



Investigation of Uses of Purple and Orange Sweet Potato Dietary Fiber Concentrates in Sucuks

Meryem Göksel Saraç^{1,a*}, Emre Hastaoğlu^{2,b}, Burak Dinçel^{1,c}, Özlem Pelin Can^{3,d}

¹Food Technology, Yıldızeli Vocational School, Sivas Cumhuriyet University, 58500 Yıldızeli/Sivas, Turkey

²Gastronomy and Culinary Arts, Faculty of Tourism, Sivas Cumhuriyet University, 58140 Sivas, Turkey

³Food Hygiene and Technology, Faculty of Veterinary Medicine, Sivas Cumhuriyet University, 58140 Sivas, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 25/08/2021 Accepted : 08/09/2021</p> <p>Keywords: Sucuk Dietary fiber Sweet potato Texture Sensory</p>	<p>Dietary fibers have positive effects on the product structure thanks to their technological features. The aim of this study is to determine the effect of dietary fibers obtained from purple and orange sweet potato varieties on heat-treated sucuks. For this purpose, dietary fibers were produced from sweet potato varieties and their characterizations were determined. Then, sweet potato fibers were added to the sucuks in the amount included in their formulation and the effects of dietary fiber change were examined in terms of physicochemical, bioactive, textural and sensory. In this context, it was determined that the color change in sweet potatoes affected the color properties of the dietary fibers obtained. In addition, it was observed that the hardness value was the highest (1715.35 g) in sucuks to which orange sweet potato starch, which has high oil and water binding values, and the sweet potato fibers changed the product properties compared to the control group. Total phenolic content of sucuks was determined in the range of 60.57-130.45 mg/ml gallic acid and it was determined that sweet potato fibers increased the phenolic content. As a result of the study, it was determined that sweet potato dietary fibers are an alternative additive for sucuks.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9(9): 1679-1685, 2021

Mor ve Turuncu Tatlı Patates Diyet Lif Konsantrelerinin Sucukta Kullanım Olanaklarının Araştırılması

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 25/08/2021 Kabul : 08/09/2021</p> <p>Anahtar Kelimeler: Sucuk Diyet lif Tatlı patates Tekstür Duyusal</p>	<p>Diyet lifler sahip oldukları teknolojik özellikler sayesinde ürün yapısında olumlu etkiler oluşturmaktadır. Bu çalışmanın amacı mor ve turuncu tatlı patates çeşitlerinden elde edilen diyet liflerin ısı işlem uygulanmış sucuklarda oluşturacağı etkinin belirlenmesidir. Bu amaçla tatlı patates çeşitlerinden diyet lifler üretilmiş ve özellikleri tespit edilmiştir. Ardından sucuklara formülasyonlarında yer alan miktarda tatlı patates lifleri eklenmiş ve diyet lif değişiminin oluşturduğu etkiler fizikokimyasal, biyoaktif, tekstürel ve duyusal açıdan incelenmiştir. Bu kapsamda tatlı patateslerde renk değişiminin elde edilen diyet liflerin renk özelliklerini etkilediği belirlenmiştir. Ayrıca yağ ve su bağlama değerleri yüksek olan turuncu tatlı patates nişastasının ilave edildiği sucuklarda sertlik değerinin en yüksek (1715,35 g) olduğu ve tatlı patates liflerinin kontrol grubuna göre ürün özelliklerini değiştirdiği gözlenmiştir. Sucukların toplam fenolik madde miktarları 60,57-130,45 mg/ml gallik asit aralığında belirlenmiş ve tatlı patates liflerinin fenolik miktarını artırdığı tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda tatlı patates diyet liflerinin sucuklar için alternatif bir katkı maddesi olduğu belirlenmiştir.</p>

^a mgoksel@cumhuriyet.edu.tr

^b <http://orcid.org/0000-0002-8190-2406>

^c ehastaoglu@cumhuriyet.edu.tr

^d <https://orcid.org/0000-0001-8802-6632>

^e burakdincel@cumhuriyet.edu.tr

^f <https://orcid.org/0000-0003-2396-5537>

^g opcan@cumhuriyet.edu.tr

^h <https://orcid.org/0000-0001-8769-4823>



Giriş

Patates (*Solanum tuberosum* L.) yumruları %15-25 oranında kuru madde, %10-18 arasında nişasta, %1,7-2,4 oranlarında asparajin, prolin, glutamin gibi kalitesi yüksek serbest proteinleri, C, B₁, B₆, B₃ vitaminlerini, potasyum, manganez, magnezyum, demir, bakır, fosfor minerallerini ve düşük oranda %0,075-0,2 yağ içermektedir (Van Es ve Hartmans, 1987; Alisdair ve ark., 2001). Ülkemizde sadece Hatay Bölgesinde üretimi yapılan tatlı patates (*Ipomoea batatas* L.) yumrularında ise %30 kuru madde bulunmakta ve kuru maddesinin %70'ni nişasta, %10'unu şekerler, ve %5'ni proteinler oluşturmaktadır. Ayrıca β karoten, B vitaminleri ve askorbik asit bakımından iyi bir gıda kaynağıdır. Beslenme sorunları olan ülkelerde A ve C vitamini noksanlığının giderilmesinde önemli bir kaynak olma potansiyeli taşımaktadır (Çalışkan ve ark., 2001; Woolfe, 1992; Ewell, 1994). Ayrıca çeşit farkları ve bölgesel yetiştirme özelliklerine göre değişmekle beraber tatlı patates posalarında yaklaşık %20-30 aralığında diyet lif bulunduğu ifade edilmektedir (Ju, Mu ve Sun, 2017). Tatlı patates türleri ülkemizde son dönemde yaygın olarak ekimi yapılan ürün gruplarındandır. Özellikle mor tatlı patatesin ekim alanlarının genişletilmesi ve uygun tarım alanlarının bulunması çalışmaları birçok bölgede gerçekleştirilmektedir. Bu sayede son dönemlerde tatlı patates çeşitlerinin ürün gruplarında denenmesi ve değerlendirilmesi önem arz etmeye başlamıştır.

