde bu aminoasit tespit edilememiştir. Bu durum treoninin parçalanmasıyla asetaldehit ve glisin aminoasitlerinin oluşması sonucu glisinin serine dönüşmesiyle açıklanmıştır.

Salejda vd. (2022) Frankfurter tipi sosis üretiminde karabuğday kabuklarını biyoaktif bileşik kaynağı olarak değerlendirmişlerdir. Hayvansal proteine ilave olarak bitkisel protein kaynaklı aminoasitlerin de formülasyona dahil olmasıyla treonin, sistein, izolösin ile fenilalanin içeriğini bir kat geliştirirken, alanin ile tirozin içeriğini iki katı kadar geliştirdiğini ifade etmişlerdir.

4. Sonuç

Araştırmamızda farklı protein kaynakları kullanılarak salam üretimleri gerçekleştirilmiş olup üretilen salamların fiziko-kimyasal, duyuşsal ve aminoasit içerikleri belirlenmiştir. *Spirulina platensis*, *Chlorella vulgaris*, soya unu ve bal kabağı unu ilavesi ile üretilen salamların protein miktarında artış sağladığı belirlenmiştir. *Spirulina platensis* ile hazırlanan salam örneğı protein miktarı ve pH değeri açısından farklı bulunmuştur. Salam üretiminde mercimek unu kullanımının kesme işi ve sertlik parametrelerinde artış sağladığı görülmüştür. Kullanılan protein kaynağına bağılı olarak farklı salamlar arasında renk parametreleri açısından da önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. *Spirulina platensis* ve *Chlorella vulgaris* ilavesinin salamın daha koyu yeşil-siyaha yakın renkte olmasına, peynir altı suyu tozunun ise daha açık renkte olmasına neden olduğu tespit edilmiştir. Bu anlamda mikroalg proteinleri (*Spirulina platensis* ve *Chlorella vulgaris*) ile hazırlanan numunelerde en düşük a* değeri elde edilmiştir. Araştırmamızda üretilen salam örneklerinin aminoasit profillerinde önemli farklılıklar bulunmuş olup *Chlorella vulgaris* ilavesinin olumlu etkisi olduğu belirlenmiştir. Gıda maddeleri tüketiminde önemli bir yer teşkil eden tüketici tercihi belirlenmiş olup duyuşsal değerlendirme ile gıda maddelerinin

tüketiminde önemli bir yer teşkil eden tüketici tercihleri belirlenmiş olup istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların olduğu kesit yüzeyi, yapısal homojenlik ve renk parametrelerine göre en çok beğeni alan salam örneğinin karabuğday unu ilaveli örnek olduğu belirlenmiştir. Araştırmamızda üretilen salamların tüketici açısından tercih edilebilir olduğu sonucuna varılmıştır.

Et ürünlerine katma değer katabilecek yenilikçi ve sağılıklı içeriklerin kullanımı konusunda tüketicinin artan farkındalığı, gıda endüstrisini bitkisel ve alg kaynaklı alternatif protein kaynaklarını araştırmaya yöneltmiştir. Çalışmamızda salamın, baklagil proteinleri (nohut unu, mercimek unu ve soya unu), peynir altı suyu tozu, bal kabağı unu, karabuğday unu ve alg kaynaklı proteinler (*Spirulina platensis* ve *Chlorella vulgaris*) ile zenginleştirilmesinin ürün besin değerinin iyileştireceğı pazar fırsatını artırmak için yararlı bir alternatif oluşturacağı ve ileride yapılacak çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

5. Teşekkür

Bu çalışma HDP(BTUAM)-2020/21 proje numarasıyla Bursa Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiş olup, araştırma kapsamında yapılan analizler Bursa Uludağ Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (BİTUAM)'nde yapılmıştır.

