



## Farklı Yöntemlerle Kurutulmuş Yeşil Zeytin Katkılı Cipslerin Kurutma Kinetiği ve Bazı Kalite Parametrelerinin İncelenmesi

Tuğçe HALİL<sup>1</sup>, Canan Ece TAMER<sup>2\*</sup>, Azime ÖZKAN KARABACAK<sup>3</sup>

**Öz:** Bu çalışmada besleyici, sağlıklı ve her yaş grubuna hitap eden alternatif bir ürün ortaya koymak amacıyla yeşil zeytin katkı cips üretimi araştırılmıştır. Cips üretimi, konveksiyonel kurutma ve vakum altında kurutma (250 mbar) yöntemleri kullanılarak 75 ve 85°C'de, mikrodalga kurutma yöntemi kullanıldığında ise 90 W ve 180 W güçte gerçekleştirilmiştir. Zeytin katkı cipslerin farklı üretim yöntemleriyle kurutulması sırasında hesaplanan etkin difüzyon katsayılarının  $4.01 \times 10^{-10}$  -  $4.69 \times 10^{-9}$  aralığında değiştiği görülmüştür. Yeşil zeytin katkı cipslerin kuruma davranışları incelendiğinde; vakum altında kurutma, konveksiyonel kurutma ve mikrodalga kurutmanın Page ve Modifiye Page modeline uyduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte cipslerde ve cips hamurunda tuz, toplam asitlik, toplam kül, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite analizleri gerçekleştirilmiştir. En yüksek toplam fenolik madde miktarları vakum kurutma yöntemi (85°C) ve mikrodalga kurutma yöntemi (90 W) ile üretilen cipslerde sırasıyla 148.04±0.53 mg GAE/100 g k.m. ve 142.87±3.46 mg GAE/100 g k.m. olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte cips örneklerinde antioksidan kapasite CUPRAC yöntemine göre 6.48±0.39-17.12±3.05 µmol TE/g k.m., FRAP yöntemine göre 8.36±0.16-20.44±0.18 µmol TE/g k.m. ve DPPH yöntemine göre 5.55±0.02-6.43±0.05 µmol TE/g k.m. olarak saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Antioksidan aktivite, cips, kurutma, modelleme, yeşil zeytin.

<sup>1</sup> Tuğçe HALİL, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, [tugceh18@hotmail.com](mailto:tugceh18@hotmail.com), [OrcID 0000-0002-2404-197X](https://orcid.org/0000-0002-2404-197X)

\* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** <sup>2</sup> Canan Ece TAMER, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, [etamer@uludag.edu.tr](mailto:etamer@uludag.edu.tr), [OrcID 0000-0003-0441-1707](https://orcid.org/0000-0003-0441-1707)

<sup>3</sup> Azime Özkan KARABACAK, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, [azimeozkan@uludag.edu.tr](mailto:azimeozkan@uludag.edu.tr), [OrcID 0000-0003-4175-4477](https://orcid.org/0000-0003-4175-4477)

## Investigation of Drying Kinetics and Some Quality Parameters of Green Olive Added Chips Dried with Different Methods

**Abstract:** In this study, the production of green olive added chips was investigated in order to produce an alternative product which is nutritious, healthy and appealing to all age groups. Chips were produced at 75 and 85°C by convectional drying and vacuum drying (250 mbar), and 90 W and 180 W by microwave drying. The effective diffusion coefficients were calculated as between  $4.01 \times 10^{-10}$ -  $4.69 \times 10^{-9}$ . When the drying behavior of samples was examined; vacuum drying, convectional drying and microwave drying were determined to fit in Page and Modified Page models. However, salt, total acidity, total ash, total phenolics and antioxidant activity analyzes were conducted in chips and chip dough. The highest total phenolic content was determined as  $148.04 \pm 0.53$  mg GAE /100 g and  $142.87 \pm 3.46$  mg GAE /100 g on chips produced with vacuum drying method (85°C) and microwave drying method (90 W). However, the antioxidant capacity of the chips samples was determined as between  $6.48 \pm 0.39$ - $17.12 \pm 3.05$  TE/g d.m. for CUPRAC method,  $8.36 \pm 0.16$ - $20.44 \pm 0.18$   $\mu$ mol TE/g d.m. for FRAP method and  $5.55 \pm 0.02$ - $6.43 \pm 0.05$   $\mu$ mol TE/g d.m. for DPPH method.

**Keywords:** Antioxidant activity, chips, drying, green olive, modeling.

### Giriş

Günümüzde yoğun hayat temposu sebebiyle hazır ve paketlenmiş gıdaların tüketimi hızla artmaktadır. İngilizce’de “snack food” olarak geçen atıştırmalık gıdalar arasında yer alan cipsler, tüketimde önemli bir paya sahiptir (Tekin ve Karabacak, 1998; Ertop ve ark., 2016; Gergilioğlu, 2016). Nem içeriğinin düşük olması nedeniyle cipslerin mikrobiyel bozulma olasılığı diğer gıda ürünlerine kıyasla daha azdır. Cipsler, karbonhidrat ve yağ içeriklerinin yüksekliğine paralel kalorisi fazla olarak bilinen ürünlerdir. Protein miktarı bakımından yeterli görülmediklerinden "boş kalori" sağlayan gıdalar olarak da tanımlanmaktadır. Buna rağmen tüketicilerin lezzet konusunda beğenisini kazanmaları nedeniyle küresel cips pazarının 2020’ye kadar 630 milyar dolara ulaşması beklenmektedir (Ochoa-Martínez ve ark., 2016; Makowska ve ark., 2018).

Cipsler, genellikle patates ve mısırın hammadde olarak kullanıldığı ve çeşitli ön işlemlerden geçen hammaddenin belirli incelikte dilim haline getirilmesini takiben tuz ilavesinden sonra kızartma ya da fırınlama yöntemiyle üretimi gerçekleştirilen ürünlerdir. Son yıllarda sağlıklı beslenme konusunda bilincin artmasıyla meyve ve sebzelerin cips hammaddesi olarak kullanılması söz konusudur (Özer, 2007; Kowalska ve ark., 2018). Patates yüksek nişasta, lif ve vitamin içeriği ve sindiriminin kolay olması nedeniyle tercih edilen bir sebzedir (Özdemir ve Malayoğlu, 2017; Boydak ve Kayantaş, 2017). Patates, askorbik asit, karotenoidler, polifenoller, B<sub>6</sub> vitamini, folik asit, lizin aminoasiti kaynağı olup yüksek düzeyde potasyum içermektedir (Dinç ve ark., 2014). Patates gluten içermemesi sebebiyle çölyak hastalarının tüketebileceği bir gıdadır (Yönel ve Özdil, 2014).

Zeytin, doymamış yağ içeriğiyle öne çıkan bir meyvedir. Özellikle zeytinin olgunlaşma döneminde oleik asit miktarı artarken doymuş yağ asitlerinde azalma görülmektedir (Kutlu ve Şen, 2011). Meyve enfeksiyonlara karşı vücut direncinin artırılmasında etkisi olan A vitamini bakımından zengindir (Çöteli ve Karataş, 2017; Konuşkan, 2008). Aynı zamanda Ca, Fe, Mg, Cu, Na, K minerallerini içeren zeytinin kalori değeri de yüksektir (Durucasu, 2004). Zeytin meyvesi, protein miktarı düşük olmasına rağmen esansiyel aminoasitleri içerdiğinden dolayı besleyici değeri yüksek bir gıda ürünü olarak kabul edilmektedir (Susamcı ve ark., 2011). Yeşil zeytin fenolik asit, flavonoid ve aromatik bileşiklerce zengindir (Gürbüz ve Ögüt, 2018). Fenolik bileşiklerin, beslenmenin yanı sıra aynı zamanda kansere karşı koruyucu ve yaşlanmayı geciktirici etkileri vardır (Bacanlı, 2014). Zeytin ve zeytinyağını daha çok tüketen Akdeniz ülkelerinde daha az kalp ve damar rahatsızlıklarına rastlanması antioksidan özellik gösteren fenolik madde içeriğiyle ilişkilendirilmektedir (Gönder ve Akbulut, 2017; Arslan ve ark., 2017; Özçimen ve ark., 2010).