Diyet lifler su ve yağ bağlama, emülsiyon stabilize etme, tekstür iyileştirme gibi teknolojik özellikleri ile ürün formülasyonlarında kullanılmaktadır. Ayrıca sağlık üzerinde oluşturduğu olumlu etkiler de diyet liflerin kullanım oranlarını artırmaktadır (García ve ark., 2016; Henning ve ark., 2016; Kehlet ve ark., 2017). Diyet lifler bu özellikleri nedeniyle gıda ürün gruplarında geniş kullanım alanı bulmaktadır. Et ürünlerinde özellikle emülsifiye ürünlerde diyet lifler sahip oldukları teknolojik özellikler ile formülasyonlara eklenmektedir. Ayrıca et ürünlerinde yağ içeriğini azaltmak için diyet lifler kullanılmaktadır (Gibis, Schuh, ve Weiss, 2015). Öte yandan et ürün bileşenlerine nispeten diyet liflerin artık ürünlerden elde edilmesi nedeniyle ucuz olması da yaygın kullanımlarına neden olmaktadır (Mehta ve ark., 2015).

Sucuk geleneksel fermente bir et ürünüdür, et, kıyma, sarımsak ve baharatların karıştırılması ve kılıflara basılması ile elde edilmektedir (Kaban, 2013). Genel olarak ülkemizde sucuklar fermente ve ısıtılmış sucuk olmak üzere 2 şekilde üretilmektedir (Kara ve Akkaya, 2010). Bölgesel olarak baharat kombinasyonları başta olmak üzere formülasyonları değişen sucuklar işlenmiş et ürünleri içerisinde çok tercih edilen ürünlerdendir.

Bu çalışmanın amacı farklı renklere sahip tatlı patates çeşitlerinden elde edilen posaların diyet lif olarak sucuk üretiminde kullanım olanaklarının araştırılmasıdır. Bu amaçla ilk aşamada tatlı patates çeşitlerinden diyet lifler elde edilmiş ve ürün özellikleri belirlenmiştir. Ardından ticari olarak sucuk üretiminde kullanılan portakal lifi ile üretilmiş sucuklar kontrol grubu olarak değerlendirilmiş ve tatlı patateslerden elde edilen diyet lifler ticari üretim oranında olduğu kadar sucuk üretiminde kullanılmıştır. Alternatif diyet lif kaynağı olarak sucuk üretiminde tatlı patates çeşitlerinin kullanılmasının değerlendirilmesi için sucuk örnekleri fizikokimyasal, biyoaktif, tekstürel ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışmada diyet lif üretiminde kullanılan mor tatlı patates Hatay bölgesinden (İlkmoru tescilli) turuncu tatlı patates ise Nevşehir bölgesinden, sucuk üretiminde kullanılan malzemeler ise Yıldız Et A.Ş'den temin edilmiştir.

Yöntem

Diyet Lif Üretimi ve Analizleri

Diyet lif üretimi için tatlı patatesler öğütülmüş ve nişastalarının uzaklaştırılması için 4 saat suda bekletilmiştir. Ardından 65°C'de 4 saat kurutulmuş ve öğütülerek toz hale getirilmiştir. Mor tatlı patatesten elde edilen diyet lif MPL, turuncu tatlı patatesten elde edilen diyet lif ise TPL şeklinde kodlanmıştır.

Fizikokimyasal Analizler

Tatlı patates türlerinden elde edilen diyet lifler fizikokimyasal ve teknolojik açıdan analiz edilmiştir. Liflerin nem miktarları etüvde (Nüve, MF120, Türkiye) 105°C'de örnekler sabit tartıma gelene kadar kurutulmuş ve kül analizleri ise kül fırınında (Nükleon NKF, Türkiye) kontrollü sıcaklık artışı sağlanarak 550°C'de 12 saat bekletilerek gerçekleştirilmiştir (AOAC, 2000). Tatlı patates liflerinin pH değerleri 1 g örneğin 10 ml saf suda çözündürülmesi ve pH metre (Hach, ABD) ile ölçülmesi şeklinde belirlenmiştir (Lario ve ark., 2004). Renk değerleri *L**, *a** ve *b** parametrelerinde renk tayin cihazında (Konica Minolta Chroma Meter CR-400, Japonya) belirlenmiştir.

Yağ ve Su Bağlama

Yağ bağlama analizinde ayçiçek yağı kullanılmıştır. Analiz santrifüj tüpleri ile yapılmış ve tüplerin önceden daraları alınmıştır. Diyet lif örnekleri 100 mg tartılmış ve üzerlerine 10 ml ayçiçek yağı eklenmiştir. Oda sıcaklığında 24 saat bekletilen örnekler ertesi gün 3500 rpm'de 10 dk santrifüjlenmiş ve üstte kalan yağlar alınarak tüplerin ağırlıkları tekrar ölçülmüştür. Su bağlama analizinde ise yağ yerine saf su kullanılmıştır (Esposito ve ark., 2005).

