Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 14(3): 723-731, 2026
DOI: https://doi.org/10.24925/turjaf.v14i3.723-731.8432

Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology

Available online, ISSN: 2148-127X | www.agrifoodscience.com | Turkish Science and Technology Publishing (TURSTEP)

Evaluation of Sensory Quality Parameters of Products Obtained from Offals Using the Lyophilization Method

Servet Kazım Güney[1,a,*]

[1]*Başkent Üniversitesi Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü. 06790, Ankara, Türkiye*
[*]*Corresponding author*

ARTICLE INFO

Research Article

Received : 08.10.2025
Accepted : 05.01.2026

Keywords:

Lyophilization
Offal
Disaster Food
Sensory Evaluation
Trained panellists

ABSTRACT

The primary objective of the research is to obtain a product with high nutritional value and suitable for human consumption from the calf's liver, teripe or chicken liver by using the lyophilization method. Sensory and nutritional value analyses of the developed product have also been conducted. In this study, fresh chicken liver, beef tripe, and beef liver were cooked and then subjected to the lyophilization process. The condenser temperature during primary drying is between -75 and -88 °C. Secondary drying takes place between +30 °C and +70 °C. The device used does not have shelf temperature control. The products were evaluated by a 9 trained panellists. In the quality rating test, a 5-point Likert scale was used to assess appearance, smell, texture, taste, and overall liking. According to the sensory evaluation results conducted with trained panellists, the beef liver sample (code 379) was found to be most liked than the other samples, with averages of 4.44/5 for overall liking, 4.22/5 for flavour, and 4.78/5 for texture. According to the data obtained, the most liked beef liver sample was analysed in Düzen Norwest laboratories; the freeze-dried cooked liver sample contained 54.5% protein, 15.6% fat, 6.9% moisture, 3.7% ash, 0.6% fiber, 433 kcal energy and 19.3% carbohydrates per 100 grams in dry weight (DW). Nutritional analysis data shows that freeze-dried liver contains 207% more energy, 224% more ash, 154% more protein, 151% more fat, and 929% less moisture than the raw product. A 72-74% decrease was observed between the weights of the products before processing and after freeze-drying. The study is expected to open up new areas of application for offal in the food industry.

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 14(3): 723-731, 2026

Liyofilizasyon Yöntemi Kullanılarak Sakatattan Elde Edilen Ürünlerin Duyusal Kalite Parametrelerinin Değerlendirilmesi

MAKALE BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Geliş : 08.10.2025
Kabul : 05.01.2026

Anahtar Kelimeler:

Liyofilizasyon
Sakatat
Afet yemekleri
Duyusal değerlendirme
Eğitimli panelistler

ÖZ

Araştırmanın temel amacı, dana karaciğeri, işkembe veya tavuk karaciğerinden liyofilizasyon yöntemi kullanarak besin değeri yüksek ve insan tüketimine uygun bir ürün elde etmektir. Duyusal değerlendirmede en yüksek genel beğeni ortalamasını alan dana karaciğerinin besin değeri analizleri de yapılmıştır. Bu çalışmada taze tavuk karaciğeri, dana işkembesi ve dana karaciğeri pişirildikten sonra liyofilizasyon işlemine tabi tutulmuştur. Birincil kurutmada kondanser sıcaklığı -75 ila -88 °C arasındadır. İkincil kurutma ise +30 °C ila +70 °C arasında gerçekleşmiştir. Kullanılan cihazda raf sıcaklık kontrolü bulunmamaktadır. Ürünlerin 9 kişilik deneyimli panelist grubu tarafından duyusal değerlendirmesi yapılmıştır. Kalite derecelendirme testinde görünüş, koku, doku, lezzet ve genel beğeni kriterleri üzerinden 5'li Likert ölçeği kullanılmıştır. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre; dana karaciğeri numunesinin genel beğeni 4,44/5, lezzet 4.22/5 ve doku 4,78/5 ortalamalarıyla diğer örneklerden daha fazla beğenildiği tespit edilmiştir. Elde edilen verilere göre en çok beğenilen dana karaciğeri numunesinin Düzen Norwest laboratuvarlarında gerçekleştirilen besin değeri analizi sonuçlarına göre; dondurularak kurutulmuş pişmiş karaciğer numunesinin 100 gramında (kuru madde) %54,5 protein, %15,6 yağ, %6,9 nem, %3,7 kül, %0,6 lif , %19,3 karbonhidrat ve 433 kcal enerji içerdiği tespit edilmiştir. Besin değeri analizi sonucunda elde edilen veriler, dondurularak kurutulmuş karaciğerin çiğ ürüne göre %207 daha fazla enerji, %224 daha fazla kül, %154 daha fazla protein, %151 daha fazla yağ ve %929 daha az nem içerdiğini göstermektedir. Ürünlerin işlenmeden önceki ağırlıkları ile liyofilizasyon sonrasındaki ağırlıkları arasında %72-74'lük bir azalma tespit edilmiştir. Çalışmanın sakatatlar için gıda sektöründe yeni kullanım alanları açacağı değerlendirilmektedir.

[a] servetkguney@gmail.com https://orcid.org/ 0000-0002-1948-4223

This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Giriş

Gıdalar; raf ömrünün uzatılması, biyoyararlılığının ve içerdiği bileşiklerin biyoerişilebilirliğinin artırılması amacıyla işlenmektedir. Bu amaçla uygulanan teknolojik işlemler, bozulmaya yol açan mikroorganizmaları kontrol altına almayı veya tamamen yok etmeyi hedeflemektedir. Yüksek ısı uygulamaları ile ortamdan nemin uzaklaştırılması bu işlemlerden biridir. Gelişen teknoloji ile ortaya çıkan yeni uygulamaların, geleneksel uygulamalara göre gıdaların mikro ve makro besin içeriği üzerinde daha düşük düzeyde olumsuz etkileri olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte, işleme sırasında gıdaların mikro ve makro besin ögelerinin artırılması da mümkün olmaktadır. Yeni teknolojiler gıdanın raf ömrünün uzatılmasını ve güvenli gıda üretilmesini sağlamaktadır. Buna ek olarak, ısıl olmayan yeni işleme teknikleri ile gıdanın besleyici ve fonksiyonel özellikleri de korunabilmektedir (Mullen ve ark., 2017; Cilla ve ark., 2017; Niu ve ark., 2019; Antelo ve ark., 2012).