6. Kaynaklar

- Abdulai, M. H., Bashari, M., Lagnika, C., He, Q. and Sun, X. (2014). Effect of ultrasound treatment prior to vacuum and modified atmosphere packaging on microbial and physical characteristics of fresh beef. *Journal of Food and Nutrition Research*, 2(6), 312-320.
- Abdullah, N., Rosselan, A. and Ahmad, N. (2018). Effects of the addition of okara flour on the proximate and amino acid compositions of beef sausage. *Proceedings of 2nd International Conference on Food Quality, Safety and Security*, 1, 26-32.
- Andrade, L. M., Andrade, C. J., Dias, M., Nascimento, C. A. O. and Mendes, M. A. (2018). *Chlorella* and *Spirulina* microalgae as sources of functional foods, nutraceuticals, and food supplements: An overview. *MOJ Food Processing & Technology*, 6(1), 45-58.
- Anonim (2019). Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği. Tarım ve Orman Bakanlığı Türk Gıda Kodeksi Tebliğ No: 2018/52. (Erişim Tarihi: 01.02.2023) <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/01/20190129-4.htm>
- Anvar, A. A. and Nowruzi, B. (2021). Bioactive properties of spirulina: A review. *Microbial Bioactives*, 4, 134-142.
- AOAC. (1974). AOAC 928.08, Official Methods of Analysis, Kjeldahl Method, Meat and Meat Product/Meat, Association of Official Analytical Collaboration International. <http://www.aocofficialmethod.org> (Erişim Tarihi: 01.02.2023)
- AOAC. (1996). AOAC 991.36-1996, Official Methods of Analysis, Fat (Crude) in Meat and Meat Products - Solvent Extraction (Submersion) Method, Association of Official Analytical Collaboration International. <http://www.aocofficialmethod.org> (Erişim Tarihi: 01.02.2023)
- Asgar, M., Fazilah, A., Huda, N., Bhat, R. and Karim, A. A. (2010). Nonmeat protein alternatives as meat extenders and meat analogs. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(5), 513-529.
- Babu, M., Ashok, K., Senthil, J. and Kalaiyarasu, T. (2020). Effect of pH on *Arthrospira platensis* production. *Alochana Chakra Journal*, IX (V), 1-10.
- Banjari, I. and Hjartåker, A. (2018). Dietary sources of iron and vitamin B12: Is this the missing link in colorectal carcinogenesis? *Medical Hypotheses*, 116, 105-110.
- Barretto, A. C. D. S., Pacheco, M. T. B. and Pollonio, M. A. R. (2015). Effect of the addition of wheat fiber and partial pork back fat on the chemical composition, texture and sensory property of low-fat bologna sausage containing inulin and oat fiber. *Food Science and Technology*, 35, 100-107.
- Becerra-Tomás, N., Díaz-López, A., Rosique-Esteban, N., Ros, E., Buil-Cosiales, P., Corella, D. and Alba, M. B. (2018). Legume consumption is inversely associated with type 2 diabetes incidence in adults: A prospective assessment from the PREDIMED study. *Clinical Nutrition*, 37(3), 906-913.
- Bertola, N. C., Bevilacqua, A. E. and Zaritzky, N. E. (1994). Heat treatment effect on texture changes and thermal denaturation of proteins in beef muscle. *Journal of Food Processing and Preservation*, 18(1), 31-46.
- Bis-Souza, C. V., Henck, J. M. M. and Barretto, A. C. D. S. (2018). Performance of low-fat beef burger with added soluble and insoluble dietary fibers. *Food Science and Technology*, 38, 522-529.
- Bito, T., Okumura, E., Fujishima, M. and Watanabe, F. (2020). Potential of *Chlorella* as a dietary supplement to promote human health. *Nutrients*, 12(9), 2524.
- Boada, L. D., Henríquez-Hernández, L. A. and Luzardo, O. P. (2016). The impact of red and processed meat consumption on cancer and other health outcomes: Epidemiological evidences. *Food and Chemical Toxicology*, 92, 236-244.
- Charles, H., Godfray, J., Aveyard, P., Garnett, T., Hall, J. W., Key, T. J. and Jebb, S. A. (2018). Meat consumption, health, and the environment. *Science*, 361(6399), 1-8.
- Dawczynski, C., Schubert, R. and Jahreis, G. (2007). Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products. *Food Chemistry*, 103(3), 891-899.
- De Huidobro, F. R., Miguel, E., Blázquez, B. and Onega, E. (2005). A comparison between two methods (Warner-Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked meat. *Meat Science*, 69(3), 527-536.