Toz Analizleri

Örneklerin toz akış özelliklerinin belirlenmesinde çok önemli değerlendirme kriterleri olan sıkıştırılmış ve yığın yoğunluk analizleri tatlı patates lifleri içinde yapılmıştır. 50 ml hacimli mezüre işaret çizgisine kadar lifler doldurulmuş, tartımları yapılmış ve yığın yoğunluk değerleri belirlenmiştir ($\rho_{yığın}$ g/cm³). Ardından aynı mezür 100 kez yere vurularak toz yığının sıkışması ve hacimde azalma meydana gelmesi sağlanmıştır. Son hacim kaydedilmiş ve sıkıştırılmış yoğunluk değerleri ($\rho_{sıkıştırılmış}$ g/cm³) hesaplanmıştır (Tatar, 2012). Yığın ve sıkıştırılmış yoğunluk değerleri kullanılarak tatlı patates liflerinin Carr indeksi ve Hausner oranları aşağıdaki formüller ile hesaplanmıştır (Turchiuli ve ark., 2005; Jan ve ark., 2015).

$$\text{Carr indeksi} = \frac{\rho_{sıkıştırılmış} - \rho_{yığın}}{\rho_{sıkıştırılmış}} \times 100$$

$$\text{Hausner oranı} = \frac{\rho_{sıkıştırılmış}}{\rho_{yığın}}$$

Sucuk Üretimi ve Analizleri

Çalışma kapsamında üretilen sucuklar %70 yağlı et, %20 iç yağ, %4 sarımsak, %2 nitritli tuz, %2 kırmızı acı ve %1 tatlı biber, %1 kimyon, %0,5 yenibahar, %0,5 karabiber, %1 diyet lif ve %0,5 kazeinat olacak şekilde hazırlanmıştır. Kontrol grubunda diyet lif olarak piyasada tercih edilen portakal lifi kullanılmıştır. Sucuklar ısıtma işlemi görmüş sucuk kategorisinde üretilmiştir. Üretimler 2 tekerrürlü gerçekleştirilmiş ve sucuklar analiz süresine kadar 4°C’de bekletilmiştir. Üretimler sonucunda elde edilen kontrol sucuğu KS, mor tatlı patatesten elde edilen sucuk MPLS ve turuncu tatlı patatesten elde edilen sucuk TPLS şeklinde kodlanmıştır.

Fizikokimyasal Analizler

Sucukların fizikokimyasal analizlerinden renk özellikleri renk tayin cihazı ile (Konica Minolta Chroma Meter CR-400, Japonya) L^* , a^* ve b^* değerleri üzerinden gerçekleştirilmiştir. Sucuk örneklerinin su aktivitesi değeri su aktivitesi ölçüm cihazında (LabMaster-aw neo, İsviçre) belirlenmiştir. Sucuk örneklerinin pH değerlerinin belirlenmesinde 10 g sucuk örneğinin 100 ml saf su ile karıştırılması ve pH metre cihazı (Hach, ABD) ile ölçüm yapılması süresi uygulanmıştır. Sucuk örneklerinin nem ve kül miktarları AOAC (2000) yöntemlerine göre yapılmıştır.

Tiyobarbitirik Asit (TBA) Analizi

Farklı diyet liflerin kullanımının sucuk örneklerinde oksidasyon değerinde oluşturduğu etkinin belirlenmesi için tiyobarbitirik asit (TBA) sayısı analizi yapılmıştır. Analiz yönteminde uygulanan modifikasyonlar ile spektrofotometrik olarak gerçekleştirilmiştir. 10 g sucuk örneği, 50 ml deiyonize su ve 10 ml trikloroasetik asit (%15’lik) karıştırılmış ve ardından filtre kâğıdından geçirilmiştir. Elde edilen süzüntüden 8 ml alınarak üzerine 2 ml 0.06 N TBA eklenmiş su banyosunda 80°C’de 90 dk’lık inkübasyon gerçekleştirilmiştir. Ardından oda sıcaklığına soğutulan örnekler 520 nm’de spektrofotometrede (Genesys 10S-UV VIS) ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar mg malonaldehid/kg örnek değeri üzerinden aşağıda verilen formül ile hesaplanmıştır (Tarladgis ve ark., 1960; Jin ve ark., 2014).

$$\text{TBA sayısı} = 7,8 \times \text{Absorbans değeri}$$

Toplam Fenolik Madde Analizi

Öğütülmüş sucuk örneklerinden 5 g alınarak üzerine 25 ml %80’lik metanol eklenmiştir. Ardından karışım 1 saat süre ile 20°C’de 300 rpm devirde karıştırılmıştır. Karıştırma işlemi sonucunda elde edilen ekstrakt Folin-Ciocalteu yöntemi ile fenolik madde miktarı tayininde kullanılmıştır. 0,5 g örnek 0,5 ml Folin-Ciocalteu reaktifi ile karıştırılmış ve üzerine yonteme uygun olarak hazırlanmış doymuş sodyum karbonat çözeltisinden (%35) ve saf sudan 1’er ml eklenmiş karanlık oda sıcaklığında 30 dk bekletilmiştir. Bekleme işlemi tamamlandıktan sonra spektrofotometrede (Genesys 10S) 760 nm’de ölçüm yapılmış ve sonuçlar galkik asit cinsinden belirlenmiştir (Zadernowski ve ark. 2009).

Antioksidan Madde Miktarı Analizi

Sucuklarda antioksidan madde miktarı DPPH yöntemi ile belirlenmiştir. Sucuktan 0,1 ml olarak elde edilen ekstrakt ve 3,9 ml DPPH çözeltisi karıştırılmış karanlık ortamda 30 dk bekletilmiş ve spektrofotometrede (Genesys

10S) 517 nm’de sonuçlar ölçülmüş ve aşağıda verilen formül ile hesaplamalar yapılmıştır (Brandwilliams ve ark., 1995).

$$\dot{I}(\%) = 100 \times (1 - A_0/A_k)$$

\dot{I} : Örnek tarafından inhibe edilen DPPH, %
 A_0 : Örneğin absorbansı,
 A_k : Kontrolün absorbansı

Tekstür Analizi

Diyet lif değişiminin sucuk örneklerinde tekstürde oluşturduğu etkinin belirlenmesi için tesktürel değerlendirmeler sertlik ve yapışkanlık başlıklarında gerçekleştirilmiştir. Analiz için tekstür profil analizi yapan cihaz (T.A. HD Plus Stable Micro Systems, İngiltere) ve Warner Bratzler Blade isimli prob kullanılmıştır. Analiz gerçekleştirme parametreleri 2 mm/s ön test hızı, 2 mm/s test hızı, 8 mm/s bitiş test hızı ve 30 mm’lik mesafe olarak uygulanmıştır.