Cipslerde tuz kullanımının, ürünün tat profilini olumlu yönde etkilediği ve genel lezzet yoğunluğunu artırdığı bilinmektedir. Tuz ve yağ miktarının lezzet üzerine etkisi konusunda yapılan araştırmalarda, daha az tuz ve yağ içeren cipslerin, diğer cipslere oranla duyuşal analizlerde daha düşük lezzet puanı aldığı belirtilmiştir (Zugravu ve ark., 2012; Zhang ve Peterson, 2018). Sodyumun ince bağırsakta besinlerin emilmesini sağladığı, kan basıncını korunmasında etkili olduğu bilinmektedir. Sodyum alımı sağlıklı ve dengeli beslenmede gerekli olmakla birlikte tüketim miktarı önerilen değerin üzerine çıktığında kişilerde çeşitli sağlık sorunları görülmektedir. Dünya genelinde insanların %26'sında bulunduğu tahmin edilen hipertansiyon, bu sağlık sorunlarının başında gelmektedir. Ayrıca hipertansiyonun her yıl meydana gelen ölümlerde önemli bir paya sahip olan kardiyovasküler hastalıklar için önemli bir risk faktörü olduğu bilinmektedir. Çoğu ülkede ortalama tuz tüketimi 9-12 g/gün iken, Türkiye'de tuz tüketimi 15 g/gün seviyesindedir. Ancak, Dünya Sağlık Örgütü tarafından günlük tuz tüketim miktarı 5 g olarak önerilmektedir (Fouladkhah ve ark., 2015; Kloss ve ark., 2015; Allison ve Fouladkhah, 2018). Bununla birlikte cips üretiminde sıklıkla uygulanan kızartma prosesi sebebiyle ürünlerin yüksek yağ içeriği ve proses sırasında oluşan toksik maddeler tüketicilerde endişeye yol açmaktadır. Derin yağda kızartma, gıdaların sıcak bitkisel yağa daldırılmasıyla istenen duyuşal özelliklere sahip ürünlerin üretilmesini temel alan bir gıda prosesidir. Bu yöntemde yağ ısı aktarımını gerçekleştirmektedir. Gıdada yağ emilimi meydana gelirken aynı zamanda enerji aktarımı dışı doğru gerçekleşmekte ve böylece yanma engellenmektedir (Tekin ve Karabacak, 1998; Pedreschi ve ark., 2007; Baltacıoğlu ve Esin, 2013). Cipsin en önemli kalite parametresi olan gevrek yapı, uygulanan ısıl işlem sayesinde patates dokusunda oluşan değişikliklerden kaynaklanmaktadır. Derin yağda kızartma gevrek yapının oluşmasına katkı sağlamaktadır. Cips yapısı, nişastanın sıcaklıkla jelatinize olması ve buna bağlı olarak yağ, denatüre olmuş protein, çözünmüş nişasta ve selüloz içeren bir matriksin oluşumu sonucu meydana gelmektedir (Kumar ve ark., 2015). Kızartılmış üründe renk, işleme sırasında, gevreklik, yağ ve akrilamid içeriği ile birlikte kontrol edilmesi gereken önemli bir kalite parametresidir. Cipslerin kendine özgü rengi; indirgen şeker içeriğine, sıcaklığa ve kızartma süresine bağlı olarak Maillard reaksiyonu sonucunda oluşmaktadır. Cips üretiminde kısmi hidrojenasyon tekniği kullanılarak elde edilmiş yağlarla kızartma işlemi, trans yağ asidi oluşumuna zemin hazırlamaktadır. Trans yağ asitleri LDL kolesterol düzeyini artırma ve HDL kolesterol düzeyini azaltma etkisi sonucunda, kalp damarlarının erken

yaşlarda tıkanması ve inme riskini artırmaktadır (Yiğit, 2007). Kızartma öncesinde uygulanan haşlama işlemi, ürünün renk ve gevreklik özelliklerini geliştirmekte hatta nişastanın jelleşmesi sonucu yağ içeriğinin azaltılmasını sağlamaktadır. Aynı şekilde kızartma öncesinde mikrodalga uygulaması veya ürünün konveksiyonel kurutucuda kısmen kurutulması sonucunda yağ alımının azalmasını sağlamaktadır (Pedreschi ve ark., 2007). Dünya Sağlık Örgütü, sağlıklı ve dengeli beslenme için günlük 5 porsiyon meyve ve sebze tüketimini önermektedir. Özellikle gençlerin her ürün grubundan yeterli ve dengeli beslenebilmesi amacıyla sebze ve meyve cipsleri önemli bir alternatif ürün olarak görülmektedir. Bu anlamda tüketicinin tercihleri dikkate alınarak üretilen bu ürün grubunun doğal aroma ve tadını koruması, tekstürel özelliklerinin iyi olması ve tercihen koruyucu içermemesi beklenmektedir (Mihalcea ve ark., 2017). Bu özellikleri sebebiyle dikkat çeken meyve-sebze cipsleri, diğer cipslerde olduğu gibi kızartma yöntemi kullanılarak üretilmektedir. Ancak sağlık açısından olumsuz etkilere yol açacak faktörleri ortadan kaldırmak adına alternatif yöntemlerin meyve-sebze cipsi üretiminde kullanılması söz konusudur (Wexler ve ark., 2016). Literatürde manyok cipsi (Oghenechavwuko ve ark., 2013), muz cipsi (Elkhalifa ve ark., 2014), brokoli unuyla takviye edilmiş tortilla cipsi (Vázquez durán ve ark., 2014), zenginleştirilmiş gluten cipsi (Ertop ve ark., 2016) gibi pek çok ürüne yönelik çalışma bulunmaktadır. Tüm bu çalışmalarda ortak amaç daha sağlıklı, arzu edilen özelliklerde, tüketici talebine uygun ürünler geliştirmektir. Cips piyasasındaki büyüme göz önüne alındığında bunun bir gereklilik olduğu görülmektedir (Olivares, 2010; Tuta ve Palazoğlu, 2017; Makowska ve ark., 2018).

Bu çalışmanın amacı her yaş grubuna hitap edebilen, tüketici tarafından tercih edilecek aroma ve tekstürel özelliklerde, besleyici, aynı zamanda sağlıklı bir atıştırılabilir ürün geliştirmektir. Özellikle zeytinin fenolik bileşiklerce zengin olmasıyla antioksidan kapasitesi yüksek bir cips üretilip, zeytinin değerlendirilme olanaklarının genişletilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca ürünün fizikokimyasal özelliklerinin ortaya konması, cips üretiminde kullanılan kurutma yöntemlerinin karşılaştırılması ve kuruma davranışlarının matematiksel modellenmesinin araştırılması amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Bu çalışmada materyal olarak patates (*Solanum tuberosum*), domat çeşidi salamura yeşil zeytin (*Olea europa sativa*), yağ biberi (*Capsicum anispi nemuum*), limon (*Citrus limon*) suyu, soğan (*Allium cepa*), sarımsak (*Allium sativum*), nane (*M. piperita*), sumak (*Rhus coriaria*), kekik (*Thymus vulgaris L.*) kullanılmıştır.

### Cips Üretimi

Yıkanan ve kabukları soyulan patatesler 30 dakika süreyle kaynar suda haşlanmıştır. Zeytinler salamuradan çıkarılıp, yıkanmış ve çekirdekleri çıkarılmıştır. Rendeli el tipi blender (Arçelik K 1260 RHB) kullanılarak patates, zeytin, yağ biberi, soğan ve sarımsak homojenize edilerek cips hamuru oluşturulmuştur. Daha sonra hamura kekik, nane, sumak ve limon suyu eklenmiştir (Çizelge 1). Hamur tekrar blender kullanılarak

homojenize edildikten sonra silikon kaplara 10 g olacak şekilde tartılmıştır. Elde edilen karışımın başlangıç nem içeriği nem tayin cihazı (Sartorius MA, Türkiye) kullanılarak 4.38 g H<sub>2</sub>O/g kuru madde olarak belirlenmiştir. Hamura cips şekli silikon kap yardımıyla verilmiş, hamur daire şekline getirilmiştir. 0.5±0.01 cm kalınlığa ve 4.38±0.01 cm çapa sahip olan hamurlar konveksiyonel (Yücebaş Y35, İzmir) (75 ve 85°C' de), vakum (Nüve Ev 018, Türkiye) (75 ve 85°C' de, 250 mbar) ve mikrodalga kurutucuda (ev tipi Bosch hmt72g420, Almanya, 2450 MHz) (90 ve 180 W) kurutulup cips üretimi gerçekleştirilmiştir. Cipsler kurutulduktan sonra 0.2±0.03 cm kalınlıkta ve 4.2±0.01 cm çapta elde edilmiştir. Oda sıcaklığında soğuyan cipsler polietilen ambalaj malzemesi kullanılarak ağzı kapalı bir şekilde oda şartlarında ve karanlıkta 2 hafta boyunca depolanmıştır. Hamurun ve cipslerin kalınlığı 10 adet ölçüm sonucunda elde edilen değerlerin ortalaması ve standart sapması hesaplanarak verilmiştir.

**Çizelge 1.** Cips formülasyonu

Hammadde	Miktar
Patates	70 g
Zeytin	30 g
Yağ biberi	1 g
Soğan	0.1 g
Sarımsak	0.2 g
Nane	0.05 g
Sumak	0.7 g
Kekik	0.1 g
Limon suyu	5 mL

## Yöntem

### Fizikokimyasal Analizler

Cips hamuru ve cips örneklerinde toplam asitlik tayini, tuz tayini, kül tayini, renk tayini, toplam fenolik madde tayini ve antioksidan kapasite analizleri uygulanmıştır.

Toplam asitlik tayini Anonim (1985)'e göre belirlenmiştir. Örneklerdeki toplam asitlik değeri sitrik asit cinsinden verilmiştir. Zeytin katkılı cipslerde tuz tayini Mohr yöntemine göre (AOAC, 1975) yapılmıştır.

Son üründe bulunan inorganik maddelerinin belirlenmesi amacıyla kül tayini (AOAC, 1985) yapılmıştır. Renk tayini CR-5 model Konica- Minolta kolorimetre kullanılarak yapılmıştır. Kurutma öncesi ve sonrasında örneklerin 3 farklı noktasından renk okuması gerçekleştirilmiştir. Kırmızı-yeşil (a), mavi-sarı (b) ve açıklık (L) değerleri belirlenmiştir. Toplam renk değişimi ( $\Delta E$ ), kroma (C) ve hue değeri ( $h^\circ$ ) L, a ve b değerlerinin aşağıda bulunan eşitliklere yerleştirilmesiyle hesaplanmıştır (Shyu ve ark., 2005).

$$C = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (1)$$

$$h^\circ = \arctan(a/b) \quad (2)$$

$$\Delta E = \sqrt{(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2} \quad (3)$$

Örneklerin toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite analizlerine hazırlanması için öncelikle 1.1:87.9:11.0 oranlarında HCl, metanol ve saf su kullanılarak ekstraksiyon çözeltisi hazırlanmıştır. Örneklerden falkon tüplerine 2 gram alınıp üzerine 20 mL ekstraksiyon çözeltisi ilave edilmiştir. Tüpler 20°C' de 2 saat çalkalamalı su banyosunda bekletildikten sonra 3500 rpm de ve 20°C' de 10 dakika süreyle santrifüj edilip süzülmüştür. Ürünün toplam fenolik madde içeriğinin hesaplanmasında Folin-Ciocalteu yöntemi (Gao, 2014) ve antioksidan kapasitesinin ölçümünde DPPH yöntemi (Yen ve Chen, 1995), CUPRAC yöntemi (Apak ve ark., 2004) ve FRAP yöntemi (Benzie ve Strain, 1996) uygulanmıştır.

