



## Sıcak Havada Pişirilmiş (Airfrying) Ürünlerin Özellikleri

### Properties of Air Fried Products

Hüseyin BOZ<sup>1</sup>

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Derleme</p> <hr/> <p><i>Makale Süreci:</i></p> <p>Gönderim : 30.05.2022 Düzeltilme : 27.06.2022 Kabul : 28.06.2022 Yayınlanma : 30.12.2022</p> <hr/> <p><i>Anahtar Kelimeler:</i></p> <p>Airfrying Kızartma Duyusal Özellikler</p>	<p>Bu çalışmada, derin yağda kızartma ve sıcak havayla kızartmanın ürün özellikleri üzerindeki etkileri karşılaştırılmıştır. Sıcak hava pişiricileri, daha hassas pişirmeye izin veren ayarlanabilir sıcaklık ve zamanlayıcı özellikleri olan cihazlar olarak bilinmektedir. Sıcak havada kızartma yöntemi ile genel olarak %80 daha az yağ içeren ürünler elde edebilmek mümkündür. Havada kızartma teknolojisinin geleneksel kızartmadan daha yüksek bir besin kalitesi sunduğu ve yağ azaltma, lipid bozulması ve oksidasyon olasılığı açısından daha sağlıklı kızarmış yiyecekler elde etmek için pratik bir alternatif olduğu ifade edilebilir. Kızartma işlemi sonrasında atılacak atıkların emisyonu gibi çevresel avantajları da mevcuttur. Yapılan araştırmalar sıcak havada kızartma teknolojisinin, derin yağda kızartma yöntemine kıyasla tat, koku, görünüm ve genel kabul edilebilirlik gibi duysal özellikler açısından önemli düzeyde farklılıklar oluşturmadığını göstermektedir. Bu teknoloji daha sağlıklı bir kızartma alternatifi olabilir ancak kapsamlı bir şekilde çalışılmamıştır ve gıdaların bileşenleri ve özellikleri üzerindeki etki mekanizmalarının ve bunun sonucunda insan sağlığı üzerindeki etkilerinin ayrıntılı değerlendirmesine daha fazla odaklanılmalıdır.</p>
ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Review Article</p> <hr/> <p><i>Article history:</i></p> <p>Received : 30.05.2022 Revised : 27.06.2022 Accepted : 28.06.2022 Available : 30.12.2022</p> <hr/> <p><i>Keywords:</i></p> <p>Air frying Traditional frying Sensorial properties</p>	<p>In this study, the effects of deep frying and air frying on product properties were compared. Air fryers are known as devices with adjustable temperature and time features that allow more precise cooking. In general, it is possible to obtain products containing 80% less oil with the hot air frying method. It can be stated that air frying technology offers a higher nutritional quality than traditional frying and is a practical alternative to obtain healthier fried foods in terms of fat reduction, lipid degradation and oxidation possibility. There are also environmental advantages such as the emission of wastes after the frying process. Studies show that air frying technology does not create significant differences in terms of sensory properties such as taste, smell, appearance and general acceptability compared to deep-fat frying method. This technology may be a healthier frying alternative but has not been extensively studied and more focus should be placed on the detailed assessment of the mechanisms of action on the components and properties of foods and the consequent effects on human health.</p>

## 1. GİRİŞ

Kızartma, yemek hazırlamada kullanılan ve restoranlarda, evlerde ve gıda endüstrisinde kullanılan en yaygın uygulamalardan biridir. Kızarmış yiyecekler, tüm dünyada yaygın olarak kullanılan bir teknik olan sıcak yağa batırılan yiyecekleri kurutma esasına dayanır. Hazırlanma hızı ve kolaylığı, renk, doku ve tat gibi arzu edilen gıda özelliklerinin toplamı, genel kullanımına katkıda bulunur. Bu olumlu özellikler, gıda ürünlerindeki kimyasal ve fiziksel değişikliklerle ilgili oksidasyon ve hidroliz dâhil kızartma sırasındaki

<sup>1</sup> Doç. Dr. Atatürk Üniversitesi Turizm Fakültesi Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, huseyinboz@atauni.edu.tr, ORCID NO: 0000-0003-1846-5589

fiziksel ve kimyasal değişikliklerin sonucudur (Pedreschi, 2012; Molina-Garcia vd., 2017; Kou et al., 2018; Zaghi vd., 2019; Fikry vd., 2021).