Duyusal Analiz

Farklı diyet lifler ile üretilen sucuk örneklerinin duyuusal analizleri eğitimli 30 panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Duyusal analizlerde panelistler 1-5 puan aralığında 1 en düşük 5 en yüksek-beğenilen olarak değerlendirme yapmışlardır. Sucuk örneklerinin duyuusal değerlendirmesi tat, görünüş, renk, koku ve genel beğeni başlıklarında duyuusal analiz uygulama prosedürlerine göre gerçekleştirilmiştir.

İstatistiksel Analiz

Sucuk örneklerinin analiz sonuçlarının yorumlanmasında “Minitab 16” istatistik programı kullanılmıştır. Sonuçların yorumlanmasında Tukey ve ANOVA testleri kullanılmış ve istatistiksel anlamlılık $P < 0,05$ olarak değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Diyet Lif Analiz Sonuçları

Mor ve turuncu tatlı patateslerden elde edilen diyet liflerin renk, pH, nem ve kül miktarları Çizelge 1’de verilmiştir. Diyet liflerin renk değerlerini ifade eden L^* , a^* ve b^* değerleri incelendiğinde örnekler arasında farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu görülmektedir ($P < 0,05$). L^* renk değeri 0-100 aralığında sonuç vermektedir ve sonuçlar 100’e doğru gittikçe beyazlık artmaktadır. Tatlı patates diyet liflerinin L^* değerleri incelendiğinde turuncu patatesten elde edilen lifin daha beyaz renkte olduğu görülmektedir. Renk değerlendirmesinde $+a^*$ kırmızıyı, $-a^*$ ise yeşili ifade etmektedir. TPL örneğinin a^* değeri 6,36, MPL örneğinin ise 5,30 olarak tespit edilmiştir. $+b^*$ değerinin sarıyı, $-b^*$ değerinin ise mavi rengi ifade ettiği değerlendirilmede TPL örneği için analiz sonucunda 23,44, MPL örneğinde ise 9,55 sonuçları belirlenmiştir. Tatlı patates çeşitlerinden elde edilen diyet liflerin renk değerlerinde belirlenen farklılığın patateslerin renk farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Tatlı patates diyet liflerinin formülasyonlarına ilave edildikleri örneklerin renk kriterleri göz önüne alınarak seçilmesi gerekmektedir.

TPL ve MPL örneklerinin nem, kül ve pH değerleri sırasıyla %4,43-6,25; %1,12-1,06 ve 3,56-5,66 olarak belirlenmiştir. Patates çeşit değişimleri nem ve pH

değerlerinde fark oluştururken ($P < 0,05$) kül miktarında fark meydana getirmemiştir ($P > 0,05$). Tatlı patates ve patates atıklarından elde edilen unların özelliklerinin belirlendiği bir çalışmada tatlı patates artuk tozlarının nem miktarları %2,41-5,71, kül miktarları ise %1,41-2,19 aralığında belirlenmiştir (Ju, Mu ve Sun, 2017). Sonuçlar arasında tespit edilen farklılığın tatlı patateslerin tür değişiminden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tatlı patates diyet liflerinin yağ-su bağlama, yığın ve sıkıştırılmış yoğunluk, Carr indeksi ve Hausner oranı değerleri Çizelge 2’de verilmiştir. Su ve yağ bağlama özellikleri başta diyet lifler olmak üzere ürün formülasyonuna katılan katkı maddeleri açısından önemli olmaktadır. Formülasyonlarında yer alan ürün yapılarında bulunan su ve yağın diyet lifler tarafından bağlanması kontrollü kullanımlarda ürün yapısında tekstür iyileştirme, emülsiyon sağlama gibi olumlu etkiler oluştururken aksi durumda ise yapı kusurlarına neden olabilmektedir. Farklı meyve ve sebze posalarından diyet liflerin elde edildiği bir çalışmada diyet lif konsantrasyonlarının su ve yağ bağlama değerleri sırasıyla 1,80-6,40 ml/g ve 2,30-8,40 ml/g aralığında bulunmuş ve bu analizlerin diyet lifler için eklendikleri ürün gruplarının teknolojik özelliklerini etkilediği için önemli olduğu vurgulanmıştır (Göksel Saraç ve Doğan, 2016).

Yığın ve sıkıştırılmış yoğunluk, Carr indeksi ve Hausner oranı değerleri toz ürünlerde işleme ve depolama süreçlerinde önemli bir değerlendirme kriteri olmaktadır. Tatlı patates diyet liflerinin yığın yoğunluk değerleri incelendiğinde TPL örneğinin $0,54 \text{ g/cm}^3$ değeri ile mor tatlı patatesten çok yüksek sonuçta elde edildiği görülmektedir. Yığın yoğunluk değeri nakliye ve depolama süreçlerinin uzun olması durumunda depolanan örnekler ve ambalaj materyali tercihleri hakkında bilgi vermektedir (Sharma ve ark., 2017). Öte yandan yüksek yığın

yoğunluğu örnekler arasında pürüzsüz yüzey ve standart partikül şekli ifadesi olarak değerlendirilmektedir (Bicudo ve ark., 2015). Yığın yoğunluk değerinde olduğu üzere sıkıştırma işlemi sonucunda elde edilen sıkıştırılmış yoğunluk değeri içinde TPL daha yüksek değerde belirlenmiştir. Carr indeksi analizinin yorumlanmasında değerlendirme paneli kullanılmaktadır (Santhalakshmy ve ark., 2015). Panelde verilen oranlar ışığında TPL değeri %17,65 değeri ile ‘iyi’ akış MPL örneği ise %32,00 değeri ile ‘orta’ akış özelliği göstermektedir. Benzer şekilde Hausner oranı içinde değerlendirme paneli kullanılmaktadır. Değerlendirme kapsamında oran 1,2’den düşüğe ‘düşük’, 1,2-1,4 aralığında ‘orta’, 1,4’den büyüğe ‘yüksek’ kohezyon belirteci olarak kullanılmaktadır (Santhalakshmy ve ark., 2015). Bu değerlendirme kapsamında TPL ‘orta’ MPL ‘yüksek’ kohezyon özelliği gösteren toz diyet lifler olarak değerlendirilmektedir.