Fenolik bileşikler ve diğer indirgeyici bileşiklerden molibdenyuma elektron transfer edilmesi prensibine dayanan bu yöntemde ekstraktlardan 0.25 mL alınarak üzerine 2.3 mL saf su ve 0.15 mL Folin-Ciocalteu çözeltisi ilave edilip örnekler vortekslendikten sonra 5 dakika beklenmiştir. Süre sonunda karışım üzerine 0.3 mL doymuş Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözeltisi ilave edilmiştir. Örnekler 2 saat oda sıcaklığında karanlık koşulda bekletildikten sonra çözeltilerin absorbansları 725 nm'de okunarak toplam fenol miktarları; gallik asitle çizilen kalibrasyon eğrisinden, mg gallik asit cinsinden (mg GAE/100 g k.m.) hesaplanmıştır.

2.2-difenil-1-pikrilhidrazil'in indirgenmesine dayanan DPPH yönteminde örneklerin metanollü ekstraktlardan 100 µL alınıp üzerine 3.9 mL DPPH ilave edilmiştir. Karışım 30 dakika karanlıkta bekletilmiş ve metanole karşı 515 nm'de spektrofotometrede (Shimadzu, UV 1208) absorbans değeri okunmuştur. Örneklerden alınan absorbanslar trolox çözeltisiyle çizilen kalibrasyon eğrisinden, µmol trolox eşdeğeri olacak şekilde hesaplanmıştır. FRAP yönteminde 100 µL ekstrakt, 300 µL saf su ve 3 mL FRAP çözeltisi falkon tüplerine aktarılmıştır. Benzer şekilde fakat ekstrakt yerine saf su ilave edilerek tanık hazırlandıktan sonra karışımlar 30 dakika karanlıkta bekletilmiş ve saf suya karşı spektrofotometrede absorbans değeri okunmuştur. Örneklerden alınan absorbanslar troloxla çizilen kalibrasyon eğrisinden, µmol trolox eşdeğeri olacak şekilde hesaplanmıştır. CUPRAC yönteminde 100 µL ekstrakt üzerine 900 µL saf su ve 3 mL CUPRAC çözeltisi ilave edilmiştir. Ekstrakt yerine saf su ilave edilerek tanık hazırlandıktan sonra karışımlar 30 dakika karanlıkta bekletilmiş ve saf suya karşı 450 nm'de spektrofotometrede absorbans okunmuştur. Örneklerden alınan absorbanslar trolox ile çizilen kalibrasyon eğrisinden, µmol trolox eşdeğeri olacak şekilde (µmol TE/g k.m) hesaplanmıştır.

### **Kurutma Eğrileri Ve Kurutma Hızının Hesaplanması**

Kuruma eğrileri nem içeriğinin zamana karşı ve serbest nem içeriğinin kuruma hızına karşı grafiğe geçirilmesi ile elde edilmiştir. Kurutma hızları ise nem içeriklerinin zamana bölünmesi (Eşitlik 4) ile bulunmuştur.

$$DR = \frac{M_{t+dt} - M_t}{dt} \quad (4)$$

Bu denklemde DR: kuruma hızı (g H<sub>2</sub>O/g kurumadde sa), M<sub>t</sub> ve M<sub>t+dt</sub> t ve t+dt anındaki ürünün nemi (g H<sub>2</sub>O/g kurumadde), t ise zamanı (dakika) ifade etmektedir (Filiz, 2015).

## Kurutmanın Matematiksel Modellenmesi

Kuruma kinetiğinin modellenmesinde ayrılabilir nem oranı (ANO) Eşitlik 5 kullanılarak hesaplanmıştır. Denge nem değeri çok düşük olduğu için hesaplamaya katılmamıştır.

$$ANO = \frac{m - m_e}{m_0 - m_e} \quad (5)$$

Bu eşitlikte ANO: ayrılabilir nem oranı, m: ürünün belirli andaki nem içeriği (g su/ g katı), me: denge nem içeriği (g su/ g katı), m<sub>0</sub>: başlangıç nem içeriğidir (g su/ g katı). Etkin difüzyon katsayısı hesaplanırken boyutsuz nem oranının doğal logaritmasının zamana karşı çizilmesiyle elde edilen grafiğin eğiminin bulunması ve Eşitlik 6'da yerine konulmasıyla hesaplanmıştır. Hesaplama yapılırken sıcaklığın her noktada eşit olduğu varsayılmıştır.

$$D_{eff} = \frac{-K}{2.4674/L^2} \quad (6)$$

Eşitlik 6'da belirtilen D<sub>eff</sub>: etkin difüzyon katsayısı (m<sup>2</sup>/s), K doğrunun eğimini ve L; ürün kalınlığının yarısı (m) olarak ifade edilmiştir.

Ürünlerin kuruma davranışının anlaşılmasında literatürde sıklıkla kullanılan ince tabaka modelleri Çizelge 2'de verilmiştir. Modeller kurutma verilerine uygulanmış ve belirleme katsayısı (R<sup>2</sup>), tahminin standart hatası (RMSE) ve ki-kare (χ<sup>2</sup>) değerleri eşitlik 7 ve 8 kullanılarak belirlenmiştir. Kurutma verilerine en uygun model, en yüksek korelasyon katsayısına (R<sup>2</sup>) ve en düşük RMSE ve ki-kare (χ<sup>2</sup>) değerine sahip olan modeldir (Kutlu ve ark., 2015). Burada ANO; ayrılabilir nem oranı, k, n, a, b ve c modelden gelen katsayılar olarak ifade edilmektedir.

$$RMSE = \left[ \sum_{i=1}^N (ANO_{tahmini,i} - ANO_{deneysel,i})^2 \right]^{1/2} \quad (7)$$

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (ANO_{deneysel,i} - ANO_{tahmini,i})^2}{N - n} \quad (8)$$

Eşitliklerde ANO<sub>deneysel,i</sub> deneysel ayrılabilir nem oranı, ANO<sub>tahmini,i</sub> tahmini ayrılabilir nem oranı, N gözlem sayısını, n ise modeldeki sabitlerin sayısını ifade etmektedir (Avhad ve Marchetti, 2016).

### Çizelge 2. Kurutmanın matematiksel modellenmesinde kullanılan ince tabaka modelleri

Model	Denklem	Kaynakça
Newton	ANO = exp(-kt)	(Bengtsson ve ark., 1998)
Page	ANO = exp(-kt <sup>n</sup> )	(Sarsavadia ve ark., 1999)
Modifiye Page	ANO = exp[-(kt) <sup>n</sup> ]	(Yaldiz ve Ertekin, 2001)
Henderson ve Pabis	ANO = aexp(-kt)	(Doymaz, 2007)
Logaritmik	ANO = aexp(-kt) + c	(Doymaz, 2011)



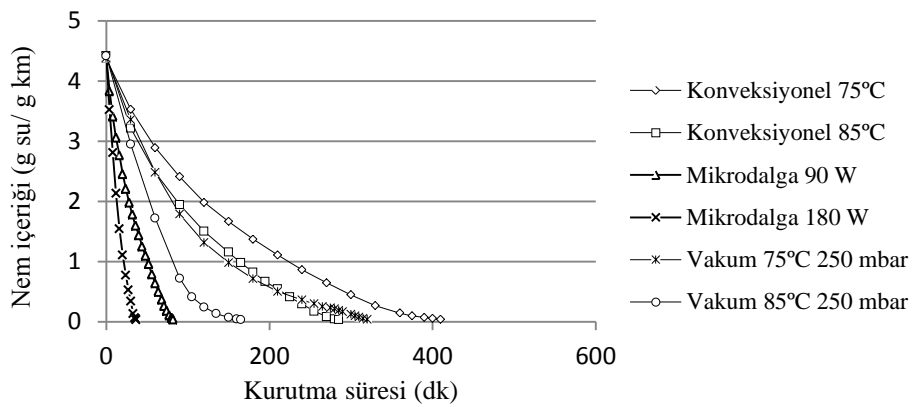
## İstatistiksel Analiz

Örnekler ve cips hamurunun içerdiği toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasitenin belirlenmesinde tesadüf parselleri deneme deseni uygulanmıştır. Analiz sonuçları JMP programı (JMP Ver. 7.0) kullanılarak hesaplanmış, sonuçlar ortalama değerler ile standart sapmaları birlikte olacak şekilde verilmiştir. İstatistiksel olarak  $p < 0.05$  değeri anlamlı olarak ifade edilmiştir. İstatistiksel olarak önemli fark bulunan değerlere Tukey testi uygulanarak gruplandırılma yapılmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