Dünya nüfusunun artışına bağlı olarak hayvansal gıda üretimi de artmaktadır. Gıda amaçlı olarak hayvanların kesilmesi, önemli miktarda ve düşük maliyetli sakatat açığa çıkarmaktadır. Bu durum, düşük kar paylı kırmızı et endüstrisi için hem bir zorluk hem de bir fırsat sunmaktadır. Et yan ürünleri ve sakatatların işlenmesi, depolanması, taşınması ve satılmasının bir maliyeti olması nedeniyle bu bir zorluktur. Ancak et endüstrisi, sakatat kaynaklı yeni ürünler geliştirerek farklı pazarlarda fırsatlar yakalayabilir (Shirsath ve Henchion, 2021). Düşük katma değerli ürünler olarak kabul edilen bu ürünlerin birçoğu yenilebilir olsa da insan tüketimi için kullanılmayanlar genellikle hayvan yemi, gübre veya yakıt olarak kullanılmak üzere işlenmektedir. Bununla birlikte, et yan ürünleri büyük ölçüde yüksek besin değeri olan protein, mineraller ve vitaminlerin mükemmel bir kaynağıdır. Bu nedenle artan küresel protein talebinin hafifletilmesine katkıda bulunmak için daha iyi yönlendirilebilir (Lynch ve ark., 2018)

Küresel talebin karşılanması aşamasında en önemli konulardan birisi gıdanın raf ömrüdür ve paketleme gıdanın raf ömrünü etkileyen en önemli aşamlardan birisidir. Hava ve su geçirmeyecek şekilde paketlenmiş dondurularak kurutulmuş gıdalar, soğutma olmadan oda sıcaklığında saklanabilmekte, uzun süre taze ve tüketime uygun kalabilmektedir. Liyofilizasyon, zararlı katkı maddeleri kullanmadan veya gıdanın yapısını ve dokusunu değiştirmeden, diğer tüm koruma yöntemlerinden daha uzun raf ömrüne sahip ürünler üretilmesini sağlamaktadır. Liyofilizasyon, vakum ve sıcaklık kullanarak hiçbir katkı maddesi veya gaz olmaksızın gıdadaki nemi süblimleştirmektedir. Gıdanın şekli, dokusu, tadı ve kalitesi, dehidrasyona kıyasla eşdeğer veya daha uzun raf ömrü ile korunmaktadır. Liyofilize gıdalar diğer gıdaların yarısından daha az ağırlığa sahip olmaktadır. Bu özelliği sayesinde daha düşük nakliye maliyetleri sağlamaktadır (Babić, Cantalejo & Arroqui, 2009; Nowak ve Jakubczyk, 2020).

Liyofilizasyon, suyun katı buz halinden gaz haline doğrudan geçişiyle suyun süblimleştirildiği, böylece sıvı halinin atlandığı ve ardından suyun kuru katmandan desorbe edildiği bir işlemdir. Yüksek kaliteli gıdaların, biyolojik materyallerin, proteinlerin, aşıların, bakteriler ve memeli hücreleri gibi farmasötiklerin stabilizasyonunda yaygın olarak kullanılmaktadır. Kurutulmuş ürünün kalitesini etkileyen biyolojik, besinsel ve organoleptik özellikleri korunmaktadır (Nowak ve Jakubczyk, 2020). Bu işlem sayesinde ürünün biyolojik ve kimyasal olarak bozulmasına yol açabilecek reaksiyonlar engellenmiş olmaktadır. Böylece ürünün besleyici değeri korunmuş olmakla birlikte, raf ömrü uzaması ve uzun mesafelere taşınabilirliğinin kolaylaşması gibi olumlu sonuçlar da elde edilebilmektedir. Son yıllarda liyofilizasyon teknolojisi protein içeriği yüksek gıdalar için giderek daha fazla kullanılmaktadır (Lewicki ve ark., 2004; Karagül ve Altuntaş, 2018; Niu vd. 2019; Sickert ve ark., 2023). Bunlara ek olarak liyofilizasyon, ürünlerin zahmetli ve pahalı soğuk zincir olmadan depolanmasını ve taşınmasını kolaylaştıran bir yöntem olarak değerlendirilmektedir (Merivaara ve ark., 2021). Çiğ gıda maddeleri %80 ila %95 arasında değişen miktarda su içermektedir. Suyun süblimasyon yoluyla uzaklaştırılması sonucunda dondurularak kurutulmuş ürünlerde süngerimsi görünüme sahip gözenekli bir yapı oluşması sağlanmaktadır (Meda ve Ratti, 2005; Jia ve ark., 2019; Sickert ve ark., 2023). Önceki çalışmalar, gözenekli bir yapının su alım kapasitesi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu ve gözenekli yapıdan suyun nüfuz etmesini kolaylaştırdığını göstermiştir (Cuadri ve ark., 2018).Bunun tersine, yaygın bir yöntem olan konvektif kurutma yöntemi ile kurutulan numunelerde, gözenekliliğin azaldığı ve belirgin bir büzülme oluştuğu gözlemlenmiştir. Dondurularak kurutulmuş çok gözenekli plazma numunelerinin rehidre edildiklerinde %1000'den yüksek emme kabiliyeti gösterdikleri gözlenmiştir. Ürünün yüksek rehidraston özellikleri, bu tekniğin gıda dâhil olmak üzere birçok sektörde kullanılabileceğini göstermektedir. Protein bazlı malzemelerin işlenme koşulları, bunların su emme kapasitesi, sertlik ile şeffaflık gibi özelliklerini önceden belirlemektedir (Álvarez-Castillo ve ark., 2021).

Geleneksel ısı bazlı işleme tekniklerinin aksine liyofilizasyon yöntemiyle kurutulan numunelerin son hacmi, önemli ölçüde değişmemekte ve polimer konsantrasyonu kendi ağırlığını taşıyacak kadar yüksekse, çözeltide bulunan üç boyutlu yapı daha sonra da kalmaktadır. Liyofilizasyon işlemi üç aşamadan oluşmaktadır:

- Ürünün dondurulması;
- Donmuş suyun süblimleşme yoluyla uzaklaştırıldığı birincil kurutma;
- Üründe kalan bağlı suyun uzaklaştırıldığı ikincil kurutma (Sickert ve ark., 2023; Karagül ve Altuntaş, 2018; Nowak ve Jakubczyk, 2020; Merivaara ve ark., 2021; Antelo ve ark., 2012).

Liyofilizasyon işlemi öncesinde, gıda yardımcı ekipmanlarda dondurulduktan sonra liyofilizasyon makinesine yüklenmektedir. Dondurma çok önemli bir işlemdir ve hem süblimasyon işlemini hem de kurutulan ürünün kalitesini önemli derecede etkilemektedir. Ancak, yavaş dondurmanın gıda kalitesi üzerindeki olumsuz etkileri de bilinmektedir ve liyofilizasyon sürecinin tasarlanmasında işlem sürecinin süresi ile ürünün kalitesi

arasında bir denge sağlanması gerekmektedir. Dondurulmuş ürün raflara yüklenir, vakum istenilen değere çekilerek kontrollü ısıtma başlatılır. Liyofilize ürünler, atmosfer basıncı altında kurutulanlara göre kalite açısından daha üstündür. Ancak liyofilizasyon işleminin basamaklarının çokluğu ve işlem süresinin uzun olması nedeniyle en pahalı kurutma yöntemi olarak değerlendirilmektedir (Sickert ve ark., 2023; Nowak ve Jakubczyk, 2020; Merivaara ve ark., 2021; Lewicki ve ark., 2004; Antelo ve ark., 2012). Tüketiciler tarafından gıdanın kalite değerlendirmesinde renk ve doku özelliklerinin çok önemli olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, gıdanın bu özelliklerinin istenilen düzeyde olabilmesi için liyofilizasyon işlem parametrelerinin doğru seçilmesi gerektiği belirtilmektedir (Nowak ve Jakubczyk, 2020).