Sucuk Analiz Sonuçları

Sucukların Fizikokimyasal Analizleri

Tatlı patates diyet liflerinin eklendiği sucuklar MPL için MPLS, TPL için ise TPLS olarak kodlanmıştır. KS örneği ise klasik sucuk üretim prosesi ile elde edilmiş örneği ifade etmektedir. Sucuk örneklerinin fizikokimyasal analiz sonuçları Çizelge 3’de verilmiştir.

Tatlı patates diyet lifleri ile üretilen sucuklar ile piyasada satışı olan kontrol grubu sucuk örneğinin renk, nem, kül ve pH değerleri arasında a^* renk değeri haricinde istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır ($P > 0,05$). Renk değerlendirmesinde a^* kriterinde MPL ile üretilen sucukta diğer örneklerle göre yüksek sonuç tespit edilmiştir. Bu durumun diyet lifin renginden kaynaklandığı düşünülmektedir. Isıl işlem görmüş sucuklarda yapılan bir çalışmada nitrat kaynağı olarak pazu tozu kullanılmış ve sucukların fizikokimyasal analizleri değerlendirilmiştir.

Çizelge 1. Tatlı patates diyet liflerin fizikokimyasal özellikleri

Table 1. Physicochemical properties of sweet potato dietary fibers

Örnekler	Renk Değerleri			Nem (%)	Kül (%)	pH
	L^*	a^*	b^*			
MPL	47,44±0,12 ^b	5,30±0,17 ^b	9,55±0,06 ^b	6,25±0,11 ^a	1,06±0,08 ^a	5,66±0,02 ^a
TPL	71,72±0,24 ^a	6,36±0,09 ^a	23,44±0,03 ^a	4,43±0,20 ^b	1,12±0,09 ^a	3,56±0,01 ^b

± standart sapma; Aynı sütunda farklı harfler istatistik açıdan farklı örnekleri ifade etmektedir $P < 0,05$

Çizelge 2. Tatlı patates diyet liflerin teknolojik özellikleri

Table 2. Technological properties of sweet potato dietary fibers

Örnekler	Su Bağlama (g/ml)	Yağ Bağlama (g/ml)	Yığın Yoğunluk (g/cm^3)	Sıkıştırılmış Yoğunluk (g/cm^3)	Carr İndeksi (%)	Hausner Oranı
MPL	4,34±0,11 ^b	1,57±0,14 ^b	0,15±0,21 ^b	0,22±0,23 ^b	32,00±0,17 ^a	1,47±0,12 ^a
TPL	5,43±0,24 ^a	2,21±0,19 ^a	0,54±0,18 ^a	0,65±0,27 ^a	17,65±0,12 ^b	1,21±0,11 ^b

± standart sapma; Aynı sütunda farklı harfler istatistik açıdan farklı örnekleri ifade etmektedir $P < 0,05$

Çizelge 3. Sucukların fizikokimyasal analiz sonuçları

Table 3. Physicochemical analysis results of sucuks

Örnekler	Renk Değerleri			Nem (%)	Kül (%)	aw	pH
	L^*	a^*	b^*				
KS	46,89±0,01 ^a	26,91±0,11 ^b	23,68±0,02 ^a	50,21±0,04 ^a	3,17±0,01 ^a	0,95±0,01 ^a	6,27±0,01 ^a
MPLS	46,50±0,02 ^a	27,45±0,09 ^a	23,52±0,01 ^a	50,34±0,01 ^a	3,22±0,11 ^a	0,95±0,03 ^a	6,36±0,02 ^a
TPLS	46,46±0,02 ^a	26,69±0,07 ^b	23,34±0,03 ^a	50,38±0,02 ^a	3,18±0,04 ^a	0,95±0,01 ^a	6,24±0,01 ^a

± standart sapma; Aynı sütunda farklı harfler istatistik açıdan farklı örnekleri ifade etmektedir $P < 0,05$

Çalışma sonucunda sucukların nem, kül ve pH değerleri sırasıyla %48,12-50,02, %2,91-3,12 ve 5,40-5,60 olarak belirlenmiştir (Öztürk-Kerimoğlu ve Serdaroğlu, 2020). Sucuk örneklerinin fizikokimyasal analiz sonuçları, tatlı patates diyet liflerinin portakal lifiyle üretilen sucuklara benzer sonuçlarda ürünler oluşturduğunu göstermektedir.