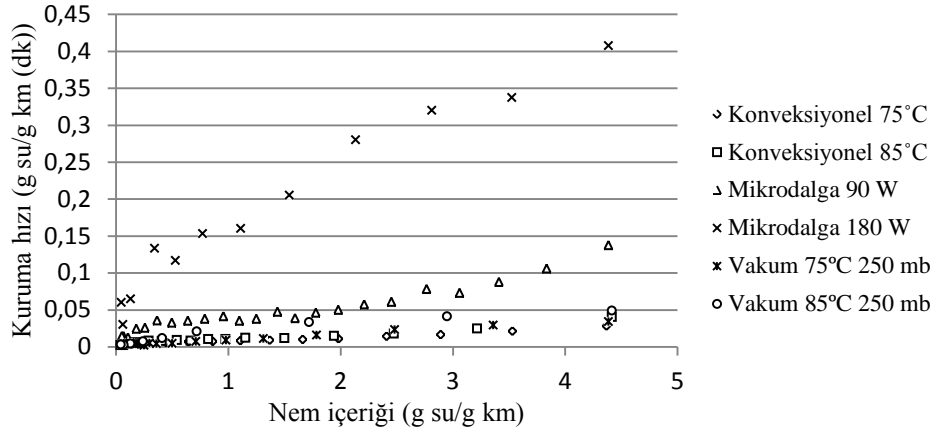
### Kurutma Grafikleri

Farklı üretim proseslerinden elde edilen kurutma grafikleri Şekil 1’de görülmektedir. Ürünün kurutmadan önceki nem içeriği 4.38 g su/ g k.m. aralığında bulunurken ürünler, son nem değeri 0.034 g su/g k.m. değerlerine kadar kurutulmuştur. En kısa kurutma süresi 180 W gücün uygulandığı mikrodalga kurutucuyla sağlanmış (36.5 dakika), en uzun kurutma ise 75°C’ de konveksiyonel kurutmaya cips üretiminde (410 dakika) gözlemlenmiştir. Buna göre konvektif ve vakum kurutucu kullanılarak üretilen ürünlerde sıcaklık artışıyla, mikrodalgayla kurutulmuş ürünlerde güç seviyesi arttıkça kurutma süresinin kısaldığı belirlenmiştir. Benzer sonuçlar havuç cipsinde (Turgay ve Çınar, 2009), kabak cipsinde (Zhang ve ark., 2011) ve elma cipsinde de (Filiz, 2015) sunulmuştur. Nem içeriklerinin zamana bölünmesiyle hesaplanan kuruma hızının grafiği ise Şekil 2’de verilmiştir. Şekil incelendiğinde grafikte sabit kuruma bölgesi görülmezken azalan kuruma bölgesinin bulunduğu görülmektedir. Bununla birlikte kuruma hızının sıcaklık ve mikrodalga gücü azaldıkça düştüğü görülmüştür. Bu durum kurutma havası ve kurutulacak ürün arasındaki sıcaklık farkının artmasının ısı transfer katsayısını arttırmasına bağlanmaktadır (Demiray ve Tulek, 2014). Benzer sonuçlar elma cipsinde (Filiz, 2015), cassava cipsinde (Tunde-Akintunde ve Afon, 2010) ve kabak cipslerinde (Zhang ve ark., 2011) de kaydedilmiştir. Buna göre ürünlerin kuruma davranışları literatüre uygun bulunmuştur. Şekil 1 incelendiğinde zeytinli cipslerdeki ağırlık kaybının sağlanmasında en etkili yolun mikrodalga kurutma yöntemi olduğu görülmüştür.



Şekil 1: Farklı sıcaklıklarda ve farklı üretim yöntemleriyle kurutulmuş zeytinli cips örneklerinin zamana bağlı ağırlık değişimleri





**Şekil 2:** Farklı yöntemlerle üretilen yeşil zeytin katkılı cipslerde kuruma hızının ürün nemine bağlı değişimi

Zeytin katkılı cipslerin farklı yöntemlerle kurutulması sırasında hesaplanan etkin difüzyon katsayısı değerleri  $4.01 \times 10^{-10}$  -  $4.69 \times 10^{-9}$  aralığında bulunmuştur (Çizelge 3).

Madamba ve ark. (1996)'na göre kurutulmuş ürünlerdeki etkin difüzyon katsayısı  $10^{-9}$ - $10^{-11}$  m<sup>2</sup>/s değerleri arasında değişmektedir. Benzer olarak etkin difüzyon katsayısı elma cipsinde  $1.94$ - $3.42 \times 10^{-10}$  (Filiz, 2015) arasında bulunmuştur. Buna göre hesaplanan katsayılar literatürle örtüşmektedir. Sonuçlar incelendiğinde etkin difüzyon katsayısı değerinin sıcaklık artışıyla yükseldiği görülmektedir. Bu artışın moleküler hareketliliğin artmasıyla ilgili olduğu düşünülmektedir.

**Çizelge 3.** Farklı yöntemlerle kurutulmuş zeytin katkılı cips örneklerinin etkin nem difüzyon katsayıları

Kurutma Yöntemleri	D <sub>eff</sub>
Vakum (75°C, 250 mbar)	$4.71 \times 10^{-10}$
Vakum (85°C, 250 mbar)	$1.20 \times 10^{-9}$
Mikrodalga (90 W)	$1.83 \times 10^{-9}$
Mikrodalga (180 W)	$4.69 \times 10^{-9}$
Konveksiyonel (75 °C)	$4.01 \times 10^{-10}$
Konveksiyonel (85 °C)	$4.93 \times 10^{-10}$

Çizelge 2'de verilen 5 farklı ince tabaka modellerine ilişkin regresyon katsayısı ( $R^2$ ), ki-kare ( $\chi^2$ ) ve tahminin standart hatası ( $RMSE$ ) değerleri Çizelge 4'te verilmiştir.

**Çizelge 4.** Farklı sıcaklık ve kurutma metodlarıyla üretilen zeytinli cipslere uygulanan ince tabaka modellerinin istatistiksel analiz sonuçları

Üretim Yöntemi	Sıcaklık (°C)	Model	R <sup>2</sup>	RMSE	χ <sup>2</sup>
Vakum (250 mbar)	75°C	Newton k=0.0094	0.9327	0.005861	0.000723
		<b>Page k=0.0030 n=1.1832</b>	<b>0.9859</b>	<b>0.016383</b>	<b>0.005965</b>
		<b>Modifiye Page k= 0.0074 n=1.1832</b>	<b>0.9859</b>	<b>0.016383</b>	<b>0.005965</b>
		Henderson ve Pabis a=1.6308 k= 0.011	0.9419	0.042585	0.040300
		Logaritmik a= 1.8602 k= 0.0123 c=0.0087	0.9848	0.057049	0.076578
Vakum (250 mbar)	85°C	Newton k= 0.0094	0.9405	0.068094	0.051521
		<b>Page k= 0.0030 n=01.1832</b>	<b>0.9958</b>	<b>0.095552</b>	<b>0.144128</b>
		<b>Modifiye Page k= 0.0074 n= 1.1832</b>	<b>0.9958</b>	<b>0.095552</b>	<b>0.144128</b>
		Henderson ve Pabis a=1.6308 k=0.011	0.9639	0.131188	0.215128
		Logaritmik a= 1.8602 k= 0.0123 c= 0.006	0.9691	0.147995	0.312892
Konveksiyonel	75°C	Newton k=0.0094	0.9058	0.019318	0.006741
		<b>Page k=0.0030 n= 1.1832</b>	<b>0.9681</b>	<b>0.008673</b>	<b>0.001449</b>
		<b>Modifiye Page k= 0.0074 n=1.1832</b>	<b>0.9681</b>	<b>0.008673</b>	<b>0.001449</b>
		Henderson ve Pabis a=1.6308 k= 0.011	0.9319	0.045579	0.040026
		Logaritmik a=1.8602 k=0.0123 c=0.0088	0.8824	0.061619	0.078380
Konveksiyonel	85°C	Newton k= 0.0094	0.8310	0.008434	0.001214
		<b>Page k=0.0030 n=1.1832</b>	<b>0.9365</b>	<b>0.020210</b>	<b>0.007468</b>
		<b>Modifiye Page k=0.0074 n= 1.1832</b>	<b>0.9365</b>	<b>0.020210</b>	<b>0.007468</b>
		Henderson ve Pabis a=1.6308 k=0.011	0.8643	0.053852	0.053029
		Logaritmik a=1.8602 k=0.0123 c= 0.007	0.8785	0.068780	0.093159
Mikrodalga	90 W	Newton k= 0.0094	0.9312	0.063739	0.101742
		<b>Page k=0.0030 n= 1.1832</b>	<b>0.9798</b>	<b>0.081033</b>	<b>0.171920</b>
		<b>Modifiye Page k=0.0074 n= 1.1832</b>	<b>0.9798</b>	<b>0.081033</b>	<b>0.171920</b>
		Henderson ve Pabis a=1.6308 k= 0.011	0.9436	0.132659	0.460758
		Logaritmik a=1.8602 k=0.0123 c=0.0088	0.9763	0.173696	0.827526
Mikrodalga	180 W	Newton k= 0.0094	0.8555	0.156086	0.343109
		<b>Page k=0.0030 n= 1.1832</b>	<b>0.9679</b>	<b>0.177111</b>	<b>0.481932</b>
		<b>Modifiye Page k=0.0074 n= 1.1832</b>	<b>0.9679</b>	<b>0.177111</b>	<b>0.481932</b>
		Henderson ve Pabis a=1.6308 k=0.011	0.8936	0.277996	1.187332
		Logaritmik a=1.8602 k=0.0123 c=0.0069	0.9248	0.176511	1.693028

En uygun model, diğer modellere göre R<sup>2</sup> değeri 1'e en yakın olan ve en düşük RMSE ve ki-kare (χ<sup>2</sup>) değerlerini gösteren model olarak belirlenmiştir. Buna göre zeytin katkılı cipslerin 250 mbar basınçta vakum altında kurutulması (75 ve 85°C), konvektif yolla kurutulması (75 ve 85°C) ve mikrodalga fırında kurutulması (90 W ve 180 W) sonucunda cipslerin kuruma davranışının Page ve Modifiye Page modeline uyduğu bulunmuştur. Modellerin R<sup>2</sup> değerleri 0.8310-0.9958 aralığında değişmiştir. Benzer şekilde cassava cipslerinin 60-70 ve 80°C sıcaklıktaki tünel tipi kurutucularla kurutulmasında Logaritmik model (Ajala ve ark., 2012) ve cassava cipslerinin 60°C' de konvektif yolla kurutulduğu başka bir çalışmada Page modeli ürünlerin kuruma

davranışını açıklayan en uygun model olarak ifade edilmiştir (Tunde-Akintunde ve Afon, 2010). Patatesin konu olduğu başka bir çalışmada, Falade ve Solademi (2010) tatlı patates dilimlerinin matematiksel modellenmesinde Page ve Modifiye Page modellerinin deneysel verilere en yakın sonuçları verdiğini saptamışlardır. Cipslerin kuruma davranışları Logaritmik modele göre incelendiğinde model katsayılarından c sabiti, diğer sabitlere göre oransal olarak düşük bulunmuştur. Literatürde bamyaya ve elmada (Tüfekçi, 2014), mango dilimlerinde (Alibaş, 2015), elma (Filiz, 2015) ve cassava cipslerinde (Ajala ve ark., 2012; Argo ve ark., 2018) benzer oranların görüldüğü değerler bildirilmiştir. Bu sonucun ürün yapısına bağlı olarak kuruma davranışlarında gözlemlenen farklılıkla birlikte, her model katsayısının modele özgü olmasının bir neticesi olduğu düşünülmüştür.