Liyofilizasyon İşleminin Aşamaları

Dondurma Aşaması

Liyofilizasyonda donma hızı çok önemlidir; buz çekirdeklenmesinin ve kristal büyümesinin kinetiği, dondurulmuş malzeme tabakasının yapısını ve bunun sonucunda dondurularak kurutulmuş ürünün özelliklerini belirlemektedir. Buzun yapısı hem birincil hem de ikincil kurutmadaki süblimleşme hızıyla doğrudan ilişkilidir (Lewicki ve ark., 2004; Antelo ve ark., 2012; Nowak ve Jakubczyk, 2020). Yavaş dondurmanın, hücre duvarına zarar vererek nemin uzaklaştırılmasını kolaylaştırdığı ve en hızlı dondurma hızına kıyasla kuruma süresini %8,3 oranında azalttığı bildirilmiştir (Antal ve ark., 2013). Bununla birlikte, belirli bir malzemenin ısı taşıma direnci katmanın kalınlığına bağlıdır. Kalınlık ne kadar küçük olursa direnç o kadar düşük olmakta ve süreç o kadar hızlı gerçekleşmektedir. Donma hızı, donmuş ve kurutulmuş malzemenin yapısını etkilemektedir. Yükleme yoğunluğu, ürün katmanının yüksekliği, ürünün yüzeyi ve kondenser kapasitesi de liyofilizasyon hızını etkileyebilmektedir (Lewicki ve ark., 2004; Antelo ve ark., 2012; Nowak ve Jakubczyk, 2020).

Birincil Kurutma

Birincil kurutma, buzun süblimasyon işleminin gerçekleştiği liyofilizasyon periyodu için kullanılan terimdir. Belirli bir malzeme için liyofilizasyon süreci tasarlanırken liyofilizasyon odasındaki basınç ve ısı kaynağının yoğunluk değerleri belirlenmelidir. Sağlanan ısının akışı ısıtma yöntemine bağlıdır (Sadıkoğlu ve ark., 1998; Merivaara ve ark., 2021). Farklı basınç değerleri ve sıcaklıklar kullanarak süblimleşme oranlarının test edildiği bir çalışmada, süblimleşme etkisinin liyofilizasyon odasının içindeki konuma bağlı olarak farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Vakum odasındaki basınç değeri ne kadar yüksek olursa, üretilen buhar ile kondenser arasındaki sıcaklık farkı da o kadar büyük olmaktadır. Sıcaklık ne kadar yüksek olursa, su buharının işlem odasından tahliyesi de o kadar hızlı olmaktadır; ancak süblime malzemenin kimyasal bileşimi bu değerlerin sınırlarının belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Liyofilizasyon odasındaki basınç, üründeki serbest suyun katılaşmasına yetecek kadar düşük olmalıdır. (Assegehegn ve ark., 2020). Biyolojik maddelerde birincil kurutma 48 saat sürebilmektedir (Ergün, 2015).

İkincil Kurutma

İkincil kurutma olarak da bilinen desorpsiyonlu kurutma işlemi, ürünün her bir hammadde için ayrı ayrı belirlenen su içeriğine bağlı olarak değişen ısı değeri ile azaltılmış basınç altında gerçekleşmektedir. İkincil kurutmanın asıl amacı; biyolojik aktiviteler ve kimyasal tepkimelere neden olarak malzemenin raf ömrünü kısaltacak, saklanmasını ve transferini zorlaştırabilecek nem içeriğininin bu seviyelerin altına düşürülmesidir. Bu seviyeler ürünün çeşidine göre % 5-10 arasında olabilmektedir (Ergün, 2015).

İkincil kuruma için gerekli şartlar ve aşamalar çözünen maddenin konsantrasyonuna da bağlı olarak değişebilmektedir. Çözünen maddenin yüksek konsantrasyona sahip olduğu durumlarda suyun ekstraksiyonu zorlaşmaktadır. Bunun sonucunda da ikincil kurutma daha uzun zamanda veya daha yüksek sıcaklıkta gerçekleşmektedir (Bisht & Iqbal, 2018; Karagül ve Altuntaş, 2018; Nowak ve Jakubczyk, 2020; Assegehegn ve ark., 2020; Antelo ve ark., 2012). Uygulanacak maksimum sıcaklık malzemenin özelliklerine bağlıdır ve ayrı ayrı belirlenmelidir. Gıda ürünleri, meyveler ve sebzeler için izin verilen maksimum sıcaklık 60–70 ◦C veya daha yüksek olabilmektedir. İkincil kurutma, dondurularak kurutulan malzemenin özelliklerini önemli ölçüde belirlemektedir (Al-Muhtaseb vd. 2002; Nowak ve Jakubczyk, 2020; Karagül ve Altuntaş, 2018; Merivaara ve ark., 2021).

Raf Sıcaklığı

Liyofilizasyonun işlem parametreleri, bu tür dehidrasyona maruz kalan gıdaların ve diğer malzemelerin birçok kalite özelliğini önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Isıtma plakasının sıcaklığı, liyofilizasyon sırasında malzeme yapısının oluşturulmasında önemli rol oynayan parametrelerden biridir. Süreçte uygun olmayan sıcaklığın kullanılması, malzemenin çökmesi, ikincil kurutma sırasında liyofilizasyon hızının azalması, ürünlerin doku, gözeneklilik, hacim, şekil, yapışkanlık, rehidrasyon kapasitesi ve stabilite ile ilgili birçok özelliğinin de bozulmasına neden olabilmektedir (Nowak ve Jakubczyk, 2020; Karagül ve Altuntaş, 2018; Merivaara ve ark., 2021).

Özellikle ikincil kurutma aşamasında ürün stabilitesini kontrol etmek için ürünün sıcaklığı, ısıya duyarlı malzemeler için 10 ila 35 °C arasında sınırlandırılabilirken, ısıya daha az duyarlı malzemeler için sıcaklık 50 °C'den yüksek olabilir (Nowak ve Jakubczyk, 2020). Uygun bir raf sıcaklığının seçimi, girdi ile gerekli ısı arasındaki dengeye dayanmalıdır (Malik ve ark., 2020; Egas-Astudillo ve ark., 2020; Wu ve ark., 2019; Karagül ve Altuntaş, 2018; Merivaara ve ark., 2021)

Gıda Ürünlerine Ait Bilgiler

Sakatatlar

Et ve et ürünleri tarih öncesi devirlerden bu yana insan beslenmesinin en önemli parçası olmuştur. Vücudun yapı taşı olan proteinler büyük oranda et ve et ürünlerinden sağlanmaktadır. Bu et ürünlerinden en önemlilerinden birisi de sakatatlardır (Özçelik Bozkurt, 2021). Sakatat, kasaplık hayvanlardan alınan karaciğer, böbrek, beyin, dalak, testisler, kalp, dil, yemek borusunun dış kırmızı kas eti, diyafram kası, işkembe, bağırsak, paça, kafa, organ ve

organ parçaları ile kümes hayvanlarından alınan safra kesesi olmayan karaciğer, kalp, taşlık ve parçalanırken çıkan deri olarak tanımlanmaktadır (Dumanlı, 2013).

Karaciğer

Karaciğer, sığırların canlı ağırlığının %1-2'sini oluşturmaktadır (Biel ve ark., 2019). Mineraller ve vitaminler açısından diğer doku ve kaslara göre daha zengin olan yenilebilir bir organdır. Karaciğer A, D, E, K, C, B12 ve folat vitaminleri, protein, karbonhidrat, potasyum, kalsiyum, çinko, fosfor, manganez, bakır ve demir bakımından zengin bir besin kaynağıdır (Biel ve ark., 2019; Özçelik Bozkurt, 2021). Karaciğerin 100 gramında ortalama 141 kcal enerji, 1,14 g kül, 21,39 g protein, 6,20 g yağ, 71 g su, 0 g karbonhidrat ve 0 g lif bulunmaktadır (TURKOMP, 2025). Eksik demir ve çinko alımının insanlarda anemi, raşitizm ve bilişsel bozukluğa neden olduğu bilinmektedir. Ayrıca selenyum, bakır, çinko, demir ve manganez gibi mineraller vücutta serbest radikallere karşı koyma işlevi gören enzimler için kritik öneme sahiptir. Demir, manganez, çinko ve bakır insan sağlığını korumak için gerekli olan elementlerdir ve bunların düşük tüketimi besin eksikliği semptomlarına yol açabilmektedir (Biel ve ark., 2019).