Sucukların Tiyobarbitirik Asit, Toplam Fenolik ve Toplam Antioksidan Madde Analizi

Sucukta lipid yapısı ve oksidasyonu hakkında bilgi veren tiyobarbitirik asit analizi önemli bir değerlendirme kriteridir. Oksidasyon sonucu oluşan peroksitler tiyobarbitirik asite ayrışabilir (Toptancı ve Erçoşkun, 2017). Diyet lif çeşit değişimin sucukta TBA analiz sonuçlarında değişikliğe neden olmadığı belirlenmiştir ($P>0,05$) (Çizelge 4). Isıl işlem görmüş sucuklarda TBA değeri 0,62-0,65 mg malonaldehit/kg örnek aralığında belirlenen çalışmada ısıl işlem sıcaklığının artması ile TBA değerinin arttığı belirlenmiştir (Toptancı ve Erçoşkun, 2017). Başka bir çalışmada ise sucuk örneklerine kızılçık ilave edilmiş ve depolama süresinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Çalışma sonunda depolama süresinde TBA değeri, kızılçık miktarının artışı ile azalmış fakat depolama süresi boyunca artış göstermiştir (Ergezer ve ark., 2018)

Sucuk örneklerinin antioksidan aktivite tayini DPPH yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Sucuklarda tatlı patates diyet lifi kullanımı antioksidan aktivite miktarını artırmıştır

($P<0,05$). Öte yandan sucuk örneklerinin toplam fenolik madde miktarları tatlı patates diyet lifi ilavesiyle artış göstermiştir. En yüksek fenolik madde miktarı 130,45 mg/ml gallik asit değeri ile mor renkli tatlı patatesten elde edilen diyet lif ile üretilen sucukta belirlenmiştir. Ardından turuncu tatlı patates 96,88 mg/ml gallik asit değerinde fenolik madde içeren sucuklar üretilmesine vesile olmuştur. Kontrol sucuk örneğine kıyasla fenolik maddede gözlenen bu artışın renkli patateslerin fenolik içeriklerinin diyet liflere geçmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Gıda formülasyonlarına ilave edilen katkılar sadece yapısal ya da fizikokimyasal iyileştirmeler yapmak ya da tüketici tercihlerini olumlu yöne çekmek için değil ürünlerin kullanım ve depolama süreçlerini iyileştirmek için de eklenmektedir (Xiong, 2012). Antioksidan ve fenolik içerikleri yüksek diyet liflerin et ürünlerinde kullanılması lipid oksidasyonu geciktirme, raf ömrü uzatma, duyuusal ve fizikokimyasal açıdan iyileştirme gibi olumlu etkiler oluşturmaktadır (Madane ve ark., 2019).

Sucukların Tekstürel Özellikleri

Tekstürel özellikler gıda ürünleri için önemli değerlendirme kriterlerindedir, özellikle tüketici tercihleri ile tekstür analiz sonuçlarının bağlantısı kurulmaktadır. Çalışma kapsamında en sert ve yapışkan sucuk örneği sırasıyla 1715,35 g ve 15098,63 g sn değerleri ile TPL ile üretilen sucuk örneğinde belirlenmiştir. En yumuşak ve en az yapışkan ürün ise kontrol sucuğu olmuştur (Çizelge 5).

Çizelge 4. Sucukların tiyobarbitirik asit, toplam fenolik ve toplam antioksidan madde analizi

Table 4. Thiobarbutyric acid, total phenolic and total antioxidant analysis of sucuks

Örnekler	TBA (mg malonaldehit/kg örnek)	Toplam fenolik madde (mg/ml gallik asit)	DPPH (%)
KS	0,98±0,12 ^a	60,57±0,12 ^c	60,79±0,42 ^c
MPLS	1,03±0,20 ^a	130,45±0,23 ^a	63,92±0,28 ^a
TPLS	0,97±0,18 ^a	96,88±0,20 ^b	62,21±0,19 ^b

± standart sapma; Aynı sütunda farklı harfler istatistik açıdan farklı örnekleri ifade etmektedir $P<0,05$

Çizelge 5. Sucukların tekstür analiz sonuçları

Table 5. Texture analysis results of sucuks

Örnekler	Sertlik(g)	Yapışkanlık(gsn)
KS	1241,49±1,18 ^c	10434,45±3,99 ^c
MPLS	1420,43±0,99 ^b	11721,41±4,75 ^b
TPLS	1715,35±0,67 ^a	15098,63±3,97 ^a

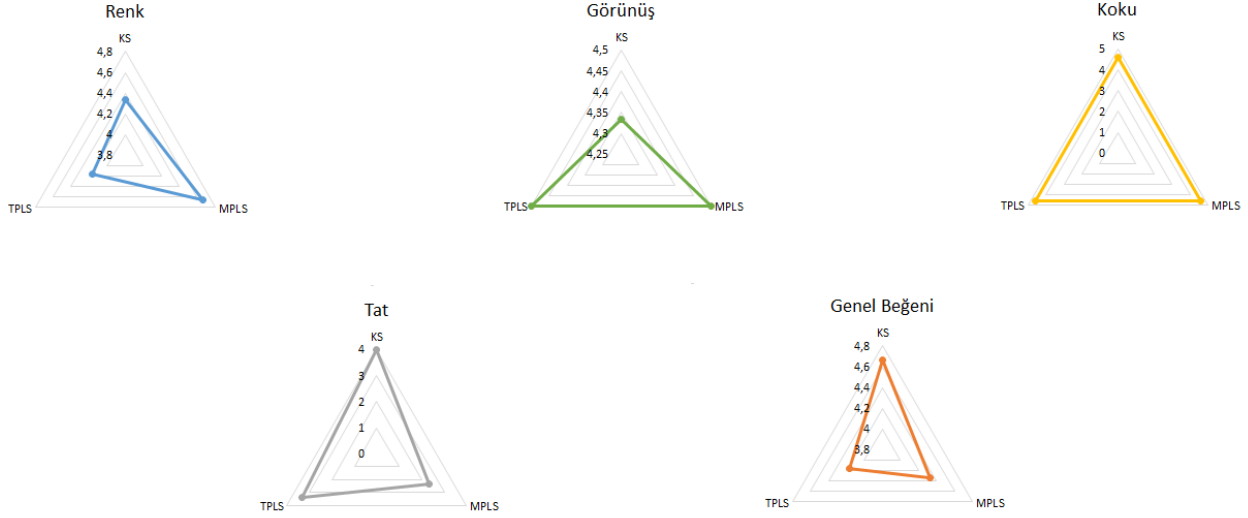
± standart sapma; Aynı sütunda farklı harfler istatistik açıdan farklı örnekleri ifade etmektedir $P<0,05$