Günümüzde derin yağda kızartma, kullanılan en yaygın kızartma tekniğidir. Derin yağda kızartmanın dezavantajları, özellikle tekrarlanan kızartmalardan kaynaklanmaktadır. Erken köpürme, erken kararma, bozuk tatlar ve kokular, tipik bir kızartma performansı ve diğer durumlar olarak kategorize edilebilen uygun olmayan kızartma süresi, sıcaklık ve basınç gibi çoğu kızartma sorunu bu olumsuzluklarda oldukça etkilidir (Abd Rahman vd., 2017). Bununla birlikte, derin yağda kızartma sadece yağ ve kalori açısından çok yüksek olma eğiliminde olmakla kalmaz, aynı zamanda gıdaların besin içeriğinde de önemli düzeyde kayıplara neden olur.

Bazı araştırmalar kızarmış yiyecekleri obezite, kalp krizi ve diyabetle ilişkilendirmişlerdir. Patates kızartması, soğan halkaları ve yağda kızartılmış tavuk gibi kızarmış yiyecekler, besin değeri açısından çok az şey sunarken, belirli sağlık koşulları için insanları daha yüksek risk altına sokabileceği vurgulanmıştır (Abd Rahman vd., 2017). Sıcak havada kızartma teknolojisi ise çok az yağ içeren veya hiç yağ içermeyen teknoloji kullanımına imkan sağladığı için derin yağda kızartmaya uygun sağlıklı bir alternatif olarak görülse de geleneksel kızartmanın sağladığı duyuşal özelliklerin dünya çapında tüketicileri cezbediği yadsınamaz bir gerçektir (Zaghi vd., 2019).

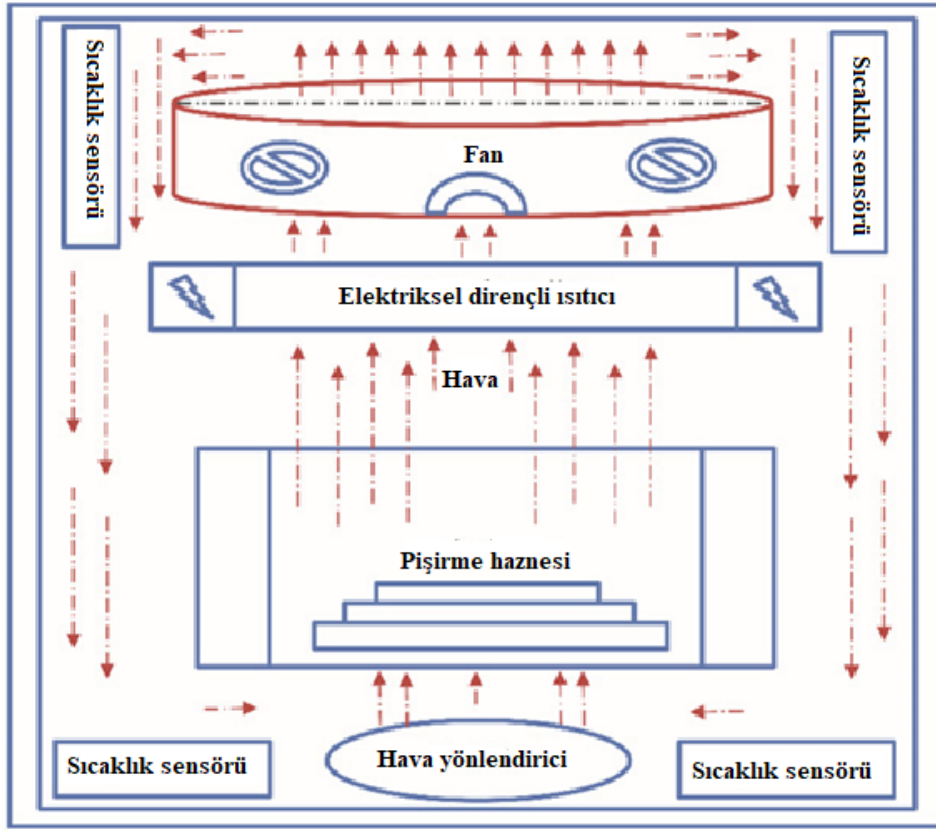
Son zamanlarda, yiyecekleri pişirmek için hızlı hava akışı teknolojisi olarak ifade edilen sıcak havada kızartma (airfryer) yöntemi kek gibi unlu mamuller de dâhil olmak üzere çeşitli yiyecek türlerini pişirmek için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu teknoloji ile aşırı ısıtılmış havanın pişirme haznesinde dolaştırılması sayesinde pişirme sırasında potansiyel olarak zaman ve enerji tüketimi azaltılabilmektedir (Azmi vd., 2019). Hava akışının varlığı, pişirme haznesi içerisinde sıcaklığın daha eşit dağılımını sağlamaktadır (Sani vd., 2014). Derin yağda kızartma işlemine göre işlem sırasında daha az yağ kullanıldığı için tüketiciler sıcak hava ile kızartma yöntemini çok yaygın olarak tercih etmeye başlamışlardır. Bu çalışmada, derin yağda kızartma ve sıcak havayla kızartmanın ürün özellikleri üzerindeki etkileri karşılaştırılmıştır.