### Örneklerin Bileşimi

Cips hamurunun toplam asitlik değeri sitrik asit cinsinden  $1.18 \pm 0.08$  g/100 g k.m. olarak bulunmuşken, konveksiyonel kurutmaya üretilmiş cipslerde  $5.40 \pm 0.3$  g/100 g k.m., mikrodalga kurutmaya üretilen cipslerde  $5.18 \pm 0.46$  g/100 g k.m. ve vakum kurutmaya üretilen örneklerde  $5.58 \pm 0.27$  g/100 g k.m. olarak bulunmuştur. Sonuçlar incelendiğinde örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmemiştir ( $p > 0.05$ ). Literatürde asitlik değerleri elma cipsinde  $0.98-1.48$  g/100 g (Filiz, 2015), ejder meyvesi cipsinde  $1.02 \pm 0.05-1.04 \pm 0.06$  g/100 g (Yi ve ark., 2016) ve kurutulmasında farklı osmotik solüsyonların kullanıldığı elma cipslerinde  $2.7-7.6$  g/100 g (Kowalska ve ark., 2018) olarak saptanmıştır. Benzer olarak zeytinin konvektif yolla kurutulduğu bir çalışmada zeytinin toplam asitlik değerinin  $1.28$ 'den  $5.90$  g/100 g k.m. düzeyine arttığı bildirilmiştir (Öngen ve ark., 2005). Cips ürünlerinde toplam asitlik sonuçlarının literatür değerlerinden yüksek bulunmasının sebebinin üretimde kullanılan limon suyundan kaynaklandığı düşünülmüştür.

Cips hamurunun tuz miktarı  $1.42 \pm 0.00$  g/100 g k.m. olarak bulunmuşken, mikrodalga ve konveksiyonel kurutucuda üretilen cipslerin tuz miktarı sırasıyla  $3.34 \pm 0.22$  g/100 g k.m. ve  $3.16 \pm 0.47$  g/100 g k.m.; vakum altında kurutulan örneklerin ise  $3.5 \pm 0.00$  g/100 g k.m. olarak belirlenmiştir. Sonuçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ). Cips üretiminde kullanılan salamura yeşil zeytinin tuz oranı ise  $2.20$  g/100 g k.m. olarak belirlenmiştir. Literatür incelendiğinde yakın sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Balıklı mısır cipslerinin incelendiği bir çalışmada ürünlerdeki tuz miktarının  $1.5 \pm 0.31-2.7 \pm 0.23$  g/100 g aralığında değiştiği bildirilmiştir (Shaviklo ve ark., 2011). Albuquerque ve ark. (2012)'nin patates cipslerini inceledikleri çalışma sonuçlarına göre cipslerin tuz oranının  $0.13-2.77$  g/100 g aralığında değiştiği saptanmıştır. Romanya'da satılan cipslerin tuz içeriği üzerine yapılan bir çalışmada tuz miktarının %1.2 ile %4.84 aralığında değiştiği bildirilmiştir (Zugravu ve ark., 2012). Ayrıca Öngen ve ark. (2005)'nin çalışmasında zeytinler  $70^\circ\text{C}$ ' de konveksiyonel yöntemle kurutulduğunda tuz miktarının  $0.50 \pm 0.90$ 'den %2.10'a yükseldiği görülmüştür. Ürünlerin tuz miktarının artma sebebinin, aynı zamanda ürünlerdeki toplam asitliğin artmasına da sebep olan kuru madde artışından kaynaklandığı düşünülmüştür. Türk Standartları Enstitüsü'ne göre cipslerde tuz miktarı kütleye en fazla %2 olmalıdır (Anonim, 2011). Bu sebeple cips üretiminde tuz miktarının azaltılmasına yönelik çalışmaların yürütülmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Cips hamurunda kül içeriği  $5.17 \pm 0.55$  g/100 g k.m. olarak bulunmuşken konvektif kurutucu kullanılarak üretilen cipslerde kül miktarı  $7.71 \pm 0.02$  g/100 g k.m., mikrodalga yöntemiyle kurutulan cipslerde  $7.37 \pm 0.02$  g/100 g k.m. ve vakumlu kurutucu kullanılarak üretilen cipslerde  $6.76 \pm 0.04$  g/100 g k.m. olarak belirlenmiştir. Dehidrasyonun etkisiyle ürünlerin kül miktarı sırasıyla %49.13, %42.55 ve %30.75 oranında artmıştır. Literatürde incelendiğinde kül içeriğinin manyok cipsinde  $1.53 \pm 0.46$ - $2.06 \pm 0.07$  g/100 g k.m. (Oghenechavwuko ve ark., 2013), muz cipsinde  $3.25 \pm 0.00$ - $10.50 \pm 0.50$  g/100 g k.m. aralığında değiştiği (Elkhalifa ve ark., 2014) ve zenginleştirilmiş gluten cipsindeki kül miktarının  $3.384 \pm 0.00$  g/100 g k.m. olarak bulunduğu görülmüştür (Ertop ve ark., 2016). Bu farklılıkların kullanılan hammadde çeşidinden kaynaklandığı düşünülmüştür.

Üç farklı yöntemle üretilen zeytinli cips örneklerinde bulunan toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan kapasite analiz sonuçları Çizelge 5 ve 6'da verilmiştir. Çizelge 5'te verilen örneklerle birlikte hamurun içerdiği toplam fenolik madde miktarı  $154.03 \pm 0.98$  mg GAE/100 g olarak bulunmuştur. Sonuçlar incelendiğinde en yüksek toplam fenolik madde miktarları  $85^\circ\text{C}$ ' de vakum kurutma yöntemiyle ve 90 W güç uygulanan mikrodalga kurutma yöntemiyle üretilen cipslerde sırasıyla  $148.04 \pm 0.53$  mg GAE/100 g k.m. ve  $142.87 \pm 3.46$  mg GAE/100 g k.m. olarak belirlenmiştir. Buna göre fenolik madde miktarında %3.88 ile %7.24 oranında azalma meydana geldiği görülmüştür. Analiz sonunda en düşük değer ise  $92.01 \pm 1.21$  mg GAE/100 g k.m. ile  $75^\circ\text{C}$  sıcaklıkta üretimi gerçekleştirilen konveksiyonel yöntemle kurutulan ürünlerde belirlenmiştir. Konveksiyonel kurutma ile üretilen örneklerdeki fenolik madde miktarındaki azalma ise %40.26 olarak bulunmuştur. Araştırmalar incelendiğinde toplam fenolik madde miktarının pancar cipsinde  $75 \pm 0.06$  mg GAE/100 g (Vasconcellos ve ark., 2016), tortilla cipslerinde  $120.23$ - $200.01$  mg GAE/100 g (Kaur ve Aggarwal, 2017), ginseng bitkisinden üretilen cipslerde ise  $70 \pm 0.01$ - $640$  mg GAE/100 g (Chen ve ark., 2014) olarak bulunduğu görülmüştür. Benzer olarak Çatalkaya ve ark., (2016) farklı cips örneklerinde en yüksek toplam fenolik madde miktarını mor lahanaya içeren cipslerde  $6.13$  mg GAE/100 g olarak saptamıştır. Nazzaro ve ark. (2014)'nin yaptıkları başka bir çalışmada ise lahanadan üretilen cipslerde toplam fenolik madde miktarının  $52$ - $337$  mg GAE/100 g aralığında değiştiği bildirilmiştir. Buna göre tüm üretim yöntemlerinde toplam fenolik madde miktarının azaldığı görülmüştür. Sonuçlar literatürle karşılaştırıldığında üretilen cips örneklerinin yüksek miktarda fenolik madde içerdiği görülmektedir. Fenolik maddelerin en iyi korunduğu yöntemlerin  $85^\circ\text{C}$ ' de uygulanan vakum kurutma ve 90 W güç uygulanan mikrodalga kurutma yöntemi olduğu görülürken, en düşük fenolik madde miktarı  $75^\circ\text{C}$ ' de uygulanan konveksiyonel kurutma ile üretilen ürünlerde saptanmıştır.