Dana İşkembesi

İşkembe, çeşitli çiftlik hayvanlarının midelerinden elde edilen yenilebilir bir sakatat türüdür. Dana işkembesi, düz işkembe olarak da bilinen birinci mide veya ikinci mide olan rumenden üretilmektedir. Üçüncü mide veya omasum da insan tüketimi için işlenmektedir (Yakubu ve ark., 2017). 140 gramlık çiğ dana işkembesi yaklaşık 125 kalori; 5 gram yağ, %0 karbonhidrat ile doku onarımı, metabolizma ve bağışıklık fonksiyonu için çok önemli 18 gram protein içermektedir. Ayrıca, dana işkembesi 1,53 mikrogram B12 vitamini, 18,2 mikrogram selenyum, 2,07 miligram çinko, 101 miligram kalsiyum ve 93,8 miligram fosfor, 0,868 miligram demir ve 19,6 miligram magnezyum dâhil olmak üzere vitamin ve mineraller açısından zengin bir besin kaynağı olarak değerlendirilmektedir (McAuliffe, 2024; Fuerniss ve ark., 2024).

Dana işkembesi, kas onarımı ve büyümesi için gerekli olan yüksek kaliteli bir protein kaynağıdır. Yüksek proteinli gıdalar tüketmek, tokluk hissi sağlayarak kilo yönetimine yardımcı olabilmektedir (Yakubu ve ark., 2017). Buna ek olarak, özellikle anemiyi önlemeye yardımcı olan ve sinir fonksiyonlarını destekleyen B12 vitamini açısından zengin bir besin kaynağıdır. İşkembedeki selenyum antioksidan görevi görerek hücreleri hasardan korumakta ve bağışıklık fonksiyonunu desteklemektedir. İşkembede bulunan kalsiyum, fosfor ve magnezyum kemik sağlığını desteklerken, protein içeriği kas onarımı ve büyümesine yardımcı olmaktadır. Bir organ eti olarak dana işkembesi, sürdürülebilir gıda uygulamalarını desteklemek için kullanılabilecek önemli bir kaynak olarak değerlendirilmektedir (Fuerniss ve ark., 2024).

Karabiber

Karabiber *(Piper nigrum L.)* dünyanın en yaygın kullanılan baharatıdır. Mutfaklarda işlenmiş gıdaları tatlandırmak ve korumak için kullanılmakla birlikte, tıbbi açıdan da önemli bir baharattır. Uluslararası alandaki toplam baharat ticaretinin yaklaşık %34'ünü karabiber oluşturmaktadır. Bu önemli baharatın ana vatanı Güneybatı Hindistan'dır (Ravindran ve Kallupurackal, 2001). Karabiber yağının tedavi edici özellikleri arasında analjezik, antioksidan, antipiretik, antimikrobiyal, antiseptik, antispazmodik ve antitoksik özellikleri bulunmaktadır. Karabiberin işlenmiş gıda endüstrisinde, mutfakta, parfümeride, geleneksel tıpta ve hatta cilt bakımında birçok kullanım alanı bulunmaktadır. (Zachariah ve Parthasarathy, 2008; Ravindran ve Kallupurackal, 2001). Gıdalara biber eklenmesi, antimikrobiyal özelliğinden dolayı gıdaların muhafaza kalitesini artırmakta ve bozulmalarını önlemektedir. Biber yağı, belirli bir konsantrasyonda *Aspergillus* küflerinin büyümesini ve aflatoksin üretimini durdurmuştur (Nakatani ve ark., 1986). Karabiberde bulunan piperin gıdalardan amino asitlerin emilimini artırmaktadır. Karabiber hem Batı hem de Doğu mutfaklarında en çok kullanılan baharattır (Ravindran ve Kallupurackal, 2001; Johri ve ark., 1992).

Kırmızıbiber

Kırmızıbiber (*Capsicum annuum L.*) işlenmiş gıdalarda öncelikle rengi ve tadı için kullanılan, öğütülmüş, parlak kırmızı renkte, genellikle keskin olmayan, öğütülmüş bir üründür. Biberler C, A, E vitamini ve potasyum açısından yüksek, sodyum açısından düşük değerlere sahiptir. Yüz gram taze kırmızıbiberde 240 mg C vitamini, 11.000 IU A vitamini ve 0,7 mg E vitamini bulunmaktadır. Bunlardan C vitamini ısıya ve kurumaya duyarlıdır; ancak A vitamini çok dayanıklıdır. Kırmızıbiber ve kurutulmuş kırmızıbiberin her ikisi de bu önemli vitamini nispeten yüksek miktarlarda içerir. Acı biber meyvesinin yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu bilinmektedir. Yüksek antioksidan aktiviteye sahip kırmızıbiberin antikarsinojen etkileri de olduğu bildirilmiştir (Zachariah ve Gobinath, 2008).

Kimyon

Kimyon (*Cuminum cyminum*), Apiaceae familyasından olup eski çağlardan beri baharat olarak kullanılmaktadır. Anavatanı Doğu Hindistan'a kadar uzanan Doğu Akdeniz kuşağıdır. Tohumları mideyi iyileştirici, idrar söktürücü ve gaz giderici özelliklere sahiptir. Aynı zamanda; gastrointestinal, üreme, sinir sistemi ile bağışıklık sistemleri üzerinde etkili, hipoglisemik, hipolipidemik, antimikrobiyal, antioksidan ve tirozinaz inhibitör aktivitesi sergileyen iyi bir demir ve manganez kaynağı olduğu bilinmektedir (Azeez, 2008; Srinivasan, 2018; Dubey ve ark., 2017; Pandey ve ark., 2015). Diğer taraftan kimyon şekerleme, et, sosis ve ekmek imalatında ve gıda işlemede koruyucu olarak yaygın olarak kullanılan bir tatlandırıcıdır (Azeez, 2008).

Kimyon tohumları, hemoglobinin ayrılmaz bir bileşeni olan demir için iyi bir kaynaktır. Ayrıca demir, insanın bağışıklık sistemini sağlıklı tutmada etkilidir. Demir özellikle kadınlar, büyüyen çocuklar ve ergenler için önemlidir. Kimyon tohumlarında tanımlanan 18 amino asitten sekizi esansiyel amino asitlerdir (Pandey ve ark., 2015; Azeez, 2008; Dougkas ve ark., 2019).