## **2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE**

### **2.1. Sıcak Havada Kızartma (Airfrying)**

Havada kızartma teknolojisi başlangıçta bazı Avrupa pazarlarında tanıtılan ve yanıt olarak dikkate değer kabulü nedeniyle tüm Avrupa'da piyasaya sürülen bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır. Zamanla, küresel ölçekte yayılmış ve dünya çapında büyük bir başarı haline gelmiştir (Zaghi vd., 2019).

Airfryer, yüksek hızlı sıcak hava sirkülasyonu kullanarak çalışan bir mutfak cihazıdır (Figür 1). Çalışırken, sıcak hava üretir ve mekanik bir fan üretilen sıcak havayı çok hızlı bir şekilde yiyeceklerin etrafında dolaştırmaya başlar, bu da yiyecekleri kızartır ve gevrek bir tabaka oluşturur (Tewari vd., 2015). Sıcak havada kızartma cihazı genel olarak elektrığe dayanıklı ısıtıcı, elektrikli fan, pişirme haznesi, hava yönlendirici ve sıcaklık sensörleri olmak üzere beş ayrı bölümden oluşur. Isıtıcının üzerindeki büyük elektrikli fan, havayı pişirme haznesinden yukarı doğru çekerek güçlü bir dikey hava akışı oluşturur. Elektrikli ısıtıcıdan geçerken hava ısı enerjisi ile yüklenir ve minimum hız ve enerji kaybı ile pişirme haznesine taşınır. Hava altta bulunan, hava akışını dikey yönde yönlendiren ve ısıyı eşit olarak dağıtan hava yönlendiricisi tarafından yönlendirilir (Arslan vd., 2018).



**Figür 1:** Havada kızartma(airfrying) cihazının şematik diyagramı (Arslan vd., 2018).

Sıcak hava pişiricileri yiyecek ve yağ damlacıkları arasındaki eşit teması teşvik etmek için ürünlerin etrafında sıcak hava dolaştırılarak pişirme işlemi gerçekleştiren daha hassas pişirmeye izin veren ayarlanabilir sıcaklık ve zamanlayıcı özellikleri olan cihazlar olarak da bilinmektedir. Bu yöntemle pişirme ile genel olarak %80 daha az yağ ile kızartma işleminin gerçekleştirildiği ifade edilmektedir. Havalı fritöz teknolojisi, yiyecekleri kızartmak ve pişirmek için sıcak havayı kullanan ve bu sayede daha az yağlı kızartılmış ürünler elde edilmesine neden olan "Hızlı hava teknolojisi"ne dayanmaktadır (Tewari vd., 2015). Daha küçük pişirme alanı kapasitesi, daha kısa pişirme süresi ve daha az kalori sağlaması nedeniyle bu yöntem yeni bir kızartma yöntemi olarak kabul edilmektedir (Fabre vd., 2018; Liu vd., 2022).