- Dhingra, D., Michael, M., Rajput, H. and Patil, R. T. (2012). Dietary fibre in foods: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 49, 255-266.
- Eisinaite, V., Vinauskiene, R., Viskelis, P. and Leskauskaite, D. (2016). Effects of freeze-dried vegetable products on the technological process and the quality of dry fermented sausages. *Journal of Food Science*, 81(9), C2175-C2182.
- Elibol, C. (1996). Van Piyasasında Tüketime Sunulan Salam ve Sosislerin Mikrobiyolojik, Kimyasal, Fiziksel ve Duyusal Niteliklerinin İncelenmesi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.
- Erdemir, E. ve Karaoğlu, M. (2021). Et ve et ürünlerinin tekstürel özelliklerini enstrümental olarak tespit etme yöntemleri ve tekstür profil analizi üzerine bir derleme. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(4), 2836-2848.
- Fleurence, J. (1999). Seaweed proteins: Biochemical, nutritional aspects and potential uses. *Trends in Food Science & Technology*, 10(1), 25-28.
- Gorissen, S. H., Crombag, J. J., Senden, J. M., Waterval, W. H., Bierau, J., Verdijk, L. B. and van Loon, L. J. (2018). Protein content and amino acid composition of commercially available plant-based protein isolates. *Amino Acids*, 50, 1685-1695.
- Haliscelik, O. (2020). HPLC ile premiks, gübre ve yemde aminoasit uygulaması. <https://www.antteknik.com/Upload/ProductAppAreasLiteratur/tr/02914e8086374233434eb3cbf405276d.pdf> (Erişim Tarihi: 01.02.2023)
- Handoyo, T. and Morita, N. (2006). Structural and functional properties of fermented soybean (tempeh) by using *Rhizopus oligosporus*. *International Journal of Food Properties*, 9(2), 347-355.
- Havemeier, S., Erickson, J. and Slavin, J. (2017). Dietary guidance for pulses: The challenge and opportunity to be part of both the vegetable and protein food groups. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1392(1), 58-66.
- Iskusnykh, O. Y., Iskusnykh, A. Y. and Iskusnykh, D. O. (2022). Processing microalgae for use as a supplement in food industry. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1052(1), 012012. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1052/1/012012>
- ISO, (1999). ISO 2917, Meat and Meat Products-Measurement of pH-Reference method. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/24785.html> (Erişim Tarihi: 01.01/2023)
- Kara, R., Acaröz, U., Gürler, Z. ve Soylu, A. (2021). Bazı et ürünlerinin fizikokimyasal özelliklerinin araştırılması. *Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi* 2, 5-12.
- Karaca Demircioğlu, S., Obuz, E. ve Kayaardı, S. (2013). Textural, chemical and sensory properties of döners produced from beef, chicken and ostrich meat. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19(6), 917-921.
- Kuyumcu, A. (1999). Ankara Piyasasında Satılan Salam, Sucuk Sosislerin Su, Yağ, Tuz, Kül ve Kalıntı Nitrat, Nitrit Miktarlarının Tayini Üzerine Bir Araştırma, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Liestianty, D., Rodianawati, I., Arfah, R. A. and Assa, A. (2019). Nutritional analysis of *Spirulina* sp to promote as superfood candidate. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 509(1), 012031. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/509/1/012031>
- López-López, I., Bastida, S., Ruiz-Capillas, C., Bravo, L., Larrea, M. T., Sánchez-Muniz, F., Cofrades, S. and Jiménez-Colmenero, F. (2009). Composition and antioxidant capacity of low-salt meat emulsion model systems containing edible seaweeds. *Meat Science*, 83(3), 492-498.
- Lorenzo, J. M., Cittadini, A., Bermúdez, R., Muneke, P. E. and Domínguez, R. (2015). Influence of partial replacement of NaCl with KCl, CaCl₂ and MgCl₂ on proteolysis, lipolysis and sensory properties during the manufacture of dry-cured lacón. *Food Control*, 55, 90-96.
- Mallika, E. N., Prabhakar, K. and Reddy, P. M. (2009). Low Fat Meat Products-An Overview. *Veterinary World*, 2(9), 364-366.
- Marti-Quijal, F. J., Zamuz, S., Tomašević, I., Gómez, B., Rocchetti, G., Lucini, L. and Lorenzo, J. M. (2019). Influence of different sources of vegetable, whey and microalgae proteins on the physicochemical properties and amino acid profile of fresh pork sausages. *LWT-Food Science and Technology*, 110, 316-323.
- McClements, D. J. and Grossmann, L. (2021). The science of plant-based foods: Constructing next-generation meat, fish, milk, and egg analogs. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(4), 4049-4100.
- Nishinari, K., Kohyama, K., Kumagai, H., Funami, T. and Bourne, M. C. (2013). Parameters of texture

profile analysis. *Food Science and Technology Research*, 19(3), 519-521.

Özbaş, Ö. Ö. ve Ardiç, M. (2016). Et ürünlerinde fonksiyonel gıda bileşeni olarak besinsel lifler. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 5(2), 184-189.

Park, W., Kim, J.-H., Ju, M.-G., Hong, G.-E., Yeon, S.-J., Seo, H.G. and Lee, C.-H. (2017). Enhancing quality characteristics of salami sausages formulated with whole buckwheat flour during storage. *Journal of Food Science and Technology*, 54, 326-332.