Benzer şekilde bologna türü ısıl işlem görmüş sucuklarda limon albedo diyet lif ilavesinin sertlik değerini artırdığı belirlenmiştir (Fernandez-Lopez ve ark., 2004), öte yandan portakal diyet lif ilavesinin sucuk örneklerinde sertlik ve çiğnenabilirlik değerlerini artırdığı tespit edilmiştir (Hegazy ve Ibrahim, 2012). Diyet liflerin yağ ve su bağlama değerleri tekstürel özellikleri etkilemektedir. Çalışma kapsamında TPL yağ ve su bağlama değerleri MPL'den yüksek bulunmuştur, bu nedenle sonuçlar tekstürel değerler ile paralellik göstermektedir.

Sucukların Duyusal Özellikleri

Sucuk örnekleri için panelistler tarafından yapılan duyuusal analiz sonuçları Şekil 1'de verilmiştir. Duyusal değerlendirmeler ürün formülasyon geliştirme ya da

mevcut formülasyonda değişiklik yapmada önemli analiz başlıklarından olmaktadır. Özellikle ticari ürünlerde tüketici tarafından kabul görmek neredeyse en önemli kriter olmaktadır. Sucuk örneklerinin duyuusal değerlendirmeleri renk, görünüş, koku, tat ve genel beğeni başlıkları altında gerçekleştirilmiştir. Koku başlığında diyet lif değişiminin örnekler arasında değişime neden olmadığı belirlenmiştir. Renk parametresi için MPLS en yüksek puanı alırken TPLS en az tercih edilen ürün olmuştur. Öte yandan görünüş değerlendirmesinde MPLS ve TPLS aynı puanları alırken kontrol örneğine göre daha yüksek puanla kabul görmüşlerdir. Tat başlığında tercih sırası ise KS, TPLS ve MPLS şeklinde gerçekleşmiştir. Genel değerlendirmede ise kontrol örneğinden sonra MPLS ve TPLS sırayla tercih edilen ürünler olmuştur.



Şekil 1. Sucuk örneklerinin duysal analiz sonuçları
Figure 1. Sensory analysis results of sucuk sample

Sonuç

Diyet lifler teknolojik özellikleri ve sağlık üzerindeki olumlu etkileri ile birçok gıda grubuna dahil edilmektedir. Çalışma kapsamında son dönemlerde ülkemizde tarımı yapılmaya başlanan tatlı patates çeşitleri kullanılmıştır. Araştırma sonucunda turuncu ve mor tatlı patates liflerinin yağ ve su bağlama başta olmak üzere ticari diyet lifleri ile benzer özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir. Sucuk örneğinde özellikle fenolik ve antioksidan madde miktarında tatlı patates liflerinin ilavesi ile gözlenen artış, ürünün oksidatif ve mikrobiyolojik açıdan stabilitesini olumlu yönde etkileyecektir. Öte yandan yüksek su ve yağ bağlama ürün yapısında sertliğe neden olabileceği için tatlı patates diyet lif konsantreleri kullanıldığında ürünlerde formülasyon çalışmaları yapılmalıdır. Bu aşamadan sonra sucuk örneklerinde tatlı patates diyet lifleri ile depolama stabilitesi çalışılabilir. Ayrıca turuncu ve mor tatlı patates lifleri başka ürün gruplarında denenerek etkileri araştırılabilir.

Kaynaklar

- Alisdair R, Fernie R, Willmitzer L, 2001. Update on Tuber Formation, Dormancy, and Sprouting Molecular and Biochemical Triggers of Potato Tuber Development. *Plant Physiology*, 127:1459- 1465. <https://doi.org/10.1104/pp.010764>
- AOAC. 2000. In official methods of analysis of AOAC International, 17th edn. 1(4). Association of Official Analytical Chemists, Washington
- Bicudo MOP, Jó J, Oliveira GA, Chaimsohn FP, Sierakowski MR, Freitas RA, Ribani RH. 2015. Microencapsulation of Juçara (*Euterpe edulis* M.) Pulp by Spray Drying Using Different Carriers and Drying Temperatures. *Dry Technology*, 33:153–161. <https://doi.org/10.1080/07373937.2014.937872>
- Brandwilliams W, Cuvelier M, Berset C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity, *LWT - Food Science and Technology*, 28: 25–30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)

