Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 13(7): 1982-1990, 2025
DOI: https://doi.org/10.24925/turjaf.v13i7.1982-1990.7603

Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology

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

Labneh Production with Natural Food Colorant Additives

Seher Daştan[1,a,*], Tuba Yıldırım[1,b]

[1]*Amasya Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 05200, Amasya, Türkiye*
[*]*Corresponding author*

ARTICLE INFO

Research Article

Received : 24.02.2025
Accepted : 04.04.2025

Keywords:
Safflower
Extraction
Natural Food Colorant
Labneh
Functional Food

ABSTRACT

The flower petals of the safflower (*Carthamus tinctorius* L.) plant have an important cultivation area in Türkiye and have water-soluble yellow (carthamidin) and water-insoluble red (carthamin) pigments. These natural antioxidant colorants have recently gained great importance due to the negative effects of synthetic colorants on health. Labneh, a fermented dairy product with a consistency between yogurt and cheese, is used in breakfasts, appetizers, desserts and various dishes. In this study, a functional product with visually rich and increased nutritional value was obtained by adding yellow and red color pigments extracted from the completely local and national *Olein* and *Zircon* varieties of the safflower plant to the product during the production of labneh. The yellow color of both varieties of the plant was extracted by suspending it in distilled water and the red color was extracted by treating it with sodium carbonate solution. The optimum amount of extract to be added to the labneh product was determined by analyzing the total phenolic content, total flavonoid content and DPPH free radical scavenging activity of the obtained extracts. As a result of the in vitro analyses, it was determined that the highest values of these three analyses were found in the *Zircon* variety of the plant. Accordingly the total phenolic substance content was found as 2229.8 mg $_{GAE}$/g, the total flavonoid substance content was found as 185.11 mg$_{QE}$/g and the %DPPH free radical scavenging activity was found as 69.58%. Coloured labneh samples were produced using yellow and red extracts obtained from both varieties of the plant and in the preliminary tests of these products it was determined that both extracts of the *Zircon* variety had a bitter taste, while the extracts of the *Olein* variety had a more delicious taste. Based on this, sensory analysis studies were carried out to determine the consumer preference of labneh samples produced with *Olein* yellow and red color extract and the data were evaluated statistically.

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 13(7): 1982-1990, 2025

Doğal Gıda Boyası Katkılı Labne Üretimi

MAKALE BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Geliş : 24.02.2025
Kabul : 04.04.2025

Anahtar Kelimeler:
Aspir
Ekstraksiyon
Doğal Gıda Boyası
Labne
Fonksiyonel Gıda

ÖZ

Türkiye'de önemli bir ekim alanı bulunan aspir (*Carthamus tinctorius* L.) bitkisinin çiçek yaprakları suda eriyebilen sarı (carthamidin) ve suda erimeyen kırmızı (carthamin) renk pigmentlerine sahiptir. Doğal antioksidan olan bu renk maddeleri sentetik renk maddelerinin sağlığa olumsuz etkilerinden dolayı son zamanlarda büyük önem kazanmıştır. Yoğurt ile peynir arasında bir kıvama sahip fermente bir süt ürünü olan labne kahvaltılarda, mezelerde, tatlılarda ve çeşitli yemeklerde kullanılmaktadır. Bu çalışmada, aspir bitkisinin tamamen yerli ve milli olan *Olein* ve *Zirkon* çeşitlerinden ekstrakte edilen sarı ve kırmızı renk pigmentlerinin labne yapımında ürüne eklenmesi ile görsel açıdan zengin ve daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip fonksiyonel bir ürün elde edilmiştir. Bitkinin her iki çeşidinin sarı rengi distile su içinde süspanse edilerek kırmızı rengi ise sodyum karbonat çözeltisi ile muamele edilerek ekstrakte edilmiştir. Elde edilen ekstraktlarda toplam fenolik madde içeriği, toplam flavonoid madde içeriği ve DPPH serbest radikal giderme aktivitesi analizleri ile labne ürününe eklenecek optimum ekstrakt miktarı belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda bu üç analizin de en yüksek değerlerine bitkinin *Zirkon* çeşidinin sahip olduğu belirlenmiştir. Buna göre toplam fenolik madde içeriği 2229,8 mg $_{GAE}$/g olarak, toplam flavonoid madde içeriği 185,11 mg$_{QE}$/g olarak ve %DPPH serbest radikal giderme aktivitesi ise %69,58 olarak bulunmuştur. Bitkinin her iki çeşidinden de elde edilen sarı ve kırmızı renkli ekstraktlar kullanılarak renkli labneler üretilmiş ve bu ürünlerin ön denemelerinde *Zirkon* çeşidinin her iki ekstraktının da acımsı bir tad içerdiği, *Olein* çeşidinin ekstraktlarının ise daha leziz bir tada sahip olduğu belirlenmiştir. Buna istinaden *Olein* sarı ve kırmızı renk ekstraktı ile üretilen labne ürünlerinin tüketici beğenisini belirlemek amacı ile duyusal analiz çalışmaları yapılmış ve veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

[a] *seher.dastan@tarimorman.gov.tr* *https://orcid.org/0009-0008-6390-0184* | [b] *tuba.yildirim@amasya.edu.tr* *https://orcid.org/0000-0001-8575-4802*

This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Giriş

Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) *Asteraceae* familyasına ait önemli bir yağlı tohum bitkisidir (Şekil 1). Yalancı safran, boyacı safranı gibi isimlerle de bilinen aspir Çin ve Hindistan dahil olmak üzere Asya'nın farklı coğrafi bölgelerinde yetiştirilmektedir. Yemeklik yağın yanında endüstriyel, süs ve tıp uygulamaları için kullanılan çok amaçlı bir bitkidir (Babaoğlu, 2006; Golkar, 2018).

Sarı, kırmızı, turuncu, beyaz ve krem renklerinde çiçeklere sahip olan aspir çiçeği gıdaların renklendirilmesinde ve ilaç yapımında kullanılmaktadır. Birçok araştırmada bitkinin çiçek yapraklarındaki sarı (carthamidin) ve kırmızı (carthamin) renk pigmentleri çalışılmıştır (Babaoğlu, 2006; Jadhav & Joshi, 2015; Machewad ve ark., 2012; Salem ve ark., 2014). Aspir yapraklarındaki kimyasal bileşikler (uçucu yağlarla ilişkili olarak) benzersiz duyusal özelliklere katkıda bulunurlar ve ana bileşenler olarak flavonoidler gibi biyoaktif besinler sağlamaktadırlar. Flavonoidler çiçeklerin en geniş renk çeşitliliğinden sorumludurlar. Aspir çiçeklerinde bulunan flavonoidlerin özel bir alt sınıfı olan kinokalkon C-glikozitlerine ait hem sarı hem de kırmızı renk pigmentleri bulunur (Yan ve ark., 2022). Bu pigmentlerin koroner kalp hastalıkları, miyokard enfeksiyonu, serebral tromboz ve jinekolojik kullanımlar üzerine iyileştirici etkisi vardır (Jadhav & Joshi, 2015). Aspir bitkisinin sarı renk pigmentleri suda çözünen pigmentlerdir ve gıda sanayinde doğal renklendirici olarak kullanılır (Patanè ve ark., 2020), suda çözünmeyen kırmızı renk pigmentleri ise bazı Asya ülkelerinde ipek kumaşların boyanmasında kullanımaktadır (Babaoğlu, 2006).