Peleg, M. (2019). The instrumental texture profile analysis revisited. *Journal of Texture Studies*, 50(5), 362-368.

Pereira, J., Zhou, G. H. and Zhang, W. G. (2016). Effects of rice flour on emulsion stability, organoleptic characteristics and thermal rheology of emulsified sausage. *Journal of Food and Nutrition Research*, 4(4), 216-222.

Priyadarshani, I. and Rath, B. (2012). Commercial and industrial applications of micro algae-A review. *Journal of Algal Biomass Utilization*, 3(4), 89-100.

Salejda, A. M., Olender, K., Zielińska-Dawidziak, M., Mazur, M., Szperlik, J., Miedzianka, J., Zawislak, I., Kolniak-Ostek, J., Szmaja, A. (2022). Frankfurter-type sausage enriched with buckwheat by-product as a source of bioactive compounds. *Foods*, 11(5), 674.

Sánchez-Alonso, I., Solas, M. T. and Borderías, A. J. (2007). Technological implications of addition of wheat dietary fibre to giant squid (*Dosidicus gigas*) surimi gels. *Journal of Food Engineering*, 81(2), 404-411.

Schmiele, M., Mascarenhas, M. C. C. N., da Silva Barretto, A. C. and Pollonio, M. A. R. (2015). Dietary fiber as fat substitute in emulsified and cooked meat model system. *LWT-Food Science and Technology*, 61(1), 105-111.

Srilakshmi, A. (2020). Texture profile analysis of food and TPA measurements: A review article. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 7, 708-711.

Sytar, O., Brestic, M., Zivcak, M. and Phan Tran, L. S. (2016). The contribution of buckwheat genetic resources to health and dietary diversity. *Current Genomics*, 17(3), 193-206.

Talukder, S. (2015). Effect of dietary fiber on properties and acceptance of meat products: a

review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(7), 1005-1011.

Thirumdas, R., Brnčić, M., Brnčić, S. R., Barba, F. J., Gálvez, F., Zamuz, S. and Lorenzo, J. M. (2018). Evaluating the impact of vegetal and microalgae protein sources on proximate composition, amino acid profile, and physicochemical properties of fermented Spanish "chorizo" sausages. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(11), e13817. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13817>

TSE, (2001). TS 1743 ISO 1442, Et ve Et Ürünleri-Rutubet Muhtevası Tayini, Türk Standartları Enstitüsü.

(Erişim Tarihi: 01.02/2023) <https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/Standard.aspx?081118051115108051104119110104055047105102120088111043113104073097090047097097111087118075113070>.

TSE, (2001). TS 1746 ISO 936, Et ve Et Ürünleri-Toplam Kül Tayini, Türk Standartları Enstitüsü. (Erişim Tarihi: 01.02/2023) <https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/Standard.aspx?081118051115108051104119110104055047105102120088111043113104073082119069104065067055066054121054>.

Yang, H. S., Choi, S. G., Jeon, J. T., Park, G. B. and Joo, S. T. (2007). Textural and sensory properties of low fat pork sausages with added hydrated oatmeal and tofu as texture-modifying agents. *Meat Science*, 75(2), 283-289.

Yang, H. S., Ali, M. S., Jeong, J. Y., Moon, S. H., Hwang, Y. H., Park, G. B. and Joo, S. T. (2009). Properties of duck meat sausages supplemented with cereal flours. *Poultry Science*, 88(7), 1452-1458.

Zamuz, S., Purriños, L., Galvez, F., Zdolec, N., Muchenje, V., Barba, F. J. and Lorenzo, J. M. (2019). Influence of the addition of different origin sources of protein on meat products sensory acceptance. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(5), e13940. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13940>

Zargar, F. A., Kumar, S., Bhat, Z. F. and Kumar, P. (2014). Effect of pumpkin on the quality characteristics and storage quality of aerobically packaged chicken sausages. *Springer Plus*, 3(1), 1-10.

Zinina, O., Merenkova, S., Tazeddinova, D., Rebezov, M., Stuart, M., Okusphanova, E. and Baryshnikova, N. (2019). Enrichment of meat products with dietary fibers: A review. *Agronomy*

Research 17(4), 1808-1822.
<https://doi.org/10.15159/AR.19.163>

Žugčić, T., Abdelkebir, R., Barba, F.J., Rezek-Jambrak, A., Gálvez, F., Zamuz, S., Granato, D. and Lorenzo, J.M. (2018). Effects of pulses and microalgal proteins on quality traits of beef patties. *Journal of Food Science and Technology* 55, 4544-4553.