**Çizelge 5.** Yeşil zeytin katkılı cipslerin toplam fenolik madde içeriği

Örnekler	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100 g k.m.)
Vakum 250 mbar $75^\circ\text{C}$	$125.12 \pm 0.43^c$
Vakum 250 mbar $85^\circ\text{C}$	$148.05 \pm 0.53^a$
Mikrodalga 90 W	$142.87 \pm 0.75^{ab}$
Mikrodalga 180 W	$128.39 \pm 0.24^{bc}$
Konveksiyonel $75^\circ\text{C}$	$92.01 \pm 1.21^d$
Konveksiyonel $85^\circ\text{C}$	$130.77 \pm 0.49^{bc}$

a-d: Aynı sütundaki birbirinden farklı harfler, veriler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark ( $p < 0.05$ ) olduğunu göstermektedir.

Antioksidan kapasitenin 3 farklı yöntemle ölçüldüğü analizlerin sonucunda hamurun antioksidan aktivitesi DPPH yöntemine göre  $29.05 \pm 0.42 \mu\text{mol TE/g k.m.}$ ; FRAP yöntemine göre  $3.09 \pm 0.03 \mu\text{mol TE/g k.m.}$  ve CUPRAC yöntemine göre ise  $1.08 \pm 0.33 \mu\text{mol TE/g k.m.}$  olarak bulunmuştur. Çizelge 5 incelendiğinde cipslerin antioksidan kapasitelerinin CUPRAC yöntemine göre  $6.48 \pm 0.39$ - $17.12 \pm 3.05 \mu\text{mol TE/g k.m.}$ , FRAP yöntemine göre  $8.36 \pm 0.16$ - $20.44 \pm 0.18 \mu\text{mol TE/g k.m.}$  ve DPPH yöntemine göre  $5.55 \pm 0.02$ - $6.43 \pm 0.05 \mu\text{mol TE/g k.m.}$  olarak bulunduğu görülmektedir. CUPRAC yöntemi kullanılarak ölçülen antioksidan aktivite değerleri arasında  $85^\circ\text{C}$ ' de vakum altında kurutulan örnekler ile 90 ve 180 W güç uygulanan mikrodalga yöntemi ve  $85^\circ\text{C}$ ' de konveksiyonel yöntemle kurutulan örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı görülmüştür ( $p > 0.05$ ) (Çizelge 6). FRAP yöntemi kullanılarak antioksidan kapasite incelendiğinde en yüksek antioksidan aktivite  $85^\circ\text{C}$ ' de uygulanan vakum kurutma yönteminde elde edilmiştir. DPPH yönteminde ise en yüksek antioksidan aktivitenin  $85^\circ\text{C}$ ' de uygulanan vakum kurutma ve 90 W'lık mikrodalga uygulaması olduğu saptanmıştır. Literatür verileri incelendiğinde farklı patates türlerinden üretilen cipslerin antioksidan aktivitesinin DPPH ve FRAP yöntemleriyle ölçüldüğü bir çalışmada sonuçların  $1.8$ - $9.6 \mu\text{mol TE g}^{-1}$  ile  $3.2$ - $16.7 \mu\text{mol TE g}^{-1}$  (Mazurek ve ark., 2017) ve patates cipsinde DPPH ve FRAP yöntemleri kullanılarak antioksidan aktivite ölçümünün yapıldığı başka bir çalışmada ise sonuçların sırasıyla  $0.16$ - $0.68 \mu\text{mol TE/g}$  ve  $0.26$ - $1.63 \mu\text{mol TE/g}$  (Nems ve ark., 2015) aralığında değiştiği bildirilmiştir. Lahanadan üretilen cipslerde DPPH yöntemi kullanılarak ölçülen antioksidan aktivite sonuçları ise  $0.72$ - $2.17 \text{ mg/g}$  olarak bildirilmiştir (Nazzaro ve ark., 2014). Benzer şekilde CUPRAC yöntemi kullanılarak aktivitenin ölçüldüğü çalışmalar incelendiğinde glutensiz cipslerde antioksidan aktivite  $4.66$ - $17.19 \mu\text{mol TE/g}$  (Yalçın, 2017), sorgum, arpa ve horse gram (Hindistan'da yetiştirilen bir çeşit baklagil) ilaveli cipslerde ise  $5.49$ - $8.11 \mu\text{mol TE/g}$  (Rudra ve ark., 2015) olarak bulunmuştur. Buna göre elde edilen antioksidan aktivite sonuçlarının literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

**Çizelge 6.** Yeşil zeytin katkılı cipslerin antioksidan aktivite değerleri

Örnekler	CUPRAC $\mu\text{mol Trolox/g k.m.}$ (kuru madde)	FRAP $\mu\text{mol Trolox/g k.m.}$ (kuru madde)	DPPH $\mu\text{mol Trolox/g k.m.}$ (kuru madde)
Vakum 250 mbar $75^\circ\text{C}$	$8.98 \pm 0.94^b$	$10.47 \pm 0.23^c$	$5.71 \pm 0.1^c$
Vakum 250 mbar $85^\circ\text{C}$	$17.12 \pm 3.05^a$	$20.44 \pm 0.18^a$	$6.30 \pm 0.03^a$
Mikrodalga 90 W	$15.31 \pm 0.64^a$	$16.57 \pm 0.5^b$	$6.43 \pm 0.05^a$
Mikrodalga 180 W	$15.08 \pm 0.43^a$	$15.13 \pm 0.17^c$	$5.85 \pm 0.01^{bc}$
Konveksiyonel $75^\circ\text{C}$	$6.48 \pm 0.39^b$	$8.36 \pm 0.16^f$	$5.55 \pm 0.02^d$
Konveksiyonel $85^\circ\text{C}$	$13.25 \pm 1.25^a$	$13.54 \pm 0.5^d$	$5.94 \pm 0.03^b$

a-f: Aynı sütündeki birbirinden farklı harfler, veriler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark ( $p < 0.05$ ) olduğunu göstermektedir.

Örnekler ve hamurun antioksidan analizi sonuçları incelendiğinde CUPRAC ve FRAP yöntemlerine göre örneklerin tümünde antioksidan aktivitenin arttığı görülmektedir. Kita ve ark., (2015) kızartılmış patates cipslerinde proses sonrası antioksidan aktivitede görülen artışın Maillard reaksiyonu sonucu oluşan melanoidin pigmentinin antioksidan aktivite göstermesinden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Benzer olarak Nems ve ark., (2015) patates cipslerine uygulanan termal proses sonucunda antioksidan aktivitenin arttığını bildirmiş, bu

etkinin melanoidinden kaynaklanabileceğini öne sürmüşlerdir. Bununla birlikte yüksek sıcaklığın fenolik maddelerin yapısını bozması ve farklı ürünlerin meydana gelmesiyle DPPH yöntemiyle ölçülen antioksidan aktivitenin düşmesine sebep olduğu tahmin edilmektedir. Toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite analiz sonuçları incelendiğinde ürünün besin değerinin en iyi korunduğu üretim yönteminin 85 °C’ de uygulanan vakum kurutma ve 180 W güçle uygulanan mikrodalga kurutma olduğu görülmüştür.

### Renk Analizi Sonuçları

Zeytin katkılı cipslerde L değeri  $43.63 \pm 0.63$ - $51.02 \pm 0.79$ , a değeri  $8.59 \pm 2.15$ - $11.03 \pm 0.32$ , b değeri  $22.25 \pm 0.49$ - $28.60 \pm 0.86$ , kroma değeri  $23.87 \pm 1.23$ - $30.66 \pm 0.91$  ve hue açısı değeri  $68.92 \pm 0.03$ - $69.02 \pm 1.07$  aralığında değişmiştir. Hamurun L, a, b, kroma ve hue açısı değerleri ise sırasıyla  $63.18 \pm 0.05$ ,  $4.3 \pm 0.00$ ,  $28.60 \pm 0.02$ ,  $28.92 \pm 0.02$  ve  $81.54 \pm 0.00$  olarak bulunmuştur. Buna göre tüm kurutma yöntemlerinde L değerleri hamura göre daha düşük bulunmuştur. Bununla birlikte tüm ürünlerin a (kırmızılık) ve b (sarılık) değerlerinde düşme gözlenirken bir tek mikrodalga kullanılarak üretilen ürünlerde b değeri sabit kalmış, en yüksek a ve b değerleri ise mikrodalga ve vakum prosesinde elde edilen ürünlerde görülmüştür. Sonuç olarak ürünlerin renginde kurutmanın etkisiyle koyulaşma gözlenmiş, hamura en yakın renk değerleri ise mikrodalga ve vakum kurutma prosesiyle üretilen cipslerde elde edilmiştir. Bu durumun mikrodalga ve vakum kurutma (85°C) yöntemleriyle cips üretiminde prosesin daha kısa sürede gerçekleştirilmesine bağlı olabileceği düşünülmüştür.

Yeşil zeytin katkılı cips ürünlerinde meydana gelen toplam renk değişimleri Eşitlik 3 kullanılarak hesaplanmıştır. Buna göre renk değişimleri vakum kurutma yöntemiyle üretilen ürünlerde 2.32, konveksiyonel kurutucuya üretilen örneklerde 4.04 ve mikrodalgayla üretilen ürünlerde 3.21 olarak hesaplanmıştır. En fazla renk değişimi konveksiyonel kurutma ile üretilen örneklerde tespit edilmiş, en az değişim ise vakum altında kurutulan örneklerde meydana gelmiştir. Bu durumun istenilen nem seviyesine ulaşıncaya kadar meydana gelen ağırlık kaybı sırasında gözlenen enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Farklı kurutma yöntemlerine göre üretimi yapılan cips örnekleri panelistlere tattırılmış ve ürünün renk, koku, lezzet, gevreklik ve genel beğeni bakımından değerlendirilmesi istenmiştir. Buna göre en beğenilen örnek grubu vakum altında kurutulan örnekler olmuştur. Konveksiyonel kurutucu kullanılarak üretilen örnekler koku ve gevreklik bakımından beğenilmekle beraber, renk ve lezzet bakımından beğenilmemiştir. Genel beğeni açısından değerlendirildiğinde en az beğenilen örneklerin mikrodalga yöntemiyle kurutulan örnekler olduğu görülmüştür.