Tuz

Tuz gıda üretiminde sıklıkla kullanılan bir ürün olmakla birlikte, iki önemli özelliği ile öne çıkmaktadır. Bunlardan birincisi tuzun yiyeceklerin içeriğindeki suyun aktivitesi üzerinde önemli etkileri bulunmasıdır. Su aktivitesinin azaltan ve doğal bir koruyucu olarak görev yapan tuz; *C. botulinum* ve *L. Monocytogenes*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*, *Aeromonas hydrophila*, *Clostridium perfringens* ve *Arcobacter* gibi patojenlerin üremesini engellemektedir. Tuz ve diğer sodyum içeren koruyucuların içeriği azaltılmış gıdalarda patojenlerin üremesi daha hızlı olabilmektedir. Tuz kullanımı su aktivitesini azaltmaktadır, bu da aroma konsantrasyonunda etkili bir artışa yol açmakta ve aroma bileşenlerinin uçuculuğunu artırmaktadır. Aroma bileşenlerinin daha yüksek uçuculuğu gıdanın aromasını geliştirerek lezzete büyük katkı sağlamaktadır (Henney ve ark., 2010).

Materyal ve Yöntem

Gıda Materyalinin Hazırlanması

Literatürde araştırmanın konusunu oluşturan liyofilizasyon yöntemi ile sakatattan ürün üretimine ait bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle, ürünlerin üretimi aşamalarında literatürde açıklanan liyofilizasyon işleminin temel parametrelerine uygun olarak süreç yürütülmüştür. Araştırmada kullanılan tuz, karabiber, kimyon ve kırmızıbiber bir market zincirinden temin edilmiştir. Yine araştırmada kullanılan tavuk karaciğeri, dana karaciğeri ve dana işkembesi bir market zincirinden her biri 500 gram ağırlığında taze olarak temin edilmiştir. Ürünler 5mm*5mm büyüklüğünde kesilmiştir. Tavuk karaciğeri ve dana ciğeri 175 °C sıcaklıkta önceden ısıtılmış ayçiçek yağında ayrı ayrı pişirilmiştir. Pişirme süresi iki ürün için de 3 dk olarak uygulanmıştır. Dana işkembesi ise sert dokusunun tamamen yumuşaması için 200 dk süreyle haşlanmıştır. Pişirme işlemi tamamlanan ürünler süzüldükten sonra tartılmış ve her birine taze çekilmiş 4 g tuz, 2 g karabiber, 2 g kırmızı toz biber ve 2 g kimyon eklenmiştir. Ürünler soğuduktan sonra her birinde 20 g olacak şekilde Petri kaplarına yerleştirilmiştir. Petri kaplarındaki ürünler 48 saat süreyle -18 °C'de dondurulmuştur. Dondurulan ürünler Teknosem marka Toros TRS 4-4 model liyofilizasyon ünitesinde 24 saat süre ile liyofilizasyon işlemine tabi tutulmuştur. Birincil kurutmada kondanser sıcaklığı -75 ila -88 °C arasındadır. İkincil kurutma ise +30 °C ila +70 °C arasında gerçekleşmiştir. Kullanılan cihazda raf sıcaklık kontrolü bulunmamaktadır. Ürünlerin ağırlık değişimleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Duyusal Değerlendirme

Duyusal değerlendirme testleri, tüketicilerin gıda ürünlerinin görünüm, koku, ses, doku ve tat gibi duyusal özelliklerine verdiği tepkileri bilimsel olarak ölçmek ve analiz etmektedir (Özilgen, 2020). Bu testler;

- Gıda ürünlerinin kalitesini artırmak,
- Gıda ürünlerini tüketiciler açısından daha kabul edilebilir kılan özelliklerin neler olduğunu anlamak;
- Gıda ürünleri çeşitleri arasında farklılıklar olup olmadığını anlamak;
- Çeşitli gıda ürünleri arasındaki farkların ne kadar büyük olduğunu anlamak;
- Nihai gıda ürününün hedeflenen spesifikasyonları karşılayıp karşılamadığını anlamak amacıyla yürütülmektedir (Özilgen, 2020; Abbott, 1973).

Tüketici kitlesi gıda dokuları konusunda daha bilinçli veya eleştirel hale geldikçe, örneğin işlenmiş ve sentetik gıdaların kullanımının artmasıyla birlikte, dokuyu ölçmek ve kontrol etmek için daha iyi yöntemlere olan ihtiyaç da artmaktadır. Gıdanın birçok özelliğini ölçmek için araçlar tasarlanabilir; ancak bu ölçümlerin tüketici değerlendirmeleriyle ilgili olmadığı sürece çok az değeri vardır. Bu nedenle gıda endüstrisi güvenilir duyusal panellere ihtiyaç duymaktadır (Abbott, 1973).

Duyusal analiz formu Altuğ Onoğur ve Elmacı'nın (2015) "Gıdalarda Duyusal Değerlendirme" kitabı referans alınarak belirlenmiştir. Duyusal değerlendirme panellerinde; eğitilmiş 3-10, yarı eğitilmiş 8-25, eğitilmemiş en az 80 panelistin; hedonik testlerde ise yarı eğitilmiş 8-25 ya da eğitilmemiş en az 80 panelistin kullanılması gerektiğini ifade edilmiştir (Altuğ Onoğur ve Elmacı, 2015; Abbott, 1973). Çalışmanın duyusal değerlendirmesi Başkent Üniversitesi Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü laboratuvarlarında gerçekleştirilmiş ve 9 eğitimli paneliste kalite derecelendirme testi uygulanmıştır. Kalite derecelendirme testinde görünüş, koku, doku, lezzet ve genel beğeni kriterleri üzerinden 5'li Likert ölçeği kullanılmıştır. Ürünler tavuk karaciğeri (159 nolu örnek), dana işkembesi (267 nolu örnek) ve dana karaciğeri (379 nolu örnek) olarak hazırlanmıştır. Bu araştırmada kullanılan verilerin toplanması için gerekli olan etik kurul izin belgesi, 30.06.2025 tarihli ve 17162298.600-229 sayılı karar ile Başkent Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler ve Sanat Alan Araştırma Kurulu'ndan alınmıştır.

Bulgular

Besin Değeri Analizi ve Su Çekme Kapasitesi

Duyusal değerlendirme sonucunda deneyimli panelist grubu tarafından en çok beğenilen dana karaciğerinin besin değeri analizleri Düzen Norwest laboratuvarlarında yaptırılmıştır. Düzen Norwest laboratuvarlarında gerçekleştirilen besin analizi sonuçlarına göre; dondurularak kurutulmuş pişmiş karaciğer numunesinin %54,5 protein, %15,6 yağ, %6,9 nem, %3,7 kül, %0,6 lif , %19,3 karbonhidrat ve 433 kcal enerji içerdiği tespit edilmiştir. Besin değeri analizine ait laboratuvar sonuçları Çizelge 1'de verilmektedir. Analizler için kullanılan metotlar Çizelge 2'de verilmektedir.

Araştırma sırasında numunelerin hem tazeyken hem de pişirme ve liyofilizasyon işlemleri sonrasında ağırlıkları ölçülerek kaydedilmiştir. Her üründen 500 g taze örnek kullanılmıştır. Pişirme aşamasında tavuk karaciğerinin %48, dana işkembesinin %45 ve dana karaciğerinin %49 ağırlık kaybettiği tespit edilmiştir. Liyofilizasyon işlemi sonrasında yapılan ölçümlerde, taze ağırlığına göre tavuk karaciğerinin %74, dana işkembesinin %72 ve dana karaciğerinin %74 ağırlık kaybettiği görülmüştür. Ağırlık değerlerindeki değişimlere ait veriler Çizelge 3'te verilmektedir.