Gıda renklendiricileri gıdaların daha çekici bir görünümde olması veya ürüne rengini geri kazandırması nedeniyle gıda sanayinde kullanılan önemli maddelerdir (Carocho ve ark., 2015). Gıda renklendiricileri üç kısma ayrılır: Doğal gıda boyaları, yarı sentetik gıda boyaları ve sentetik gıda boyaları (Atlı, 2010).

Sentetik renk maddeleri kimyasal yolla sentezlenmektedirler. Bu yüzden bu renk maddeleri ulusal düzenleyici kurumlar tarafından belirlenen sınırlar dahilinde kullanılmaktadırlar (Sieg ve ark., 2024). Brilliant blue FCF, tartrazin, quinoline yellow, allura red, yellow 2G, patent blue, green S, brown FK, black PN ise kullanımına izin verilen sentetik renk maddelerindendir (Saldamlı, 2007). Sentetik gıda boyalarının toksik özelliklerinin anlaşılması üzerine son yıllarda gıdalarda kullanımı kamuoyunun endişelerini artırmış ve bu durum doğal gıda boyalarının kullanımının giderek önem kazanmasını sağlamıştır (Jadhav & Joshi, 2015; Saldamlı, 2007; Sun ve ark., 2013). Bitkilerden, alglerden ve hatta böceklerden elde edilen ve geniş bir renk yelpazesine sahip olan bu doğal gıda boyaları şekerleme ürünleri, süt ürünleri, et ürünleri, unlu mamuller, alkolsüz içecekler, çorbalar, salata sosları, pirinç, atıştırmalıklar gibi gıda endüstrisinde birçok alanda kullanılmaktadır (Carocho ve ark., 2015). Klorofiller (klorofil a ve b), karotenoidler (α-karoten, β-karoten, likopen, lutein, zeaksantin, β-kriptoksantin) betalainler, antosiyaninler, miyoglobin ve hemoglobinler doğal gıda boyalarına örnek olarak verilebilmektedir (Saldamlı, 2007). Yarı sentetik gıda boyaları ise doğal olarak elde edilen maddelerin işlenmesi ile elde edilirler. Bunlara klorofilin bakır kompleksi veya sodyum-potasyum tuzları ile şekerin yaklaşık 150°C'de NaOH (sodyum hidroksit), NH_4OH (amonyum hidroksit) gibi katalistlerle yakılmasından elde edilen karamel örnek olarak verilebilir (Karaali & Özçelik, 1993).

Yoğunlaştırılmış/konsantre yoğurt, yoğurt peyniri yani Labne, yoğurttan suyunun, laktozunun ve tuzlarının bir kısmının uzaklaştırılmasıyla elde edilen bir üründür ve özellikle Ortadoğu ülkelerinde tüketilen hafif asidik bir tada ve beyaz renge sahip; yumuşak kıvamlı, pürüzsüz yapılı, sürülebilir özellikte, yarı katı bir üründür (Al Otaibi & Demerdash, 2008; Aly, A. A. ve ark., 2020; El-Samragy ve ark., 1988). Labne bir bez torbada süzme yöntemi ile geleneksel olarak üretilebildiği gibi rekombinant teknolojiler, membran teknolojileri, ters ozmoz ve santrifügasyon gibi modern teknolojik yöntemler ile de üretilebilmektedir (Nsabimana ve ark., 2005).

Geleneksel yöntem ile üretilen labnenin kimyasal bileşimi %26,37 kuru madde, %17,63 yağ, 0,52 titrasyon asitliği ve 4.53 pH değerleri olarak belirlenmiştir (Kök Taş ve ark., 2014). Yılmaz ve ark. (2015) ise ticari labne ürünlerinde yaptıkları analiz sonuçlarını yağ oranını %18, karbonhidrat oranını %6,5, protein oranını %5,6, kuru madde oranını ise yaklaşık %29,1 olarak belirlemişlerdir.

Bu çalışmada, gıda endüstrisinde kullanılan aspir bitkisinin *Olein* ve *Zirkon* çeşitlerinden doğayla uyumlu suda çözünen sarı ve suda çözünmeyen kırmızı renk pigmentleri elde edilmiştir. Bu renk pigmentlerinin ekstraktlarının toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde ile DPPH serbest radikal giderme aktiviteleri bakımından farklılıkları belirlenmiştir. Aspir bitkisinden elde edilen sarı ve kırmızı renk ekstraktları kullanılarak fermente bir süt ürünü olan labne ürünü geliştirilmiştir. Ön denemelerde bitkinin *Olein* çeşidinin sarı ve kırmızı renklerinin kullanıldığı labne ürünlerinin daha leziz bir tada sahip olduğu belirlenmiştir. Buna istinaden bitkinin *Olein* çeşidinden elde edilen sarı ve kırmızı renk ekstraktları üretilen labne ürününe eklenerek fonksiyonel bir gıda ürünü elde edilmiştir. Elde edilen labne örneklerinin tüketici beğenisinin belirlenmesi amacı ile duyusal değerlendirmesi yapılmıştır.

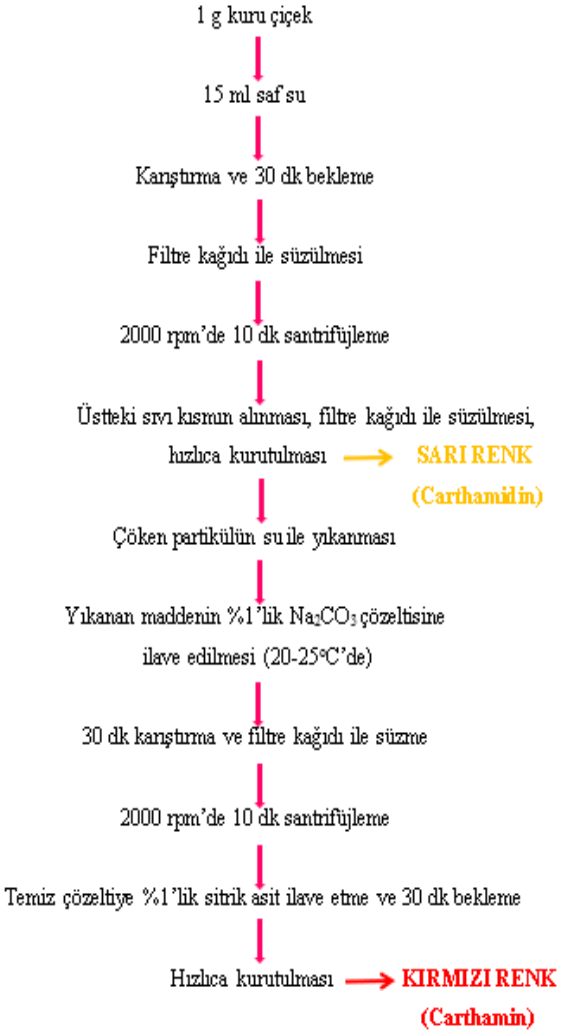
Şekil 1. Aspir bitkisi *(Carthamus tinctorius L.)*
Figure 1. Safflower plant (Carthamus tinctorius L.)

Olein

Zirkon

Şekil 2. Hasat Sonrası Kurutulan Aspir Bitkisinin Olein ve Zirkon Çeşitleri

Figure 2. Olein and Zircon Varieties of Postharvest Dried Safflower plant



Şekil 3. Aspir bitkisinden sarı (carthamidin) ve kırmızı (carthamin) renk ayırma tekniği

Figure 3. Yellow (carthamidin) and red (carthamin) color separation technique from Safflower plant

Materyal ve Yöntem

Materyal

Aspir bitkisinin *Olein* ve *Zirkon* çeşitlerinin ekimi Amasya Üniversitesi Suluova Meslek Yüksek Okulu'na ait arazilerde gerçekleştirilmiştir. 2022 yılının Ağustos ayında hasat edilen bitki örnekleri içme suyu ile yıkanarak temiz bir odada iki hafta süreyle kurutulmuştur, bitkinin renkli kısımları ayrıldıktan sonra tekrar iki hafta süre ile kurumaya bırakılmıştır (Şekil 2).