- Çalışkan ME, Söğüt T, Boydak E, Arıoğlu HH, Mert M, Günel E. 2001. Tatlı Patates (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)'in Türkiye'nin Güney ve Güneydoğu Bölgelerine Adaptasyonu Üzerine Araştırmalar. *Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi, Tekirdağ, Türkiye*, 17 - 21 Eylül 2: 223-226.
- Ergezer H, Gökçe R, Elgin Ş, Akcan T. 2018. Kızılcık (*Cornus mas* L.) Ekstraktı Kullanımının Sucuk Kalite Karakteristikleri Üzerine Etkisi, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilim Dergisi*, 24(7):1376-1381.
- Esposito F, Arlotti G, Bonifati AM, Napolitano A, Vitale D, Fogliano V. 2005. Antioxidant Activity and Dietary Fibre in Durum Wheat Bran ByProducts. *Food Research International*. 38:1167-1173. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2005.05.002>
- Ewell PT, Mutuura J.1994. Sweet potato in the food systems of Eastern and Southern Africa. *Acta Horticulturae*, 380: 405-412.
- Fernandez-Lopez J, Fernandez-Gines JM, Aleson-Carbonell L, Sendra E, Sayas-Barbera E, Perez-Alvarez JA. 2004. Application of functional citrus by-products to meat products. *Trends in Food Science and Technology*, 15 (3-4):176-185. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2003.08.007>
- Gibis M, Schuh V, Weiss J. 2015. Effects of Carboxymethyl Cellulose (CMC) and Microcrystalline Cellulose (MCC) as Fat Replacers on The Microstructure and Sensory Characteristics of Fried Beef Patties Food Hydrocolloids, 45: 236-246. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.11.021>
- Göksel Saraç M, Doğan M. 2016. Incorporation of dietary fiber concentrates from fruit and vegetable wastes in butter: effects on physicochemical, textural, and sensory properties. *European Food Research and Technology*, 242:1331–1342. <https://doi.org/10.1007/s00217-016-2637-9>
- Hegazy AE, Ibrahim MI. 2012. Antioxidant activities of orange peel extracts. *World Applied Sciences Journal*, 18 (5):684-688. <https://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2012.18.05.64179>
- Henning SSC, Tshalibe P, Hoffman LC. 2016. Physico-chemical properties of reduced-fat beef species sausage with pork back fat replaced by pineapple dietary fibres and water. *LWT Food Science and Technology*, 74: 92-98. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.07.007>
- Jan S, Rafiq SI, Saxena DC. 2015. Effect of physical properties on flow ability of commercial rice flour/powder for effective bulk handling. *International Journal of Computer Applications* 0975: 1–5.

- Jin SK, Choi JS, Moon SS, Jeong JY, Kim GD. 2014. The assessment of red beet as a natural colorant, and evaluation of quality properties of emulsified pork sausage containing red beet powder during cold storage, Korean Journal Food Science Animal Resources, 34:472–481. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2014.34.4.472>
- Ju D, Mu T, Sun H. 2017. Sweet Potato and Potato Residual Flours as Potential Nutritional and Healthy Food Material, Journal of Integrative Agriculture, 16 (11): 2632-2645.
- Kaban G. 2013. Sucuk and pastırma: Microbiological changes and formation of volatile compounds. Meat Science 95(4): 912-918. doi: 10.1016/j.meatsci.2013.03.021.
- Kara R, Akkaya L. 2010. Geleneksel ve Isıl İşlem Uygulanarak Üretilen Türk Sucuklarında Salmonella typhimurium'un Gelişimi. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 5(3):1-8.
- Kehlet U, Pagter M, Aaslyng MD, Raben A. 2017. Meatballs with 3% and 6% dietary fibre from rye bran or pea fibre - Effects on sensory quality and subjective appetite sensations. Meat Science, 125:66-75. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.11.007>
- Lario Y, Sendra E, Garcia-Perez J, Fuentes C, Sayas-Barbera E, Fernandez-Lopez J, Perez-Álvarez JA. 2004. Preparation of high dietary fiber powder from lemon juice by-products. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 5:113–117. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2003.08.001>
- Madane P, Das AK, Pateiro M, Nanda PK, Bandyopadhyay S, Jagtap P, Shewalkar A, Maity A, Lorenzo JM. 2019. Drumstick (*Moringa oleifera*) flower as an antioxidant dietary fibre in chicken meat nuggets. Foods, 8(307):1-19. <https://doi.org/10.3390/foods8080307>
- Mehta N, Ahlawat SS, Sharma DP, Dabur RS. 2015. Novel trends in development of dietary fiber rich meat products-a critical review. Journal of Food Science and Technology, 52 (2): 633-647. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1010-2>
- Öztürk-Kerimoğlu B, Serdaroğlu M, 2020. Residual Nitrite Content of Heat-Treated Sucuk as Affected by Chard Powder Incorporation and Processing, Gıda, 45(4): 825-835.
- Santhalakshmy S, Don Bosco SJ, Francis S, Sabeena M. 2015. Effect of Inlet Temperature on Physicochemical Properties of Spray-Dried Jamun Fruit Juice Powder. Powder Technology, 274: 37–43. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2015.01.016>
- Sharma A, Jana AH, Chavan RS. 2012. Functionality of Milk Powders and Milk-Based Powders for End Use Applications A Review. Comprehensive Reviews Food Science and Food Safety, 11(5):518-528. [tps://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2012.00199.x](https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2012.00199.x)
- Tarladgis BG, Watts BM, Younathan MT, Dugan L. 1960. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods, Journal of the American Oil Chemists Society, 37: 44–48.
- Tatar F. 2012. Balık (*Engraulis encrasicolus* L.) Yağının Mikroenkapsülasyonunda Hemiselülozun Kaplayıcı Madde Olarak Kullanımı. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Toptancı İ, Erçoşkun H, 2017. Physicochemical and Microbiological Properties of Sucuk Produced with Different Heat Treatment Temperatures Akademik Gıda 15(4):344-349.
- Turchiuli C, Fuchs M, Bohin M, Cuvelier M-E, Ordonnaud C, Peyrat-Maillard M, Dumoulin E. 2005. Oil encapsulation by spray drying and fluidised bed agglomeration. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 6(1):29-35. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2004.11.005>
- Van Es A, Hartmans KJ. 1987. Structure and chemical composition of the potato. Storage of Potato, Edit by A. Rastovski, A. Van Es et al. Pudoc, Wageningen.
- Woolfe JA. 1992. Sweet Potato: An Untapped Food Resource. Cambridge University Press, 634 pp, Cambridge, UK.
- Xiong YL. 2012. Nonmeat ingredients and additives Y.H. Hui (Ed.), Handbook of meat and meat processing, CRC Press, pp. 573-588.
- Zadernowski R, Czaplicki S, Naczki M. 2009. Phenolic acid profiles of mangosteen fruits (*Garcinia mangostana*), Food Chemistry, 112: 685–689. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.06.030>