Gıda sektörü her zaman tüketicilerin beğenisini kazanmak ve tercih edilen ürünler üretmek için çalışmaktadır. Bu ürünlerin lezzetini cihazlı analiz yöntemleri ile ölçmek mümkün olmadığından, ölçme ve değerlendirme için insan duyularının kullanılması gerekmektedir. Bu nedenle, duyusal değerlendirme basit bir tadımın ötesinde, bir ölçme aracıdır (Gönül, 1983). Deneyimli panelist grubu ile gerçekleştirilen duyusal değerlendirme sonuçlarına göre; 379 kodlu dana karaciğeri numunesinin genel beğeni 4,44/5, lezzet 4.22/5 ve doku 4,78/5 ortalamalarıyla diğer örneklerden daha fazla beğenildiği tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına ait veriler Çizelge 4'te verilmektedir.

Çizelge 1. Besin Değeri Analizine Ait Laboratuvar Sonuçları
Table 1. Laboratory Results for Nutritional Value Analysis

Parametre	Birim	Analiz Sonucu
Nem	%	6,9
Protein	%	54,5
Toplam Yağ	%	15,6
Kül	%	3,7
Lif (Ham Selüloz)	%	0,6
Karbonhidrat	%	19,3

Açıklama: Protein miktarı için Azot çarpım faktörü 6,25 olarak kullanılmaıştır. Numuneye ait enerji miktarı 433 kcal/100 g'dır

Çizelge 2. Besin değeri analizinde kullanılan metodlar
Table 2. Methods used in nutritional value analysis

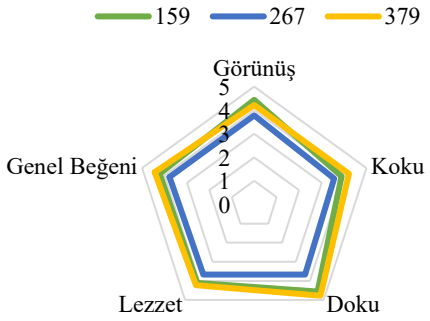
Parametre	Metot	Referans
Nem	Gravimetrik metot	İşletme İçi Metot KYTG 721-106
Protein	Kjeldahl metodu	İşletme İçi Metot KYTG 721-224
Toplam Yağ	Soxhlet metodu	İşletme İçi Metot KYTG 721-130
Kül	Gravimetrik metot	İşletme İçi Metot KYTG 721-132
Lif (Ham Selüloz)	Gravimetrik metot	TS 6932 1989 Gıda Maddelerinde Ham Selüloz Tayini – Genel Metod
Karbonhidrat	Kütle denkliği ile hesaplama	-

Çizelge 3. Ürünlerin Hazırlık Aşamalarındaki Ağırlık Değişimleri
Table 3. Weight Changes During Product Preparation Stages

Ürün	Taze ağırlık	Pişirme sonrası ağırlık	Liyofilizasyon sonrası ağırlık
Tavuk karaciğeri	500 g	260 g	133 g
Dana işkembesi	500 g	275 g	142 g
Dana ciğeri	500 g	253 g	130 g

Çizelge 4. Duyusal Değerlendirme Sonucuna Göre Panelistlerin Sakatat Örneklerine Ait Puanlamaları
Table 4. Panelists' Scores for Offal Samples Based on Sensory Evaluation Results

Özellikler	Tavuk karaciğeri Ortalama±Std. sapma	Dana işkembesi Ortalama±Std. sapma	Dana karaciğeri Ortalama±Std. sapma
Görünüş	4,44±0,65	3,78±0,60	4,22±0,60
Koku	3,89±0,70	3,56±0,47	4,22±0,87
Doku	4,56±0,47	3,67±0,77	4,78±0,39
Lezzet	4,11±0,70	3,67±0,45	4,22±0,75
Genel Beğeni	4,22±0,75	3,78±0,60	4,44±0,47



Şekil 1. Sakatat Örneklerinin Duyusal Değerlendirmesine Ait Grafik
Figure 1. Chart of Sensory Evaluation of Offal Samples

Şekil 2. Dondurularak Kurutulmuş Karaciğer
Figure 2. Freeze-dried Liver

Şekil 3. İki Saat Suda Bekletilmiş Ürün
Figure 3. Product Soaked İn Water For Two Hours

Bunlara ek olarak ürünün su çekme kapasitesinin belirlenmesi amacıyla, dondurularak kurutulmuş 20 g dana karaciğeri 2 saat süre ile oda sıcaklığındaki su içerisinde bekletilmiştir. Süreç sonunda ürün süzülmüş ve tartılmıştır. Ürünün ağırlığındaki değişimler 15 dk bir yapılan tartımlarla gözlemlenmiştir. Üst üste yapılan iki tartımda ağırlıkta değişim görülmediği aşamada son tartım yapılarak ürünün su çekme kapasitesi değerlendirilmiştir. Son tartımda ürünün toplam ağırlığının 41 g olduğu tespit edilmiştir. Bu verilere göre dondurularak kurutulmuş dana karaciğerinin ağırlığının %105'i oranında su çekme kapasitesine sahip olduğu değerlendirilmektedir.

Sonuç

Bu çalışmanın amacı, sakatat kullanarak insan beslenmesine uygun ve besleyici değeri yüksek bir gıda üretmektir. Bu sayede önemli bir gıda kaynağı olan sakatatların tüketimini yaygınlaştırmak ve yeni bir kullanım alanı geliştirmek de hedeflenmektedir. Literatür taramasında, araştırmanın konusu olan liyofilizasyon yöntemi ile sakatattan elde edilen ürünlerin kalite parametrelerinin değerlendirmesine yönelik çalışmalara rastlanmamıştır. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre; dana karaciğeri numunesinin genel beğeni 4,44/5, lezzet 4.22/5 ve doku 4,78/5 ortalamalarıyla diğer örneklerden daha fazla beğenildiği tespit edilmiştir. Ürünün besin değeri analazlerinde protein değerinin ölçümü için Kjeldahl metodu; toplam yağ değerinin ölçümü için Soxhlet metodu; karbonhidrat değeri ölçümü için kütle denkliği ile hesaplama; nem, lif (ham selüloz) ve kül değerinin ölçümü için Gravimetrik metod kullanılmıştır. Düzen Norwest laboratuvarlarında gerçekleştirilen besin analizi sonuçlarına göre; dondurularak kurutulmuş pişmiş karaciğer numunesinin 100 gramında (kuru madde) %54,5 protein, %15,6 yağ, %6,9 nem, %3,7 kül, %0,6 lif ve %19,3 karbonhidrat içerdiği tespit edilmiştir. Literatürdeki verilere göre 100 g karaciğerde 141 kcal enerji, 1,14 g kül, 21,39 g protein, 6,20 g yağ, 71 g su, 0 g karbonhidrat ve 0 g lif bulunmaktadır Besin değeri analizi sonucunda elde edilen veriler, dondurularak kurutulmuş karaciğerin çiğ ürüne göre %207 daha fazla enerji, %224 daha fazla kül, %154 daha fazla protein, %151 daha fazla yağ ve %929 daha az nem içerdiğini göstermektedir. Değerlerdeki bu artışın, liyofilizasyon işleminin sonucunda su oranınındaki azalmaya bağlı olarak 100 g üründeki kuru madde oranının artması olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, liyofilize edilen dana karaciğeri, çiğ karaciğerde bulunmayan lif ve karbonhidrat da içermektedir. Bu bileşiklerin varlığının kullanılan baharata bağlı olduğu değerlendirilmektedir. Ürünlerin işlenmeden önceki ağırlıkları ile Liyofilizasyon sonrasındaki ağırlıkları arasında %72-74'lük bir azalma tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda liyofilizasyon yöntemi uygulanan pişmiş dana karaciğerinin protein, karbonhidrat ve yağ gibi makro besin ögeleri yönünden zengin bir ürün olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, uzun süre dayanan besleyici yiyeceklere ihtiyaç duyulan afet bölgelerindeki insanların beslenmesinde, askeri birliklerin bulundukları her bölgedeki besin ihtiyaçlarının karşılanması ile dağcıların ve denizcilerin beslenmesinde kullanılabilecek nitelikte olduğu düşünülmektedir. Elde edilen ürünün toz haline getirilerek farklı gıda maddelerinin zenginleştirilmesinde de kullanılabileceği değerlendirilmektedir. Ayrıca, dondurarak kurutulmuş sebze ve meyvelerle karıştırılarak uzun süre saklanabilen ve besin değeri yüksek yeni yemeklerin geliştirilmesinde de değerlendirilebileceği düşünülmektedir. Araştırma, dünya üzerinde en çok üretilen; ancak sınırlı bir tüketici grubuna hitap eden, insanların çoğunlukla ön yargı ile yaklaştığı, besleyici değerler bakımından zengin hayvansal bir ürün olan sakatatın daha yaygın bir kaynak olarak kullanılması ve kullanım alanlarının çeşitlendirilmesine katkı sunmaktadır.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda, sakatat çeşitliliğinin artırılmasının, raf ömrü üzerine araştırmalar yapılmasının, eğitimsiz panelist gruplarına tüketici beğeni testi uygulanmasının ve ürünlerin detaylı vitamin ve mineral değerlerinin de analiz edilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. Bu şekilde daha fazla sakatat çeşidi için yeni tüketim alanları bulunabilecektir. Elde edilen ürünlerin farklı kültürlerin yeme alışkanlıklarına göre çeşitlendirilmesinin ise tüketimi artıracağı değerlendirilmektedir.