Bitkinin her iki çeşidinden de Şekil 3'te gösterildiği gibi Jadhav & Joshi (2015)'nin geliştirdiği yöntem modifiye edilerek ekstraksiyon işlemleri yapılmıştır.

Metot

Jadhav & Joshi (2015)'nin geliştirdiği yöntem ile elde edilen ekstraktlara toplam fenolik ve flavonoid madde miktarı analizleri ile DPPH serbest radikal giderme aktivitesi analizleri yapılmıştır.

Toplam Fenolik Madde Miktarı Analizi

Ekstrelerin toplam fenolik madde miktarını belirlemek için Folin-Ciocalteu Yöntemi kullanıldı ve gallik asite eş değer olarak tespit edildi. 0,1 mL ekstrakta 4,5 mL saf su ilave edildi ve bu karışıma %2'lik 0,3 ml sodyum karbonat eklendi. Bu karışıma 0,1 mL Folin-Ciocalteu Reaktifi (FCR) eklenerek 5 saniye süre ile vortex ile karıştırıldı. Karışım 2 saat karanlıkta bekletildikten sonra 760 nm spektrofotometrede ölçüldü. Ekstrelerin toplam fenolik içerikleri standart gallik asit grafiğinden elde edilen eşitlik kullanılarak belirlendi ve sonuçlar mg $_{GAE}$/g olarak verildi.

Toplam Flavonoid Madde Miktarı Analizi

Toplam flavonoid madde içeriği Park ve ark. (2008) tarafından geliştirilen yönteme göre kuersetin standart çözeltisi ile belirlendi. Bitki özütü 1 mL'lik test tüplerine yerleştirildi ve 2 mL damıtılmış su, 0,15 mL 0,5 M $NaNO_2$ ve 0,15 mL 0,3 M $AlCl_3$ reaktifi eklendi. 5 dakika bekletildikten sonra 1 mL NaOH ilave edildi ve 510 nm dalga boyunda ölçüldü. Kalibrasyon eğrisi kuersetin ile karşılaştırılarak toplam flavonoid madde miktarı kuersetin eşdeğeri (mg$_{QE}$/g) olarak tanımlandı.

DPPH Serbest Radikal Giderme Aktivitesi Analizi

DPPH serbest radikal giderme aktivitesi analizi bitkilerden elde edilen doğal ekstraktların antioksidan kapasitesini ölçmek için çok sık kullanılan bir metottur (Mot ve ark., 2011). Bu analizde antioksidan tarafından DPPH serbest radikaline proton transferi reaksiyonu 517 nm'de absorbansın azalmasına neden olur (Albayrak, 2010). Çalışmamızda antioksidan aktivitenin tayini için bu yöntem kullanıldı. 0,5 mL ekstraksiyon örneğine 3 mL etanol ve 300 mL 20 mg/L DPPH çözeltisi ilave edildi ve karıştırıldı. Bu karışıma bütillenmiş hidroksianisol (BHA), bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) ve troloks (100-500 µg/mL) eklendikten sonra çözelti 30 dakika karanlıkta bekletildikten sonra 517 nm dalga boyunda ölçüm alındı. Kontrol grubu olarak 0,75 mL saf su kullanıldı. Yüzde inhibisyon aktivitesi aşağıda verilen denklem ile hesaplandı (Denklem 1).

(A0 = kontrol absorbansı ve A1 = örnek çözeltisi absorbansı)

$$Serbest\ Radikal\ Giderme\ Aktivitesi = \left[\frac{A0-A1}{A0}\right] 100 \quad (1)$$

Şekil 4. Üretilen labne örnekleri (Sırasıyla kontrol, *Olein* sarı (OS) ve *Olein* kırmızı (OK))
Figure 4. Produced labneh samples (Respectively control, Olein yellow (OS) and Olein red (OK))

Labne Üretimi

Labne ürünleri aspir bitkisinin *Olein* ve *Zirkon* çeşitlerinden elde edilen sarı ve kırmızı renk ekstraktları kullanılarak Zeki Kuloğlu Süt ve Süt Mamulleri Ltd. Şti.'ye ait Süt İşleme Tesislerinde firma tarafından üretimi gerçekleştrilmiştir. 40-45°C'ye getirilen pastörize süte %20 oranında krema ve %2 oranında 1:1 olacak şekilde yoğurt kültürü (*Streptococcus thermophilus, Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*) ilave edildi. İnkübasyon işlemine pH 4,6'ya ulaşıncaya kadar devam edildi. Bir gece boyunca süzme işlemi yapıldıktan sonra ürüne laboratuvar ortamında %20 ekstraktlardan (sarı renk ekstrakt briks: 3, kırmızı renk ekstrakt briks: 1) ve %4 olacak şekilde tuz eklenerek karıştırıldı. İlave edilen ekstrakt ve briks oranları ön denemelerle ürün tat ve görselliği baz alınarak belirlendi. Üretilen labne örnekleri paketlenerek 4°C'de depolandı (Şekil 4). (Al-Kadamany ve ark, 2002; Doğrular, 2017; Mohameed ve ark., 2003).

Labne üretiminde eklenen renk ekstraktları Jadhav & Joshi (2015)'nin geliştirdiği yöntem modifiye edilerek elde edilmiştir. Buna göre aspir bitkisinin kurutulmuş çiçek kısımlarının 1 g'ı 15 mL saf su ile karıştırılarak 30 dk bekletilmiştir. Daha sonra filtre kağıdı ile süzülerek 2000 rpm'de 10 dk santrifüjlenerek üst kısmı alınmıştır. Alınan kısım filtre kağıdı ile süzülerek sarı renk (carthamidin) elde edilmiştir. Bitkinin sarı renk eldesi için işlem gören kısımları iki üç kez yıkanarak üzerine 15 mL %1'lik Na_2CO_3 çözeltisi ilave edilmiştir. 30 dk bekletildikten sonra filtre kağıdı ile süzülmüş ve 2000 rpm'de 10dk. santrifüj edilmiştir. Santrifügasyon işleminden sonra elde edilen süpernat kısmına 15 mL %1'lik sitrik asit eklenmiştir. 30 dk bekletildikten sonra kırmızı renk (carthamin) elde edilmiştir.

Renk Analizleri

Labne ürünlerinin renk değerleri için Amasya Üniversitesi Suluova Meslek Yüksek Okulu laboratuvarında bulunan Hunter colorimetre cihazında *L** (beyazlık indeksi), *a** (kırmızılık indeksi) ve *b** (sarılık indeksi) değerleri belirlenmiştir. *L**, 0-100 arasında aydınlık ve karanlığın bir ölçüsüdür. 0 siyaha, 100 beyaza karşılık gelmektedir. Renk ölçüm sisteminde *a** değerinin pozitif (+) değerleri kırmızılığı, negatif (–) değerleri ise yeşilliği ifade etmektedir; *b** değerinin ise pozitif (+) değerleri sarılığı, negatif (–) değerleri maviliği ifade etmektedir (Tuyen ve ark., 2010).