## 2.2. Havada Kızartmanın Avantajları

Geleneksel kızartmanın dezavantajları için bulunan bir alternatif, sıcak yağa daldırmak yerine malzemenin etrafında esas olarak sıcak hava kullanarak çeşitli kızarmış ürünler üretmeyi amaçlayan havayla kızartma işlemidir(Zaghi vd., 2019). Hava fritözünün pişirme haznesinde tek tip bir sıcaklığı korumak için sıcak hava hızla dolaştırılır ve hava fritözünün pişirme odası, numuneye yakın olan ısıtma elemanından ısı alır, bu nedenle pişirme süresi kısılır (Abd Rahman vd., 2017). Bu teknik ile sıcak havadaki yağ damlacıklarından oluşan ince bir sis ile hazne içindeki ürün arasında doğrudan temas ile etki ederken ısı transferi son derece yüksek düzeyde gerçekleşmekte ve üründe eşit olarak dağılmakta, bu da kalitedeki değişimleri en aza indirmektedir. Ürün işlem sırasında kurutulmakta ve tipik olarak kızartma ile ilişkili bir kabuk gıdada yavaş yavaş oluşmaktadır (Zaghi vd., 2019).

Araştırmacılar havada kızartma teknolojisinin geleneksel kızartmadan daha yüksek bir besin kalitesi sunduğu ve yağ azaltma, lipid bozulması ve oksidasyon olasılığı açısından daha sağlıklı kızarmış yiyecekler elde etmek için pratik bir alternatif olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca, daha az yağ tüketimi ve kızartma sonrasında atılacak atıkların emisyonu gibi çevresel avantajlarının da olduğunu belirtmektedirler (Andrès vd., 2013; Shaker, 2015; Santoset vd., 2017; Lee vd., 2018; Huang vd., 2018; Zaghi vd., 2019). Sıcak havada kızartma yöntemi ile derin yağda kızartılmış ürünlere benzer tat ve görünüme sahip ürünlerin üretilmesi mümkündür (Ghaitaranpour vd., 2018). Ayrıca sıcak havayla kızartma yönetiminin yağın çözünebilir vitaminlerini tutabileceği ve yağın bozulması gibi sorunları önemli düzeyde önleyebileceği için kızartılmış gıdaların kalitesini iyileştirebileceği üzerinde durulmaktadır (Heredia vd., 2014).

Giovanelli vd. (2017) havada kızartma ekipmanının önemli düzeyde enerji tasarrufu sağladığını göstermiştir. Havada kızartma yönteminin kızartma işlemi sırasında ürün tarafından absorbe edilen yağ miktarını önemli ölçüde düşürmesi ve geleneksel olarak kızartılmış ürünlerin özelliklerini kazandırması nedeniyle nispeten sağlıklı bir kızartma yöntemi olarak kullanılabilirliği düşünülmektedir (Tian vd., 2017; Liu vd., 2022). Ayrıca ürünleri kısa sürede pişirmesi ve genel olarak lezzet açısından eksiklik göstermemesi de derin yağda kızartmaya kıyasla avantajları olarak sayılabilir (Zaghi vd., 2019).

Teruel vd. (2015) havada kızartma işlemi ile derin yağda kızartma işlemi neticesinde elde edilen karakteristik ürün rengine ulaşabilmenin mümkün olduğunu ifade etmişlerdir. Bununla birlikte havada kızartma işleminin önemli ölçüde daha uzun bir işlem süresi gerektirdiği, derin yağda kızartma süresinin iki katından daha fazla süreye ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir. Bu durum insanların zamanlarının çoğunu evden uzakta geçirdikleri mevcut yaşam tarzı düşünüldüğünde göreceli bir dezavantaj olarak ifade edilebilir.