### Sonuç

Günümüzde değişen yaşam koşullarının etkisiyle hazır gıdaların tüketimi hızla artmaktadır. Paketli gıdalar içerisinde yüksek tüketim oranına sahip ürünlerden biri de atıştırmalık gıdalar kapsamına giren ciptir. Cipslerin yüksek karbonhidrat ve yağ içeriği sebebiyle besin değeri düşük gıdalar arasında gösterilmeleri araştırmacıların

dikkatini çekmektedir. Bu sebeple besleyici değeri yüksek ve sağlıklı bir ürün geliştirmek amacıyla, kızartma prosesine alternatif yöntemlerle üretilen meyve ve sebze cipsleri üzerinde çeşitli araştırmalar yürütülmektedir.

Bu çalışmada yeşil zeytinin yüksek fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasitesinden yararlanılarak daha sağlıklı ve besleyici bir cips üretmek amaçlanmıştır. Ayrıca kızartma prosesi yerine üç farklı yöntem ve 2 farklı sıcaklık uygulamasıyla kurutulan cipslerin fizikokimyasal özellikleri karşılaştırılmıştır. Cips örneklerinin kuruma davranışları incelenmiş ve kurutmanın matematiksel modeli oluşturulmuştur. Kurutma süresi uygulanan sıcaklığın ve mikrodalga gücünün artmasıyla kısalmış, 180 W gücün uygulandığı mikrodalga kurutma yöntemi en hızlı üretim yöntemi olarak belirlenmiştir. 75°C sıcaklığın uygulandığı konveksiyonel kurutma ise en uzun süren uygulama olmuştur. Ayrıca yeşil zeytin katkılı cipslerin 250 mbar vakum altında (75 ve 85°C), konveksiyonel (75 ve 85°C) ve mikrodalga (90 ve 180 W) kurutulmasıyla kuruma davranışlarının Page ve Modifiye Page modeline uyduğu görülmüştür. Örnekler arasında en yüksek toplam fenolik madde miktarları 85°C' de vakum kurutma yöntemi ve 90 W gücün uygulandığı mikrodalga kurutma yöntemiyle üretilen cipslerde sırasıyla belirlenmiştir. Renk analizi sonuçları incelendiğinde rengin en iyi korunduğu üretim yöntemlerinin mikrodalga ve vakum uygulamaları olduğu saptanmıştır. Duyusal değerlendirme sonucunda ise en beğenilen örnekler vakum kurutma yöntemiyle üretilen cipsler olmuştur.

## Kaynakça

- Ajala, A.S., Aboiye, A.O, Popoola, J.O. and Adeyanju, J.A. 2012. Drying characteristics and mathematical modelling of cassava chips. *Chemical and Process Engineering Research*, 4: 1-9.
- Albuquerque, T.G., Sanches-Silva, A., Santos, L. and Costa, H.S. 2012. An update on potato crisps contents of moisture, fat, salt and fatty acids (including trans-fatty acids) with special emphasis on new oils/fats used for frying. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 63(6): 713–717.
- Alibaş, İ. 2015. İnce tabaka mango dilimlerinin mikrodalga tekniği ile kurutulması. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 30: 99-109.
- Allison, A. and Fouladkhah, A. 2018. Adoptable interventions, human health, and food safety considerations for reducing sodium content of processed food products. *Foods*, 7(2): 16, DOI: 10.3390/foods7020016.
- Anonim. 2011. Patates Cipsi. Türk Standartları Enst. Standart No: TS-3628, Ankara. <https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/Standard.aspx?081118051115108051104119110104055047105102120088111043113104073081052066119110081103048067102087> (Erişim Tarihi: 15.05. 2018).
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M. and Karademir, S.E. 2004. Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(26): 7970–7981.



- Argo, B.D., Sandra, S. and Ubaidillah, U. 2018. Mathematical modeling on the thin layer drying kinetics of cassava chips in a multipurpose convective-type tray dryer heated by a gas burner. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 32(7): 3427-3435.
- Arslan, A.K.K., Öztürk, E., Yerer, M.B. ve Koşar, M. 2017. Zeytin yaprağındaki oleuropein ve farmakolojik etkileri. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 26(1): 89-93.
- Association Official Analytical Chemists (AOAC), 1975. *Official Methods of Analysis Association of Official Agricultural Chemists* (12th Ed.). Association Official Analytical Chemists (AOAC), Washington, DC. 1094.
- Association Official Analytical Chemists (AOAC), 1985. *Official Methods of Analysis Association of Official Agricultural Chemists* (14th Ed.). Association Official Analytical Chemists (AOAC), Washington, DC. 1038.
- Avhad, M.R. and Marchetti, J.M. 2016. Mathematical modelling of drying kinetics of Hass avocado seeds. *Industrial Crops and Products*, 91: 76-87.
- Bacanlı, M. 2014. Bitkisel Kaynaklı Fenolik Yapıdaki Bileşiklerin Olası Sitotoksik ve Genotoksik Etkilerinin Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Farmasötik Toksikoloji Bölümü.
- Baltacıoğlu, C. and Esin, A. 2013. Crisp production from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) and investigation of quality parameters. *Akademik Gıda*, 11(2): 14-20.
- Bengtsson, G.B, Rahman, M.S., Stanley R. and Perera, C.O. 1998. Effect of specific pre-treatment on the drying behaviour of apple rings. The New Zealand Institute of Food Science and Technology and The Nutrition Society of New Zealand Conference, 1-3 July, Nelson, New Zealand, s: 10.
- Boydak, E. ve Kayantaş, B. 2017. Bazı patates (*Solanum Tuberosum* L.) çeşitlerinin verim ve verime etkili parametrelerin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 6(2): 79-82.
- Chen, J., Chai, W. and Xu, B. 2014. Food properties of ready-to-eat flavored ginseng chips as affected by food formulation and food processing. *International Journal of Sciences*, 3(10): 16-28.
- Çatalkaya, G., Ceylan, F. D., Yüce, H. ve Özçelik, B. 2016. Mor lahanaya, havuç ve brokoli içeren fonksiyonel sebze cipsi üretimi ve antioksidan özelliklerinin araştırılması. Gıda, Metabolizma ve Sağlık: Biyoaktif Bileşenler ve Doğal Katkılar Kongresi, 28 Kasım 2016, İstanbul, Türkiye, s: 134.
- Çöteli, E. ve Karataş, F. 2017. Ateş dikeninin (*Pyracantha coccinea* Roemer var. lalandi) kırmızı meyvelerindeki A, E, C vitamini,  $\beta$ -karoten, likopen, glutatyon ve malondialdehit miktarlarının araştırılması. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 29(1): 41-46.
- Demiray, E. and Tulek, Y. 2014. Drying characteristics of garlic (*Allium sativum* L) slices in a convective hot air dryer. *Heat and Mass Transfer*, 50(6): 779-786.
- Dinç, S., Kara, M. ve Arslanoğlu, Ş.F. 2014. Patates ve sağlık. *Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi*, 10: 45-46.
- Doymaz, İ. 2007. The kinetics of forced convective air-drying of pumpkin slices. *Journal of Food Engineering*, 79(1): 243-248.
- Doymaz, İ. 2011. Drying of eggplant slices in thin layers at different air temperatures. *Journal of Food Process Preservation*, 35(2): 280-289.

- Durucasu, İ. 2004. Domat türü yeşil zeytinin tatlandırılması üzerine bir araştırma. *GIDA*, 29(3): 211-216.
- Elkhalifa, A.E.O., Hassan, A.M. and Zei, M.E.A. 2014. Analytical quality and acceptability of baked and fried banana chips. *Journal of Human Nutrition and Food Science*, 2(6): 1052.
- Ertop, M.H., Kutluk, K., Coşkun, K. ve Canlı, S. 2016. Gıda endüstrisi yan ürünleri kullanımıyla cips üretimine yeni bir yaklaşım: zenginleştirilmiş gluten cipsi. *Akademik Gıda*, 14(4): 398-406.
- Falade, K.O. and Solademi, O.J. 2010. Modelling of air drying of fresh and blanched sweet potato slices. *International Journal of Food Science and Technology*, 45(2): 278-288.
- Filiz, B. E. 2015. Elma Cipsinin Bazı Kalite ve Antioksidan Özelliklerine Kurutma, Ambalajlama ve Depolamanın Etkisi. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü.
- Fouladkhah, A., Berlin, D. and Bruntz, D. 2015. High-sodium processed foods: public health burden and sodium reduction strategies for industry practitioners. *Food Reviews International*, 31(4): 341-354.
- Gao, Y. 2014. Antioxidant Activities and Pphenolic Acids in Different Raw and Boiled Potatoes and Sweet Potatoes. M.A. Thesis, Louisiana State University, Department of Nutrition and Food Science.
- Gergilioğlu, U. 2016. Bazı OECD ülkeleri bağlamında obezite vergilerinin değerlendirilmesi. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 12(2): 149-166.
- Gönder, M. ve Akbulut, G. 2017. Güncel akdeniz diyeti ve potansiyel sağlık etkileri. *Türkiye Klinikleri Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(2): 110-120.
- Gürbüz, M. ve Öğüt, S. 2018. Zeytin yaprağının potansiyel sağlık yararları. *Türkiye Klinikleri Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(3): 242-253.
- Kaur, S. and Aggarwal, P. 2017. Development of maize-potato tortilla chips: a nutritious and low fat snack food. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(4): 153-161.
- Kita, A., Bakowska-Barczak, A., Lisinska, G. and Hamouz, K. 2015. Antioxidant activity and quality of red and purple flesh potato chips. *LWT - Food Science and Technology*, 62(1): 525-531.
- Kloss, L., Meyer, C.D., Graeve, L. and Vetter, W. 2015. Sodium intake and its reduction by food reformulation in the European Union: a review. *NFS Journal*, 1: 9-19.
- Konuşkan, D.B. 2008. Hatay'da Yetiştirilen Halhalı, Sarı Haşebi ve Gemlik Zeytin Çeşitlerinden Çözücü Ekstraksiyonuyla Elde Edilen Yağların Bazı Niteliklerinin Belirlenmesi ve Mekanik Yöntemle Elde Edilen Zeytinyağları ile Karşılaştırılması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü.
- Kowalska, H., Marzec, A., Kowalska, J., Samborska, K., Tywonek, M. and Lenart, A. 2018. Development of apple chips technology. *Heat Mass Transfer*, 54(12): 3573-3586.
- Kumar, V., Sharma, H.K., Singh, K. and Singh, R.P. 2015. Optimization of process parameters for the production of taro chips using RSM with fuzzy modeling. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 9(3): 400-413.