Duyusal Analizler

Aspir bitkisinin *Olein* ve *Zirkon* çeşitlerinden elde edilen sarı ve kırmızı renk ekstraktları kullanılarak üretilen labne örneklerinin ön denemelerinde *Zirkon* çeşidi ile üretilen labne örneklerinin tat-aroma bakımından beğeni almadığı görülmüştür. Bunun üzerine ilgili analiz için sadece *Olein* çeşidinin sarı ve kırmızı renk ekstraktları kullanılarak üretilen labne örnekleri değerlendirilmiştir. Bunun için Suluova Meslek Yüksek Okulu akademisyen, öğrenci ve çalışanlarından oluşan 10 kişilik bir panelist grup ile duyusal analiz gerçekleştirilmiştir. Duyusal analiz öncesinde panelistlere ürün hakkında gerekli açıklamalar yapılmıştır. Labne örnekleri pet kaplarda 30 g olacak şekilde kapalı olarak ve soğuk zincirde sunulmuştur. Değerlendirmede "1"-"9" skalaları baz alınarak 1 "Son Derece Kötü", 2 "Çok Kötü", 3 "Kötü", 4 "Ortanın Altı", 5 "Orta", 6 "Ortanın Üstü", 7 "İyi", 8 "Çok İyi" ve 9 "Mükemmel" olarak belirlenmiştir. Buna göre görünüş, renk, yapı, koku ve tat kriterleri panelistlerce değerlendirilmiştir.

İstatistiksel Analizler

Analizlerin sonuçları istatistiksel analiz sistemi yazılımı (SPSS) sürüm 22 kullanılarak varyans analizi yapılmıştır (ANOVA). Önemli farklar en küçük önemli fark (Tukey) kullanılarak hesaplanmış ve farklar $P<0,05$'te istatistiksel olarak önemli kabul edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Bitkilerde yaygın olarak bulunan ve antioksidan özelliklere sahip olan fenolik bileşikler bir ve daha fazla hidroksil grubu taşıyan aromatik bir zincir halkasına sahiptir. Fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitesi, yapısına ve özellikle de hidroksil gruplarının sayısına ve konumlarına bağlıdır (Balasundram ve ark., 2006).

Aspir bitkisinin *Olein* ve *Zirkon* çeşitlerinin kendi aralarındaki istatistiksel değerlendirilmeleri küçük harf ile gösterilmiş olup aynı harf ile gösterilen değerler önemli düzeyde farklılık göstermemektedir ($p>0,05$)

Mevcut çalışmada en yüksek toplam fenolik madde içeriği *Zirkon* çeşidinin sarı renk ekstresinde 2229,8±182,48 mg $_{GAE}$/g değer ile en düşük toplam fenolik madde içeriği ise *Olein* çeşidinin kırmızı renk ekstresinde 669,30±35 mg $_{GAE}$/g değer ile istatistiki olarak farklı bulunmuştur (Çizelge 1). Dilek ve ark. (2022)'nın aspir

bitkisinin *Olein* çeşidinin bitkinin büyüme dönemlerinde uygulanan farklı sorbitol dozlarının toplam fenolik madde içeriğinde anlamlı etkileşim yaptığını belirlemişler ve sonuçlarının 79,21 mg $_{GAE}$/g ile 133 mg $_{GAE}$/g aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Kezıle (2018) aspir bitkisinden elde ettiği sarı renk ekstraktlarında toplam fenolik madde içeriğini 11,28 g GEA/L olarak bulmuş ve maltodekstrin ile 1:1 ve 1:2 oranlarında enkapsüle ettiği sarı renk ekstraktlarının toplam fenolik madde içeriğini ise sırasıyla 8,71 ve 7,87 g GEA/L olarak belirlemiştir. Kaplama materyali olan maltodekstrinin oranı arttıkça fenolik maddelerde kayıpların meydana geldiğini bildirmiştir. Yolci ve ark. (2022) hasat zamanına göre çalıştıkları aspir bitkisinin toplam fenolik madde içeriğinin 128,46 mg GA/100g ile 132,30 mg GA/100g aralığında olduğunu belirlemişler ve hasat zamanına göre bitkinin toplam fenolik madde içeriğinin değişkenlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Özpeynirci (2022) ise aspir bitkisinin farklı su oranları ile ekstrakte edilen sarı renk pigmentlerinin toplam fenolik madde içeriğinin 51,19 mg/100 g ile 122,16 mg/100 g aralığında değişen değerlerde olduğunu bildirmiştir. Mekaroonreung & Kangsadalampai (2006) çalışmalarında aspir bitkisinin ekstrasyonunun toplam fenolik madde içeriğini 139,98 ± 18,02 mg $_{GAE}$/g olarak belirtmişlerdir.

Bu çalışmada toplam flavonoid madde içeriği en yüksek *Zirkon* çeşidinin kırmızı renk ekstrasyonunda 185,11±10,41 mg$_{QE}$/g olarak belirlenirken en düşük toplam flavonoid madde miktarı ise *Olein* çeşidinin sarı renk ekstresinde 131,75±0,03 mg$_{QE}$/g olarak belirlenmiş ve bu değerler istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur (Çizelge 1). Buna göre toplam flavonoid madde içeriğinde bitkinin *Zirkon* çeşidinin daha zengin olduğu belirlenmiştir. Dilek ve ark. (2022)'nın farklı sorbitol uygulamaları ile büyüttükleri aspir bitkisinin *Olein* çeşidinin toplam flavonoid içeriklerini 16,09 mg$_{QE}$/g ile 24,46 mg$_{QE}$/g arasında değişen değerlerde bulmuşlardır. Sorbitol uygulamasıyla bitkilerin stres koşullarına karşı verdiği tepkiler ile flavonoid üretim miktarında artış görülmüştür. Yolci ve ark. (2022) hasat zamanına göre en yüksek toplam flavonoid madde içeriğini 19.15 mg$_{QE}$/100g olarak belirlemişler ve bitkinin flavonoid içeriğinin hasat zamanına bağlı olarak değiştiğini bildirmişlerdir. Kuşoğlu (2015) ise bitkinin çeşitli konsantrasyonlarda çalıştığı yaprak ve çiçek kısımlarında sokslet ekstrasyonu, kaynatma ve çalkalama yöntemlerini kullanarak elde ettiği ekstraktlarda toplam flavonoid madde içeriklerini kateşin standart eğrisine göre µg kateşin ekivaleni/mg arasında olduğunu tespit etmiş ve toplam flavonoid madde içeriğini en yüksek 4 mg/mL konsantrasyonunda 97,41 µg kateşin/mg olarak sokslet yaprak ekstrasyonunda bulurken en düşük ise 1 mg/mL konsantrasyonda etil alkol yaprak ekstresinde 8,7 µg kateşin/mg olarak bulmuştur.

Yaptığımız çalışmanın toplam fenolik ve flavonoid madde içerik sonuçları diğer literatür çalışmaları ile kıyaslandığında yüksek çıkmıştır. Yapılan farklı çalışmalar değerlendirildiğinde kullanılan çözücüler, seçilen ekstraksiyon işlemleri ve yöntem faklılıkları, çalışılan bitki organı (Kuşoğlu, 2015), bitkinin yetiştirilme koşulları, gelişme aşaması, çevresel stres durumları (Dilek ve ark., 2022), ekstraksiyon işlemlerinde uygulanan sıcaklık ve süre (Calligaris ve ark., 2004) gibi etkenlerin bunun sebebi olabileceğini düşündürmektedir. Mevcut çalışmadaki bitkinin *Olein* ve *Zirkon* çeşitlerinde en yüksek toplam fenolik ve flavonoid madde içerikleri *Zirkon* çeşidinde tespit edilmiştir. Analiz sonuçlarındaki bu farklılığa bitki çeşidinin sahip olduğu genetik faktörlerin (Lee ve Kader, 2000; Lu ve ark., 2015) sebep olabileceği düşünülmektedir.