### **2.3. Duyusal Özellikler**

Shaker (2014) havada kızartma teknolojisi, yağda kızartmaya kıyasla tat, koku, görünüm ve genel kabul edilebilirlik gibi duyuşal özelliklerde önemli farklılıklar göstermediğini belirtmiştir. Yapılan duyuşal değerlendirmede gevreklik, sertlik, yağlılık ve renk gibi özelliklerde havayla kızartma yönteminin tercih edildiği vurgulanmıştır. Hatta havayla kızartma işlemiyle hazırlanan patates dilimlerinin, geleneksel olarak kızartılmış patatese göre sertlik, gevreklik ve yağlılık gibi özelliklerde üstünlük gösterdiği belirtilmiş, daha iyi sertlik ve yağlılık özellikleri derin yağda kızartma işlemine kıyasla daha düşük yağ alımına bağlanmıştır.

Yapılan bir başka çalışmada havada kızartılmış tatlı patates atıştırmalıklarının duyuşal özellikleri (renk, tat, aroma ve gevreklik) derin yağda kızartılmış olanlarla karşılaştırılmış ve en yüksek puanlar, yüksek kabul edilebilirlik havada kızartılmış tatlı patatesin görünümü (%60), tadı (%60) ve gevrekliği (%55) için elde edilmiştir. Bu sonuç, sıcak havayla kızartma tekniği ile optimum koşullarda kızartılan yiyeceklerin kalitesinin yüksek olduğunun ve tat algısını pozitif etkilediğinin göstergesi olarak kabul edilmiştir (Abd Rahman vd., 2017).

Havada ve derin yağda kızartılmış ürünlerin renginin önemli ölçüde farklı olmadığı, ancak derin yağda kızartılmış ürünlerde yağın görsel varlığı fazlasıyla belirgin olarak algılandığı ifade edilmektedir. Havada ve derin yağda kızartılan numuneler arasındaki bir diğer önemli farkın ise oluşan ürünlerin yapısı olduğu belirtilmektedir. Görsel gözlemlerin, derin yağda kızartılmış örneklerin daha kuru, gevrek ve kalın bir yüzey kabuk yapısına sahip olduğunu göstermektedir. Bu yapının ise bölgede nişastanın jelatinleşmesini engelleyen

yoğun yerel su buharlaşmasına neden olan ürün yüzeyinde hızla ulaşılan yüksek sıcaklıkların bir sonucu olduğu vurgulanmaktadır. Havada kızartılmış ürünlerde ise su çok daha yavaş buharlaşarak yüzey kabuğunun daha ince ve düzensiz olması nedeniyle ağızda hissedilebilir bir fark oluşturduğu ifade edilmektedir (Teruel vd., 2015).

Kızartılmış ürünlerin dokusu, esas olarak tüketiciler tarafından en çok beğenilen parametre olan bir yüzey kabuğunun oluşumu ile karakterize edilmektedir. Bu kabuklu dokunun, hücresel düzeyde ürünün dış katmanlarındaki değişikliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu fizikokimyasal değişiklikler, ürünün kesilmesinden kaynaklanan fiziksel hasarı, hücre içi materyal salınımı ile kaba bir tabakanın oluşumunu, nişasta jlatinizasyonunu, protein denatürasyonunu, suyun buharlaşmasını, genleşmeyi, doku esmerleşmesini ve son olarak yağ girişini içerir (Bouchon, vd., 2001). Araştırmalar havada kızartılmış örneklerin, derin yağda kızartılmış örneklerin aksine, daha fazla genişlediğini ve çekirdek bölgesinde düzenli gözenek dağılımı içerdiğini göstermektedir. Ürünlerin soğutulması sırasında da, havada kızartılmış ürünlerde derin yağda kızartılmış ürünlerde gözlenmeyen kabuk büzülmesi gösterdiği belirlenmiştir. Soğutma sırasında daha yüksek kabuk büzülmesi, derin yağda kızartılmış ürünlerde aynı ölçüde gerçekleşmeyen, havayla kızartılmış ürünlere has bir özellik olarak görülmektedir. Bunun nedeni olarak büyük olasılıkla, havayla kızartılmış ürünlerin soğutulması sırasında kabukta boşluklar oluşturarak çökmesine neden olan buhar yoğunlaşması ile izah edilmiştir. Buna karşılık, derin yağda kızartılmış ürünlerin kabuğunda bulunan yağın kabuk çökmesini en aza indirdiği düşünülmektedir (Teruel vd., 2015).