- Kutlu, E. ve Şen, F. 2011. Farklı hasat zamanlarının Gemlik zeytin (*Olea europea* L.) çeşidinde meyve ve zeytinyağı kalitesine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48(2): 85-92.
- Kutlu, N., İşçi, A. ve Demirkol, Ö.Ş. 2015. Gıdalarda ince tabaka kurutma modelleri. *GIDA*, 40(1): 39-46.
- Madamba, P.S., Driscoll, R.H. and Buckle, K.A. 1996. Thin layer drying characteristics of garlic slices. *Journal of Food Engineering*, 29(1): 75-97.
- Makowska, A., Zielinska-Dawidziak, M., Niedzielski, P. and Michalak, M. 2018. Effect of extrusion conditions on iron stability and physical and textural properties of corn snacks enriched with soybean ferritin. *International Journal of Food Science and Technology*, 53(2): 296–303.
- Mazurek, S., Szostak, R., Kita, A., Kucharska, A.Z., Sokol-Letowska, A. and Hamouz, K. 2017. Determination of antioxidant activity and polyphenols content in chips by Raman and IR spectroscopy. *Food Analytical Methods*, 10(12): 3964–3971.
- Mihalcea, L.I., Bleoancă, I.I., Mihai, C.M. and Borda, D.D. 2017. Osmotic pressure influence on the vegetable chips dehydration process. *Scientific Study and Research: Chemistry and Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, 18(1): 51-59.
- Nazzaro, F., Cardinale, F., Cozzolino, A., Granese, T. and Fratianni, F. 2014. Polyphenol composition and antioxidant activity of different potentially functional kale-based snacks. *Food and Nutrition Sciences*, 5(12): 1145-1152.
- Nems, A., Peksa, A., Kucharska, A.Z., Sokol-Letowska, A., Kita, A., Drozd, W. and Hamouz, K. 2015. Anthocyanin and antioxidant activity of snacks with coloured potato. *Food Chemistry*, 172: 175–182.
- Ochoa-Martínez, L.A., Castillo-Vázquez, K., Figueroa-Cárdenas, J.D., Morales-Castro, J. and Gallegos-Infante, J.A. 2016. Quality evaluation of tortilla chips made with corn meal dough and cooked bean flour. *Cogent Food and Agriculture*, 2(1), DOI: 10.1080/23311932.2015.1136017.
- Oghenechavwuko, U.E., Saka, G.O., Adekunbi, T.K. and Taiwo, A.C. 2013. Effect of processing on the physicochemical properties and yield of Gari from dried chips. *Journal of Food Process Technology*, 4: 255, DOI: 10.4172/2157-7110.1000255.
- Olivares, C.V.Y. 2010. Characterization of Product Quality Attributes and Thermal Properties of Potato Chips During Vacuum Frying. M.A. Thesis, Texas A&M University, Department of Biological and Agricultural Engineering.
- Öngen, G., Sargin, S., Tetik, D. and Köse, T. 2005. Hot air drying of green table olives. *Food Technology and Biotechnology*, 43(2): 181–187.
- Özçimen, D., Yücel, S. ve Tatlı, A. 2010. Zeytin yaprağının kullanım alanları. Zeytin ve Zeytinyağı Sektöründe Ortak Akıl ve Güç Birliği, s: 154-182.
- Özdemir, P. ve Malayoğlu, H.B. 2017. Patates işleme endüstrisi yan ürünleri ve hayvan beslemede değerlendirilmesi. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5 (1): 93-97.

- Özer, E.A. 2007. Ekstrüzyon Yöntemi ile Besleyici Değeri Yüksek Çerez Tipi Fonksiyonel Bir Ürün Geliştirme. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü.
- Pedreschi, F., Moyano, P., Santis, N. and Pedreschi, R. 2007. Physical properties of pre-treated potato chips. *Journal of Food Engineering*, 79(4): 1474–1482.
- Rudra, S.G., Jakhar, N., Nishad, J., Saini, N., Sen, S., Bhardhwaj, R., Jaiswal, S., Suneja, P., Singh, S. and Kaur, C. 2015. Extrusion conditions and antioxidant properties of sorghum, barley and horse gram based snack. *Vegetos*, 28(2): 171-182.
- Sarsavadia, P.N., Sawhney, R.L., Pangavhane, D.R. and Sing, S.P. 1999. Drying behaviour of brined onion slices. *Journal of Food Engineering*, 40(3): 219-226.
- Shaviklo, G.R., Thorkelsson, G., Olafsdottir, A., Sveinsdottir, K. and Rafipour, F. 2011. Quality characteristics and consumer acceptance of a high fish protein puffed corn-fish snack. *Journal of Food Science and Technology*, 48(6): 668–676.
- Shyu, S.L., Hau, L.B. and Hwang, L.S. 2005. Effects of processing conditions on the quality of vacuum-fried carrot chips. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(11): 1903–1908.
- Susamcı, E., Ötleş, S. ve Irmak, Ş. 2011. Sofralık zeytinin besin öğeleri, duyuusal karakterizasyonu ve işleme yöntemleri arasındaki etkileşimler. *Zeytin Bilimi*, 2(2): 65-74.
- Tekin, A. ve Karabacak, H. 1998. Piyasada tüketilen değişik cips ve çerez yağlarının bazı bileşim özellikleri üzerine araştırma. *GIDA*, 23(6): 431-435.
- Tunde-Akintunde, T.Y. and Afon, A.A. 2010. Modeling of hot-air drying of pretreated cassava chips. *Agricultural Engineering Internatioal: CIGR Journal*, 12(2): 34-41.
- Turgay, Ö. ve Çınar, İ. 2009. Küp şekilli organik havuç cipsi üretiminde proses optimizasyonu. *Akademik Gıda*, 7(5): 26-31.
- Tuta, S. and Palazoğlu, T. K. 2017. Effect of baking and frying methods on quality characteristics of potato chips. *GIDA*, 42(1): 43-49.
- Tüfekçi, S. 2014. Ultrases Ön İşleminin Bamyaya ve Elma Örneklerinin Kurutma Performansları Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü.
- Vasconcellos, J., Conte-Junior, C., Silva, D., Pierucci, A.P., Paschoalin, V. and Alvares, T.S. 2016. Comparison of total antioxidant potential, and total phenolic, nitrate, sugar, and organic acid contents in beetroot juice, chips, powder, and cooked beetroot. *Food Science and Biotechnology*, 25(1): 79-84.
- Vázquez-Durán, A., Gallegos-Soto, A., Bernal-Barragán, H., López-Pérez, M. and Méndez-Albores, A. 2014. Physicochemical, nutritional and sensory properties of deep fat-fried fortified tortilla chips with broccoli (*Brassica oleracea* L. convar. *italica* Plenck) flour. *Journal of Food and Nutrition Research*, 53(4): 313-323.
- Wexler, L., Perez, A.M., Cubero-Castillo, E. and Vaillant, F. 2016. Use of response surface methodology to compare vacuum and atmospheric deep-fat frying of papaya chips impregnated with blackberry juice. *Journal of Food*, 14(4): 578–586.

- Yalçın, G. 2017. Trace element content and antioxidant capacity of gluten-free snacks produced for coeliac disease patients. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 21(3): 598-602.
- Yaldız, O. and Ertekin, C. 2001. Thin layer solar drying of some vegetables. *Drying Technology*, 19(3-4): 583-597.
- Yen, G. and Chen, H. 1995. Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43(1): 27-32.
- Yi, J., Zhou, L., Bi J., Liu, X., Qin, C. and Wu, X. 2016. Influences of microwave pre-drying and explosion puffing drying induced cell wall polysaccharide modification on physicochemical properties, texture, microstructure and rehydration of pitaya fruit chips. *Food Science and Technology*, 70: 271-279.
- Yiğit, Ş. 2007. Türkiye' de Marketlerdeki Cipslerdeki Trans Yağ Asitlerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Biyoloji Bölümü.
- Yönel, O. ve Özdiş, S. 2014. Çölyak hastalığı. *Güncel Gastroentoloji*, 18(1): 93-100.
- Zhang, F., Zhang, M. and Mujumdar, A.S. 2011. Drying characteristics and quality of restructured wild cabbage chips processed using different drying methods. *Drying Technology*, 29(6): 682-688.
- Zhang, L. and Peterson, D.G. 2018. Identification of a novel umami compound in potatoes and potato chips. *Food Chemistry*, 240: 1219-1226.
- Zugravu, C.A., Parvu, M., Patrascu, D. and Stoian-Pantea, A. 2012. Savory snacks and chips in Romania: are salt load and daily intake arguments for a reformulation effort? *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 18(1): 8-12.