Oksidatif stres, serbest radikallerin ve reaktif metabolitlerin, yani oksidanların antioksidanlar olarak adlandırılan koruyucu mekanizmalar tarafından ortadan kaldırılması arasındaki dengesizlik olarak tanımlanır. Bu dengesizlik tüm organizma üzerinde potansiyel etkisi olan önemli biyomoleküllerin ve hücrelerin hasarına yol açar (Ďuračková Z., 2010). Gıda bileşeni olarak fenolik maddeler antioksidatif etki gösterirler ve insan sağlığı açısından önemlidirler (Çimen, M. B. Y., 1999). Aspir çiçeğinin yüksek antioksidan aktivitesinin nedeni muhtemelen aspirin karakteristik flavonoid pigmentleri olan ve yalnızca bu bitkide bulunan C-glikozile edilmiş siklohekzanonedienol kısmıyla benzersiz bir yapıya sahip olan kinokalkon bileşiklerinden (örneğin aspir sarısı A ve carthamin) kaynaklanıyor olabilir (Salem ve ark., 2014; Xian ve ark., 2022).

Elde edilen ekstraktlarda yapılan %DPPH serbest radikal giderme aktivitesi en yüksek %69,58±1,02 değer ile *Zirkon* çeşidinin sarı renk ekstrasyonunda belirlenirken en düşük değer ise *Olein* çeşidinin kırmızı renk ekstrasyonunda %43,36±5,16 olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Mekaroonreung & Kangsadalampai (2006) çalışmalarında aspir bitkisinin su ekstrasyonunun DPPH serbest radikal giderme aktivitesini %96,65 olarak belirlemişlerdir. Dilek ve ark. (2022) farklı dozlarda sorbitol uygulanan aspirde DPPH serbest radikal giderme aktivitesini en yüksek %92,86, en düşük ise %64,49 olarak tespit etmişlerdir. Kuşoğlu (2015) aspir bitkisinin çeşitli konsantrasyonlarda çalıştığı yaprak ve çiçek kısımlarında sokslet ekstraksiyonu, kaynatma ve çalkalama yöntemlerini kullanarak elde ettiği ekstraktlarda DPPH serbest radikali giderme aktivitesini 4 mg/mL konsantrasyonunda çiçek ekstresinde %96 olarak belirlemiştir. Kezıle (2018) ise aspir bitkisinin taç yapraklarının sarı pigment ekstraktlarının DPPH serbest radikal giderme aktivitesi tayinini %25,72±2,41 mg TEAC/mL olarak bulmuştur.

Çizelge 1. Aspir bitkisinin *Olein* ve *Zirkon* çeşitlerinden elde edilen sarı ve kırmızı renk ekstraktlarında yapılan analiz sonuçları (Ekstrakt briks: 30)

Table 1. Results of analysis on yellow and red color extracts obtained from Olein and Zircon varieties of Safflower plant (Extract brix: 30)

Örnek	Toplam Fenolik (mg $_{GAE}$/g)	Toplam Flavonoid (mg$_{QE}$/g)	DPPH (% inhibisyon)
Olein (Sarı)	1300,3^{c}±4,24	131,75^{b}±0,03	49,09^{b}±7,27
Olein (Kırmızı)	669,3^{d}±35	64,76^{d}±8,67	43,36^{b}±5,16
Zirkon (Sarı)	2229,8^{a}±182,48	154,98^{b}±18,10	69,58^{a}±1,02
Zirkon (Kırmızı)	1757,3^{b}±16	185,11^{a}±10,41	46,29^{b}±4,21

Çizelge 2. Labne örneklerinin pH, titrasyon asitliği ve kuru madde analiz sonuçları
Table 2. Results of pH, titratable acidity and dry matter analysis of labneh samples

Örnek	pH	Titrasyon Asitliği (%LA)	Kuru Madde (%)
Labne (Kontrol)	3,88±0,02[b]	1,88±0,02[a]	21,93±0,45[a]
Labne (Olein-Sarı)(OS)	4,00±0,01[a]	1,81±0,03[a]	17,47±0,50[b]
Labne (Olein-Kırmızı)(OK)	3,99±0,02[a]	1,83±0,01[a]	17,76±0,12[b]

Çizelge 3. Labne örneklerinin renk analiz sonuçları
Table 3. Color analysis results of labneh samples

Örnek	L	a	b
Labne (Kontrol)	91,83±0,23[a]	2,66±0,05[c]	23,14±0,48[c]
Labne (Olein-Sarı)(OS)	85,39±0,30[c]	10,06±0,03[b]	41,05±0,50[a]
Labne (Olein-Kırmızı)(OK)	87,15±0,47[b]	15,34±0,44[a]	28,40±0,12[b]

Çizelge 4. Aspir bitkisinin *Olein* çeşidinden elde edilen sarı ve kırmızı renk ekstraktları ile üretilen labne ürünlerinin duyusal analiz sonuçları
Table 4. Sensory analysis results of labneh products produced with yellow and red color extracts obtained from the Olein variety of the safflower plant

Örnek	GÖRÜNÜŞ	RENK	YAPI	KOKU	TAT
Labne (Kontrol)	8,10[a]±0,87	7,70[b]±1,49	7,20[c]±1,54	8,00[a]±1,24	8,20[a]±0,91
Labne (Olein-Sarı)(OS)	7,60[b]±1,17	7,20[c]±1,81	7,50[b]±1,50	7,00[c]±1,76	6,20[c]±2,29
Labne (Olein-Kırmızı)(OK)	8,10[a]±1,10	7,80[a]±1,39	8,00[a]±1,63	7,90[b]±1,37	7,80[b]±1,98

Mevcut çalışmamızda DPPH serbest radikal giderme aktivitesi sonuçları Dilek ve ark. (2022)'nın bulduğu değerle paralellik gösterirken, Mekaroonreung & Kangsadalampai (2006) ile Kuşoğlu (2015)'nun bulduğu sonuçlardan daha düşük çıkmıştır. Bu durumun ekstraksiyon işlemlerinde kullanılan ısının örnekleri olumsuz etkilemiş olabileceğinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Meral, 2016; Seyrekoğlu ve Temiz, 2021).

Çalışmada üretilen labne örneklerinin pH, titrasyon asitliği (%laktik asit cinsinden) ve kuru madde analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Labne örneklerine %20 oranında sarı ve kırmızı renk ekstrakt ilavesinin örneklerin pH, titrasyon asitliği ve kuru madde içeriklerini önemli düzeyde etkilediği tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Örneklerin en düşük pH değeri Kontrol örneğinde belirlenmiş, en yüksek pH değeri ise *Olein* Sarı ekstraktın kullanıldığı örnekte görülmüştür. Ekstrakt ilavesinin labne örneklerinin pH değerlerini arttırdığı tespit edilmiş olup titrasyon asitliği değerlerinde ise örnekler arasında önemli bir fark görülmemiştir ($p>0.05$). Örneklerin kuru madde değerler ise en yüksek ekstrakt katılmayan kontrol örnekleri olurken en düşük değer ise %20 ekstrakt ilaveli örneklerde olmuştur. Katılan yaklaşık 3 briks değere sahip ekstraktların örneğin kuru madde içeriğini oldukça azalttığı görülmüştür ($p<0.05$).