Beyanlar

Etik Kurul İzni

Bu araştırmada kullanılan verilerin toplanması için gerekli olan etik kurul izin belgesi, 30.06.2025 tarihli ve 17162298.600-229 sayılı karar ile Başkent Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler ve Sanat Alan Araştırma Kurulu'ndan alınmıştır.

Kaynaklar

Abbott, J. A. (1973). Sensory assessment of textural attributes of foods. Amihud Kramer & Alina S. Szczesniak (Ed.) içinde, *Texture Measurements of Foods,* (s. 17-31). Boston U.S.A: D. Reidel Publishing Company.

Al-Muhtaseb, A., McMinn, W., Magee, T. (2002). Moisture sorption isotherm characteristics of food products: A review. *Food Bioprod. Process*. 2002, 80(2), 118–128. https://doi.org/10.1205/09603080252938753

Altuğ Onoğur, T. & Elmacı, Y. (2011). Gıdalarda duyusal değerlendirme, (2. Baskı). İzmir, Sidas Yayıncılık.

Álvarez-Castillo, E., Bengoechea, C., Felix, M. & Guerrero, A. (2021). Freeze-drying versus heat-drying: effect on protein-based superabsorbent material. *Processes*, 2021, 9, 1076. https://doi.org/10.3390/pr9061076

Antal, T., Sikolya, L. & Kerekes, B.(2013). Assessment *Of Freezing Pre-Treatments For The Freeze Dried Of Apple Slices*. *Acta Univ. Cibiniensis Ser. E Food Technol*. 17, 3–14

Antelo, L. T. , Passot, S., Fonseca, F., Trelea, I. C. & Alonso, A. A. (2012). Toward optimal operation conditions of freeze drying processes via a multilevel approach. *Drying Technology*, 30:13, 1432-1448, https://doi.org/10.1080/07373937.2012.686079

Assegehegn, G., Brito-de la Fuente, E., Franco, J. M., & Gallegos, C. (2020). Freeze-drying: A relevant unit operation in the manufacture of foods, nutritional products, and pharmaceuticals. *Advances in Food And Nutrition Research*, *93*, 1–58. https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2020.04.001

Azeez. S. (2008). Cumin. Villupanoor A. Parthasarathy, Bhageerathy Chempakam & T. John Zachariah (Ed.) içinde, *Chemistry of Spices* (s. 211-227). United Kingdom: CABI

Babić, J., Cantalejo, M. J. & Arroqui, C. (2009). The effects of freeze-drying process parameters on Broiler chicken breast meat, LWT - Food Science and Technology. *42*(8), 1325-1334. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.03.020.

Biel, W., Czerniawska-Piątkowska, E., & Kowalczyk, A. (2019). Offal chemical composition from veal, beef, and lamb maintained in organic production systems. *Animals*, *9*(8), 489. https://doi.org/10.3390/ani9080489

Bisht, D. & Iqbal, Z. (2018). Lyophilization - Process and optimization for pharmaceuticals. *International Journal of Drug Regulatory Affairs*. 3. 30-40. https://doi.org/10.22270/ijdra.v3i1.156.

Cilla, A., Bosch, L., & Barberá, R. & Alegría, A. (2017). Effect of processing on the bioaccessibility of bioactive compounds - A review focusing on carotenoids, minerals, ascorbic acid, tocopherols and polyphenols. *Journal of Food Composition and Analysis,* 68, 3-15. https://doi:10.1016/j.jfca.2017.01.009.

Cuadri, A.A., Romero, A., Bengoechea, C. & Guerrero, A. (2018). The effect of carboxyl group content on water uptake capacity and tensile properties of functionalized soy protein-based superabsorbent plastics. *J Polym Environ,* 26, 2934–2944. https://doi.org/10.1007/s10924-018-1183-x

Dougkas, A., Vannereux, M., & Giboreau, A. (2019). The impact of herbs and spices on increasing the appreciation and intake of low-salt legume-based meals. *Nutrients*, *11*(12), 2901. https://doi.org/10.3390/nu11122901

Dubey, P.N., Saxena, S., Mishra, B., Solanki, R., Vishal, M.K., Singh, B., Sharma, L., John, S., Agarwal, D. & Yogi, A.. (2017). Preponderance of cumin (Cuminum cyminum L.) essential oil constituents across cumin growing Agro-Ecological Sub Regions, India. Industrial Crops and Products. 95. 50-59. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.10.011.

Dumanlı, P. (2013). Offal: As a food culture in İstanbul cuisine. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Bilgi Üniversitesi. İstanbul.

Egas-Astudillo, L.A., Martínez-Navarrete, N. & Camacho, M.M. (2020). Impact of biopolymers added to a grapefruit puree and freeze-drying shelf temperature on process time reduction and product quality. *Food Bioprod. Process*, 120, 143–150. https://doi.org/10.1016/j.fbp.2020.01.004.

Ergün, Z. (2015). Biyolojik maddelerin kurutularak saklanması: Liyofilizasyon. *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 26(1), 35-40. https://doi.org/10.35864/evmd.513369

Florek, M., Litwi Nczuk, Z., Skałecki, P., K., Edzierska-Matysek, M. & Grodzicki, T. (2012). Chemical composition and inherent properties of offal from calves maintained under two production systems. *Meat Science*, 90, 402–409.