#### **2.4. Geleneksel Kızartma İle Sıcak Havada Kızartmanın Karşılaştırılması**

Tablo 1 incelendiğinde derin yağda kızartma işlemine kıyasla havada kızartma işlemi sırasında trans yağ asidi oluşumunun çok sınırlı düzeyde kaldığı görülmektedir. Havada kızartma işlemi sırasında trans yağ asidi oluşumunun sınırlı düzeyde kalması işlem sırasında çok az miktarda yağ kullanımı ile ilişkilendirilebilir. Ayrıca derin yağda kızartma sırasında askorbik asit, fenolik madde kaybının daha yüksek olduğu söylenebilir. Tokoferoller açısından ise havada kızartma sırasında daha fazla kayıp söz konusu olduğu görülmektedir. Akrilamid oluşumu bakımından her iki yöntemde de yaklaşık olarak aynı düzeyde olduğu ifade edilebilir. Ancak bazı çalışmalarda havada kızartma işlemi sırasında derin yağda kızartma yöntemine göre daha düşük oranda akrilamid oluştuğu ifade edilmiştir. Heredia vd. (2014) sıcak havada kızartma sırasında renk değerinde düşük düzeyde artış gerçekleştiğini, bu da havada kızartma yönteminin patates kızartmalarındaki akrilamid miktarını önemli ölçüde azaltabileceğinin göstergesi olduğunu bildirmiştir. Bir başka çalışmada havada kızartma işlemi sırasında patates dilimleri için akrilamid oluşumu açısından derin yağda kızartma işlemine kıyasla önemli düzeyde farklılıklar belirlenmiştir. Havada kızartma işlemi sırasında 163.1 ng/g düzeyinde akrilamid oluşurken derin yağda kızartma işlemi sırasında oluşan akrilamid miktarı 1384.79 ng/g olarak tespit edilmiştir. İki pişirme yöntemi arasındaki akrilamid oluşumundaki bu farklılık, yağ içeriği ve oksijen gibi alternatif faktörlerle ilişkilendirilmiştir (Haddarah vd. 2021).

Kızartma işlemi sırasında ürünlerin absorbe ettiği yağ bakımından ise havada kızartılmış ürünlerin çok belirgin bir şekilde düşük olduğu gözlemlenmektedir. Ayrıca havada kızartma işlemi sırasında okside olmuş yağ asidi içeriğinin derin yağda kızartma işlemine göre çok daha düşük düzeyde kaldığı anlaşılmaktadır.