Aspir bitkisinin *Olein* çeşidinin sarı ve kırmızı ekstraktlarından elde edilen örneklerin kendi aralarındaki istatistiksel değerlendirilmeleri küçük harf ile gösterilmiş olup aynı harf ile gösterilen değerler önemli düzeyde farklılık göstermemektedir ($p>0,05$)

Elde edilen labne örneklerinde yapılan renk analizleri sonuçları Çizelge 3'te gösterilmektedir. *L** değerleri 91,83 ile 85,39 arasında değişen değerler almıştır. En düşük *L** değeri *Olein* sarı renkli labne örneğinde, en yüksek değer ise kontrol örneğinde belirlenmiştir. Örneklere ilave edilen ekstraktların *L** değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Örneklerin *a** değerleri 2,66 ile en düşük kontrol örneğinde belirlenirken en yüksek 15,34 değer ile *Olein* kırmızı renkli labne örneğinde belirlenmiştir. Örneklere ilave edilen ekstraktların *a** değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). *b** değerleri ise en yüksek 41,05 değer ile *Olein* sarı renkli labne örneğinde belirlenmiş en düşük ise 23,14 değer ile kontrol örneğinde tespit edilmiştir. Örneklere ilave edilen ekstraktların *b** değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Aspir bitkisinin *Olein* çeşidinin sarı ve kırmızı ekstraktlarından elde edilen örneklerin kendi aralarındaki istatistiksel değerlendirilmeleri küçük harf ile gösterilmiş olup aynı harf ile gösterilen değerler önemli düzeyde farklılık göstermemektedir ($p>0,05$)

Çalışmamızda sarı ve kırmızı renk ekstraktları ile üretilen labne örneklerinin yapılan duyusal analiz sonuçları Çizelge 4'te gösterilmektedir.

Mevcut çalışma ürünlerinin görünüş sonuçları değerlendirildiğinde "OK" örnekleri "Kontrol" örnekleri ile aynı puanı alarak "çok iyi"nin üstünde değerlendirilirken ($p>0.05$) "OS" örnekleri ise "Kontrol" örneklerinden daha düşük puan almış ve "çok iyi"ye yakın olarak değerlendirilmiştir ($p<0.05$). Kullanılan renk ekstraktları örneklerin görünümünde herhangi bir olumsuz etki oluşturmamıştır. Şişman (2009) pul biber ve nane ilave ederek elde ettiği süzme yogurt örneklerinin görünüş puanlarının daha düşük oranlarda bileşen kullanılan örneklerde arttığını bildirmiştir.

Çalışmanın renk değerlendirilmesinde "OK" örneklerinin "Kontrol" örneklerinden daha yüksek puan alarak "çok iyi"ye yakın puan aldığı görülmüş ($p<0.05$), "OS" örnekleri ise "iyi"nin üstünde sonuç almış fakat "Kontrol" örneklerinin altında kalmıştır ($p<0.05$). Çalışma sonucu elde edilen renkli ürünlerin alışılmışın dışında olmasına rağmen panelistlerce yapılan genel değerlendirmeyi olumsuz etkilemediği görülmüştür. Karakoç (2024) %0,5, %1,0 ve %1,5 oranlarında havuç lifi kullanarak ürettiği yoğurtlardan %0,5 oranında havuç lifi katkılı yoğurdun duyusal değerlendirmede daha çok beğenildiğini ve havuç lifinin fazla kullanılmasının yoğurdun yapısını ve rengini olumsuz etkilediğini belirlemiştir.

Mevcut çalışma ürünleri yapı bakımından değerlendirildiğinde "OK" örnekleri "çok iyi" olarak değerlendirilirken "OS" örnekleri ise "çok iyi"ye yakın olarak değerlendirilmiştir ($p<0.05$). "Kontrol" örnekleri ise "iyi" üstünde bir puan alarak "OK" ve "OS" örneklerinden daha düşük puan amıştır. Çalışma örneklerinin yapısal özelliklerinin panelistlerce beğenisi yüksek olmuştur. Tunç (2024) dondurarak kuruttuğu nar kabuğu tozlarını yoğurt üretimine %3, %6 ve %9 oranlarında kullanmış ve örneklerin kıvamını en az oranda kullanılan %3 nar kabuğu tozu katkılı yoğurtlarda en yüksek olarak belirlemiştir.

Çalışmamızın koku parametresi analizinde "Kontrol" örnekleri "çok iyi" olarak değerlendirilirken "OK" örneklerinin bunun altında ve buna çok yakın bir puan aldığı belirlenmiştir ($p<0.05$). "OS" örneklerinin ise "iyi" olarak değerlendirildiği görülmüş olup "Kontrol" örneklerinden düşük puan aldığı belirlenmiştir ($p<0.05$). Çalışmada tat bakımından "Kontrol" örnekleri en yüksek puanı alarak "çok iyi"nin üstü olarak değerlendirilirken, "OK" örnekleri de "çok iyi"ye yakın puan almış fakat "Kontrol" örneklerinin altında kalmıştır ($p<0.05$). "OS" örnekleri ise "ortanın üstü"nde değerlendirilerek en düşük puanı almıştır ($p<0.05$). Çalışmamızda "Kontrol" örneklerinden sonra "OK" örnekleri beklenilen tat profiline en yakın örnek olmuştur. Bu "OK" örneğinin sahip olduğu aroma bileşiklerinin farklılığında kaynaklanmış olabilir. Machewad ve ark. (2012)'nın yapmış olduğu çalışmada aspirden elde ettikleri sarı ve kırmızı renk ekstraktlarını dondurma üretiminde kullanılmışlar ve sarı renk ekstrakt kullandığı dondurma ürününün lezzet açısından daha yüksek puan aldığını tespit etmişlerdir. Cen (2024) %1 oranında üzüm, nar ve kuşburnu çekirdeği tozu ile ürettiği labne ürünlerinde yaptığı duyusal analiz sonucunda koku bakımından eklenen materyallerin örneklere olumsuz bir etki yapmadığını bildirmiş, görünüş açısından ise tüm örnekler yüksek puan almıştır.

Literatür araştırmaları sırasında mevcut çalışmamıza uygun herhangi bir kaynak tespit edilememiştir. Bu yüzden mevcut çalışmamızla kıyaslanan diğer literatür çalışmaları elde edilen ürün ve ürüne katılan bileşen bakımından farklı olmuştur.

Diğer literatür çalışmaları değerlendirildiğinde ürüne katılan materyallerin yüzde oranı arttıkça beğeninin azaldığı görülmüştür. Mevcut çalışmamızda ise labne ürününe katılan ve %20 gibi oldukça yüksek bir oranda ekstrakt katılan labne ürünlerinin genel kabul edilebilirliği yüksek olmuştur.

Sonuç

Bu çalışmada aspir bitkisi *Olein* ve *Zirkon* çeşitlerinden sarı ve kırmızı renk ekstrakte edilmiş ve bu renk maddeleri doğal gıda boyası olarak kullanılmıştır. Elde edilen ektraktlarda yapılan toplam fenolik ve flavonoid madde miktarı ile %DPPH serbest radikal giderme aktivitesi analizlerinin tümünün *Zirkon* çeşidinde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Böylelikle fenolik bileşikler açısından daha zengin olan bu çeşidin fonksiyonel gıda üretimine daha uygun olduğu görülmüştür. Fakat *Zirkon* çeşidinden elde edilen ektraktlarla üretilen labne örneklerinin tatlarının acımsı olduğu da belirlenmiştir. *Olein* çeşidinin sarı ve kırmızı renk ekstresi kullanılarak üretilen labne örneklerinin renk, görünüş, yapı, koku ve tadı beğenilmiştir. Böylelikle çalışmamızda sağlık açısından önemi olan doğal renk pigmentleri kullanılarak güvenilir, lezzetli ve kabul edilebilirliği yüksek bir fonksiyonel gıda üretimi gerçekleştirilmiştir.