Fuerniss, H. F., Gifford, C. L., Mortensen, E. G., Belk, K. E., Engle, T. E., & Woerner, D. R. (2024). Nutrient analysis of raw United States beef offal items. *Nutrients*, 16(18), 3104. https://doi.org/10.3390/nu16183104

Gönül, M. (1983). Duyusal değerlendirmede sonuca güveni etkileyen faktörler. *Gıda*, 8(6).

Henney, J. E., Taylor, C. L. & Boon, C. S. (2010). Strategies to reduce sodium intake in the United States. Washington DC: The National Academies Press.

Jia, Y., Khalifa, I., Hu, L., Zhu, W., Li, J., Li, K. & Li, C. (2019). Influence of three different drying techniques on persimmon chips' characteristics: A comparison study among hot-air, combined hot-air-microwave, and vacuum-freeze drying techniques. *Food and Bioproducts Processing*, 118, 67–76. https://doi.org/10.1016/j.fbp.2019.08.018

Johri, R. K., Thusu, N., Khajuria, A., & Zutshi, U. (1992). Piperine-mediated changes in the permeability of rat intestinal epithelial cells. The status of gamma-glutamyl transpeptidase activity, uptake of amino acids and lipid peroxidation. *Biochemical pharmacology*, *43*(7), 1401–1407. https://doi.org/10.1016/0006-2952(92)90195-o

Karagül, M. S. & Altuntaş, B. (2018). Liyofilizasyon: Genel proses değerlendirmesi. *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 29 (1) , 62-69 . https://doi.org/10.35864/evmd.513002

Lewicki, PP., Arnau Arboix, J., Gou Botó, P., Comaposada Beringues, J. & I Muñoz Moreno, (2004). Drying. . Carrick Devine, Michael Dikeman (Ed.) içinde, *Encyclopedia of Meat Science Second Edition Volume 1*. (s. 471-480)

Lynch, S. A., Mullen, A. M., O'Neill, E., Drummond, L., & Álvarez, C. (2018). Opportunities and perspectives for utilisation of co-products in the meat industry. *Meat science*, *144*, 62–73. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.06.019

Malik, N., Muttakin, S., Lopez-Quiroga, E., Watson, N. J., Fryer, P., Bakalis, S., & Gouseti, O. (2020). Microstructure and reconstitution of freeze-dried gum Arabic at a range of concentrations and primary drying temperatures. *Food Hydrocolloids*, *104*. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.105712

McAuliffe, L. (Mart 20, 2024). Tripe: Nutrition, benefits, and easy recipes. Erişim adresi: https://www.doctorkiltz.com/tripe/

Meda, L. & Ratti, C. (2005). Rehydration of freeze-dried strawberries at varying temperatures. *Journal of Food Process Engineering*, 28(3), 233–246. https://doi.org/10.1111/j.1745-4530.2005.00404.x

Merivaara, A., Zini, J., Koivunotko, E., Valkonen, S., Korhonen, O., Fernandes, F. M., & Yliperttula, M. (2021). Preservation of biomaterials and cells by freeze-drying: Change of paradigm. *Journal of controlled release: official journal of the Controlled Release Society*, *336*, 480–498. https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2021.06.042

Mullen, A. M., Álvarez, C., Zeugolis, D. I., Henchion, M., O'Neill, E., & Drummond, L. (2017). Alternative uses for co-products: Harnessing the potential of valuable compounds from meat processing chains. *Meat science*, *132*, 90–98. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.04.243

Nakatani, N., Inatani, R., Ohta, H., & Nishioka, A. (1986). Chemical constituents of peppers (Piper spp.) and application to food preservation: naturally occurring antioxidative compounds. *Environmental health perspectives*, *67*, 135–142. https://doi.org/10.1289/ehp.8667135

Niu, J., Zhao, B., Guo, X. & Yin, T. (2019). Effects of vacuum freeze-drying and vacuum spray-drying on biochemical properties and functionalities of myofibrillar proteins from silver carp. *Journal of Food Quality*. 2019. 1-8. https://doi.org/10.1155/2019/9457835.

Nowak, D., & Jakubczyk, E. (2020). The freeze-drying of foods-the characteristic of the process course and the effect of its parameters on the physical properties of food materials. *Foods (Basel, Switzerland)*, *9*(10), 1488. https://doi.org/10.3390/foods9101488

Özçelik Bozkurt, H. (2021). Türk mutfağı sakatat yemeklerinin gastronomi turizmi kapsamında incelenmesi. Yener Oğan (ed.) içinde, *Gastronomi Araştırmaları,* (s. 110-119).

Özilgen, S. Z. (2020). Cooking as a chemical reaction (2. Baskı). Florida U.S.A.

Pandey, S., Patel, M. K., Mishra, A., & Jha, B. (2015). Physio-biochemical composition and untargeted metabolomics of cumin (Cuminum cyminum L.) make it promising functional food and help in mitigating salinity stress. *PloS one*, 10(12), e0144469. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144469

Ravindran, P. N., & Kallupurackal, Johny A. (2001). Black pepper. K. V. Peter (Ed.) içinde, Handbook of Herbs and Spices Vol. 1 (s. 62-95). England: Woodhead Publishing Limited

Sadıkoğlu, H., Liapis, A.I. & Crosser, O. (1998). Optimal control of the primary and secondary drying stages of bulk solution freeze drying in trays, *Drying Technology*, 16(3-5), 399-431. https://doi.org/10.1080/07373939808917417

Shirsath, A. P. & Henchion, M. M. (2021). Bovine and ovine meat co-products valorisation opportunities: A systematic literature review. *Trends in Food Science & Technology,* 118, 57–70. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.08.015

Sickert, T., Kalinke, I., Christoph, J. & Gaukel, V. (2023). Microwave-Assisted Freeze-Drying with Frequency-Based Control Concepts via Solid-State Generators: A Simulative and Experimental Study. *Processes,* 11(2), 327. https://doi.org/10.3390/pr11020327

Srinivasan, K. (2018). Cumin (Cuminum cyminum) and black cumin (Nigella sativa) seeds: traditional uses, chemical constituents, and nutraceutical effects. *Food Quality and Safety*, 2(1), 1–16, https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyx031

TURKOMP (2025). Yenilebilir sakatat, dana karaciğer. Ulusal Gıda Kompozisyonu Veri Tabanı. Erişim adresi https://turkomp.tarimorman.gov.tr/food-yenilebilir-sakatat-dana-karaciger-71

Wu, X.-f., Zhang, M. & Bhandari, B. (2019). A novel infrared freeze drying (IRFD) technology to lower the energy consumption and keep the quality of Cordyceps militaris. *Innovative Food Science & Emerging Technologies,* 54, 34–42.

Yakubu, T., Maduforo, A.N., Asante, M., & Amoako, M.A. (2017). Comparative Study Of Proximate, Minerals And Fatty Acid (As Oleic) Content of Cooked And Uncooked Cow Tripe Consumed in Ghana. *Journal of Dietitians Association of Nigeria*. 8. 112-120. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1478-1_8

Zachariah, T.J. & Gobinath, P. (2008). Paprika and Chilli. Villupanoor A. Parthasarathy, Bhageerathy Chempakam & T. John Zachariah (Ed.) içinde, *Chemistry of Spices,* (s. 260-287). United Kingdom: CABI

Zachariah, T.J. & Parthasarathy, V.A. (2008). Black Pepper. Villupanoor A. Parthasarathy, Bhageerathy Chempakam & T. John Zachariah (Ed.) içinde, Chemistry *of Spices,* (s. 21-41). United Kingdom: CABI