Sonuç olarak, aspir bitkisinin sahip olduğu bu doğal renk maddelerinin gıdalarda kullanımlarının optimize edilerek yüksek kalitede ve albenisi olan gıda ürünlerinin üretilebileceği görülmüştür. Aspir bitkisinden elde edilecek olan gıda boyasının sağlık açısından faydalı bileşikler içermesinden dolayı gıda endüstrisinde değerli bir kaynak olarak kullanımı önemli olacaktır. Aspirden gıda boyası elde etme süreci doğru yöntemlerin ve teknolojilerin kullanılması ile daha güvenli ve verimli hale getirilebilmektedir. Ayrıca labne ürünlerinin herhangi bir standardı olmadığından bu durum ürün kalitesinde tutarsızlığa sebep olacaktır. Bu sebeplerden dolayı yapılacak olan ileriye dönük çalışmalar tarımsal üretimlere, endüstriyel uygulamalara ve özellikle ürün standardizasyon çalışmalarına önemli katkılar sunacaktır.

Beyanlar

Yazar Katkı Beyanı

S.D.: Yazma-orjinal taslak, araştırma, görselleştirme, validasyon, veri iyileştirme, kaynak düzenleme

T.Y.: Proje yönetimi, metodoloji, inceleme ve düzenlenme

Fon Beyanı

Bu çalışma "Bitkisel Ekstraktlardan Doğal Gıda Boyası Üretimi (FMB-BAP 22-0538)" projesi Amasya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi; "Doğal Gıda Boyası ve Probiyotik İçeren Süt Ürünlerinin Elde Edilmesi (2025-69C53)" ve "Endüstriyel Aspir Bitkisinden Antioksidan İçeriği Geliştirilmiş Doğal Boya Üretimi (2022-633-34)" projeleri ise KOSGEP Ar-Ge, Ür-Ge ve İnovasyon Destek Programı tarafından desteklenmiştir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması beyan etmemektedir.

Teşekkür

Bu çalışmadan elde edilen ürünün geliştirilmesinde sağladığı destekler için Zeki Kuloğlu Süt ve Süt Mamulleri Ltd. Şti.'ne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Albayrak, S., Sağdıç, O., & Aksoy, A. (2010). Bitkisel ürünlerin ve gıdaların antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, *26*(4), 401-409.

Aldiab, N. (2021). Nane ve kırmızı pul biber ilavesinin labne'nin özelliklerine etkisi [*Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi*]. YÖK Tez Merkezi.

Al-Kadamany, E., Toufeili, I., Khattar, M., Abou-Jawdeh, Y., Harakeh, S., & Haddad, T. (2002). Determination of Shelf Life of Concentrated Yogurt (Labneh) Produced by In-Bag Straining of Set Yogurt using Hazard Analysis. *Journal of Dairy Science, 85(5),* 1023–1030. https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(02)74162-3

Al Otaibi, M., & ElDemerdash, H. (2008). Improvement of the quality and shelf life of concentrated yoghurt (labneh) by the addition of some essential oils. *African Journal of Microbiology Research, 2(7),* 156-161. https://doi.org/10.5897/ajmr.9000379

Aly, A. A., Refaey, M. M., Hameed, A. M., Sayqal, A., Abdella, S. A., Mohamed, A. S., Hassan, M. A. A., & Ismail, H. A. (2020). Effect of addition sesame seeds powder with different ratio on microstructural and some properties of low fat Labneh. *Arabian Journal of Chemistry, 13(10),* 7572-7582. https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2020.08.012

Atlı, B. (2010). Gıda boyaları [*Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi*]. YÖK Tez Merkezi.

Babaoğlu, M. (2006). Dünya'da ve Türkiye'de aspir bitkisinin tarihi, kullanım alanları ve önemi. *Broşür. Trakya Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü, Edirne*.

Balasundram, N., Sundram, K., & Samman, S. (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food chemistry, 99(1),* 191-203. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.042

Baydar, H., & Erbaş, S. (2020). Yerli ve milli aspir çeşitlerimiz: *Olein, Zirkon* ve *Safir*. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 233-237.

Çimen, M. B. Y. (1999). Flavonoidler ve antioksidan özellikleri. *Turkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*, *19*(5), 296-304.

Calligaris, S., Manzocco, L., Anese, M., & Nicoli, M. C. (2004). Effect of heat-treatment on the antioxidant and pro-oxidant activity of milk. *International Dairy Journal, 14(5),* 421-427. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2003.10.001

Carocho, M., Morales, P., & Ferreira, I. C. (2015). Natural food additives: Quo vadis? *Trends in Food Science & Technology, 45(2),* 284-295. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.06.007

Cen, Ö. (2024). Üzüm, nar ve kuşburnu çekirdeği tozu ile üretilen fonksiyonel labnenin kalite özellikleri [*Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi*]. YÖK Tez Merkezi.

Dilek, A., Ay, E. B., Açikgöz, M. A., & Kocaman, B. (2022). The effect of sorbitol applications on total phenolic, flavonoid amount, and antioxidant activity in Safflower (Carthamus tinctorius L.). *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences, 6(4),* 614-621. https://doi.org/10.31015/jaefs.2022.4.15

Doğrular, C. (2017). Farklı probiyotik kültür kullanımının labnenin bazı özellikleri üzerine etkileri [*Yüsek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi*] YÖK Tez Merkezi.

Doğrular, C., & Güven, M. (2020). Farklı probiyotik kültür kullanımının labnenin bazı özellikleri üzerine etkileri. *Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 39(8),* 95-103.

Ďuračková, Z. (2010). Some current insights into oxidative stress. *Physiological research, 59(4).* https://doi.org/10.33549/physiolres.931844

El-Samragy, Y. A., Fayed, E. O., Aly, A. A., & Hagrass, A. E. A. (1988). Properties of labneh-like product manufactured using Enterococcus starter cultures as novel dairy fermentation bacteria. *Journal of Food Protection, 51(5),* 386-391.

Golkar, P. (2018). Inheritance of carthamin and carthamidin in safflower (Carthamus tinctorius L.). *Journal of genetics, 97(1),* 331-336. https://doi.org/10.1007/s12041-018-0909-9.

Jadhav, B., & Joshi, A. (2015). Extraction and Quantitative Estimation of Bio Active Component (Yellow and Red Carthamin) from Dried Safflower Petals. *Indian Journal of Science and Technology, 8(16).* https://doi.org/10.17485/ijst/2015/v8i16/42380

Karaali, A., & Özçelik, B. (1993). Gıda katkısı olarak doğal ve sentetik boyalar. *Gıda 18(6),* 389-396.

Karakoç, Ö. (2024). Süzme yoğurt üretiminde havuç lifi kullanımı ve bazı özelliklerinin belirlenmesi [*Yüksek Lisans Tezi, Kayseri Üniversitesi*]. YÖK Tez Merkezi.

Kezıle, M. P. (2018). Aspir taç yapraklarından doğal gıda boyası eldesi [*Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Universitesi*]. YÖK Tez Merkezi.

Kök Taş, T., Duru, D., & Şahin, M. A. (2014). Determination of quality properties in labneh produced with probiotic culture. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, 20(7),* 240-243. https*://doi.org/*10.5505/pajes.2014.57070

Kuşoğlu, E. (2015). Aspir (Carthamus tinctorius L.) bitkisinin fenolik bileşiklerinin ve antioksidan aktivitesinin tayini [*Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi*]. YÖK Tez Merkezi.

Lee, S. K., & Kader, A. A. (2000). Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology, 20(2000),* 207-220. https://doi.org/10.1016/s0925-5214(00)00133-2

Lu, Y. H., Huang, J. H., Li, Y. C., Ma, T. T., Sang, P., Wang, W. J., & Gao, C. Y. (2015). Variation in nutritional compositions, antioxidant activity and microstructure of Lycopus lucidus Turcz. root at different harvest times. *Food chemistry, 183,* 91-100. https://doi.org/10.1016/j.foofchem.2015.03.033

Machewad, G. M., Ghatge, P., Chappalwar, V., Jadhav, B., & Chappalwar, A. (2012). Studies on extraction of safflower pigments and its utilization in ice cream. *Journal of Food Processing&Technology, 3(8),* https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000172

Mekaroonreung, K., & Kangsadalampai, K. (2006). Antioxidant activity, phenolic compound contents and antimutagenic activity of some water extract of herbs. *The Thai Journal of Pharmaceutical Sciences, 30(1),* 28-35. https://doi.org/10.56808/3027-7922.2217

Meral, R. (2016). Farklı ısıl işlemin fenolik bileşenler üzerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 21(1),* 55-67.

Mohameed, H. A., Abu-Jdayil, B., & Al-Shawabkeh, A. (2003). Effect of solids concentration on the rheology of labneh (concentrated yogurt) produced from sheep milk. *Journal of Food Engineering, 61(3),* 347-352. https://doi.org/10.1016/s0260-8774(03)00139-0

Moţ, A. C., Silaghi-Dumitrescu, R., & Sârbu, C. (2011). Rapid and effective evaluation of the antioxidant capacity of propolis extracts using DPPH bleaching kinetic profiles, FT-IR and UV–vis spectroscopic data. *Journal of Food Composition and Analysis, 24*(4-5), 516-522. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2010.11.006

Nsabimana, C., Jiang, B. O., & Kossah, R. (2005). Manufacturing, properties and shelf life of labneh: a review. *International Journal of Dairy Technology, 58(3).* https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2005.00205.x

Özpeynirci, A. (2022). Aspir (Carthamus tinctorius L.) bitki çiçeklerinden elde edilen doğal sarı renk pigmentinin, adsorbsiyon kromotografisi ile saflaştırılması ve bazı gıdalarda renklendirici olarak kullanım olanaklarının araştırılması [*Yüksek Lisans Tezi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi*]. YÖK Tez Merkezi.

Park, Y. S., Kim, S. J., & Chang, H. I. (2008). Isolation of anthocyanin from black rice (Heugjinjubyeo) and screening of its antioxidant activities. *Microbiology and Biotechnology Letters, 36(1),* 55-60.

Patanè, C., Cosentino, S. L., Calcagno, S., Pulvirenti, L., & Siracusa, L. (2020). How do sowing time and plant density affect the pigments safflomins and carthamin in florets of safflower? *Industrial crops and products, 148,* 112313. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112313

Saldamlı, İ. (2007). Gıda kimyası. *Hacettepe Üniversitesi Yayınları*. (pp. 485-543).

Salem, N., Msaada, K., Elkahoui, S., Mangano, G., Azaeiz, S., Ben Slimen, I., Kefi, S., Pintore, G., Liman, F., & Marzouk, B. (2014). Evaluation of antibacterial, antifungal, and antioxidant activities of safflower natural dyes during flowering. *BioMed research international, 2014(1),* 762397. https://doi.org/10.1080/14786419.2014.947495

Seyrekoğlu, F. (2020). Bazı kantaron ekstraktlarının enkapsülasyon tekniği ile ayran üretiminde kullanılması [*Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi*]. YÖK Tez Merkezi.

Seyrekoğlu, F., & Temiz, H. (2021). Hypericum perforatum Mikrokapsüllerinin Ayran (İçilebilir Yoğurt) Üretiminde Kullanımı. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 9(11),* 2013-2021. https://doi.org/10.24925/turjaf.v9i11.2013-2021.4699

Sieg, H., Schaar, C., Fouquet, N., Böhmert, L., Thünemann, A. F., & Braeuning, A. (2024). Particulate iron oxide food colorants (E 172) during artificial digestion and their uptake and impact on intestinal cells. *Toxicology in Vitro, 96,* 105772. https://doi.org/10.1016/j.tiv.2024.105772

Sun, Y., He, Y., Gu, M., Chen, J., & Li, F. (2013). Optimisation of the extraction conditions of natural colourant carthamin from safflower (Carthamus tinctorius L.) by response surface methodology. *International Journal of Food Science & Technology, 49(4),* 1168-1174. https://doi.org/10.1111/ijfs.12413

Şişman, İ. E. (2009). Sürülebilir aromalandırılmış süzme yogurt üretimi [*Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi*]. YÖK Tez Merkezi.

Taş, T. K., Duru, D., & Şahin, M. A. (2014). Probiyotik kültür kullanılarak üretilen labnenin kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 20(7),* 240-243. https://doi.org/10.5505/pajes.2014.57070

Tunç, N. (2024). Dondurularak kurutulmuş nar kabuğu tozu katkılı yoğurdun bazı özelliklerinin ve antioksidan kapasitesinin araştırılması [*Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi*]. YÖK Tez Merkezi.

Tuyen, C. K., Nguyen, M. H., & Roach, P. D. (2010). Effects of spray drying conditions on the physicochemical and antioxidant properties of the Gac (Momordica cochinchinensis) fruit aril powder. *Journal of food engineering, 98*(3), 385-392. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.01.016

Xian, B., Wang, R., Jiang, H., Zhou, Y., Yan, J., Huang, X., ... & Pei, J. (2022). Comprehensive review of two groups of flavonoids in *Carthamus tinctorius* L. *Biomedicine & Pharmacotherapy, 153,* 113462. https://doi.org/10.1016/j.biopha.2022.113462

Yan, Z., Alimu, R., Wan, J., Liao, X., Lin, S., Dai, S., Chen, F., Zhang, S., Tong, Y., Liu, H., Qin, R., & Liu, J. (2022). Composition of major quinochalcone hydroxysafflor yellow A and anhydrosafflor yellow B is associated with colour of safflower (Carthamus tinctorius) during colour-transition but not with overall antioxidant capacity: A study on 144 cultivars. *Food Research International, 162,* 112098. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.112098

Yılmaz, Y., Gürsoy, O., Gökçe, Ö., & Ertan, K. (2015). Peynirlerin kuru madde, yağ ve protein içeriklerinin hızlı belirlenmesinde optik infrared analiz sistemli süt analizörünün kullanım potansiyeli. *Akademik Gıda, 13(1),* 47-55.

Yolci, M. S., Tunçtürk, R., & Tunçtürk, M. (2022). Farklı ekstraksiyon çözücüleri ve hasat zamanlarının aspir (Carthamus tinctorius L.) çiçeklerinin toplam fenol ve flavonoid miktarları ile antioksidan aktivitesi üzerine etkileri. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology, 5(1),* 97-109. https://doi.org/10.38001/ijlsb.1066431