**Tablo 1.** Geleneksel kızartma ile sıcak havada kızartmanın karşılaştırılması (Zaghi vd., 2019).

Analiz	Teknik	Sonuçlar					
		Trans yağ asitleri	Tokoferoller	Toplam askorbik asit	$\beta$ -karoten	Toplam fenolikler	Toplam antioksidan aktivitesi
Lipid bileşimi; bozulma göstergeleri; tokoferoller; toplam askorbik asit; $\beta$ -karoten; antioksidan aktivitesi	Soya yağı ile geleneksel kızartma	0.026g/100g patates	4.60mg/100g	0.88mg/100g	167 $\mu$ m/100g	20.46mg gallik asit/100g	9.06mg gallik asit/100g
	Sıcak hava ile kızartma (Airfrying)	0.004g/100g patates	1.13mg/100g	1.44mg/100g	167.5 $\mu$ m/100g	27.21mg gallik asit/100g	7.27mg gallik asit/100g
Ekipman performansı; örneklerin beslenme kalitesi; akrilamid içeriği	Soya yağı ile geleneksel kızartma		Lipidler	Akrilamid içeriği	Enerji tüketimi		
					Pişirme süresi	Tüketim	
	Sıcak hava ile kızartma (Airfrying)	Deney 1	9.25g/100g	209.5 $\mu$ g/kg	13 dakika	270.4 Wh	
		Deney 2	9.14g/100g	89 $\mu$ g/kg	20 dakika	233.0 Wh	
Patates kızartmasının yağının stabilitesi ve duyuşsal değerlendirmesi	Soya yağı ile geleneksel kızartma	Serbest yağ asitleri	Okside olmuş yağ asitleri	Kullanılan yağ miktarı	Absorbe edilen yağ miktarı		
		Başlangıç değeri = %0,09	Başlangıç değeri = %0,002				
	Sıcak hava ile kızartma (Airfrying)	Kızartma sonrası değeri=%0,22	Kızartma sonrası değeri=%0,11	Her 200 g patates için 2kg	%14,81		
		Başlangıç değeri = %0,09	Başlangıç değeri = %0,002				
Sıcak hava ile kızartma (Airfrying)	Kızartma sonrası değeri=%0,12	Kızartma sonrası değeri=%0,06	30g/kg patates	%0,0025			
Yağ ve nem içeriği, renk, doku, duyuşsal analizler ve kalorimetrisinin değerlendirilmesi.	Sıcak hava ve derin yağda kızartma	Derin yağda kızartma işlemi: Daha yüksek yağ içeriğine sahip ürünler; benzer nem ve renk, daha iyi yüzey kabuğu, daha yüksek nişasta jelatinizasyonu süresi ve hazırlama için daha az zaman					
Kütle transferinin kinetiğinin analizi ve hacimdeki değişiklikler	Sıcak hava ve derin yağda kızartma	-Sıcak havada kızartmada nihai yağ içeriği çok daha düşük -Sıcak havada kızartma için ısı transfer katsayısı daha düşük -Dondurulmuş örnekler, derin kızartmada en yüksek yağ içeriğine sahip					

### 3. SONUÇ

Fast food zincirleri, restoranlar gibi ticari kuruluşlarda ve hatta ev içi kullanım için havada kızartma ekipmanları günümüzde bir yatırım trendi haline gelmiştir. Avantajları arasında bu yöntemle üretilen ürünlerde yağ içeriğinin azalması nedeniyle düşük kalori sağlanması, bitkisel yağlara yapılan harcamaların azalması, çevredeki kirlenmelerin salınımının azaltılması ve enerji tasarrufu sağlanması sayılabilir. Duyusal özellikler açısından önemli düzeyde eksiklik görülmeyen havada kızartılmış ürünlerin akrilamid içeriği ile alakalı birbirinden farklı araştırma sonuçları ile karşılaştırırken kızartılmış ürünlerin uygulanan yüksek sıcaklıklar nedeniyle akrilamid gibi kanserojenik bileşenlerin oluşumuna imkân sağladığı ve bu bileşenlerin sıcaklığın 120oC'nin üzerinde olması durumunda oluşma oranının arttığı unutulmamalıdır. Airfryer cihazının kullanım kolaylığı nedeniyle normalde haşlanarak ya da buharda pişirilmek suretiyle tüketilen birçok et ürünleri ve sebzeler gibi ürünlerin bu yöntem tercih edilerek daha yüksek sıcaklıklarda yağ içeriği az olsa da sonuç olarak kızartılmış ürün haline getirileceği mutlaka dikkate alınmalıdır. Sonuç olarak havada kızartma teknolojisi daha sağlıklı bir kızartma alternatifi olabilir ancak kapsamlı bir şekilde çalışılmamıştır ve gıdaların bileşenleri ve

özellikleri üzerindeki etki mekanizmalarının ve bunun sonucunda insan sağlığı üzerindeki etkilerinin ayrıntılı değerlendirmesine ihtiyaç bulunmaktadır.

## **KAYNAKLAR**

- Abd Rahman, N. A., Abdul Razak, S. Z., Lokmanalhakim, L. A., Taip, F. S., & Mustapa Kamal, S. M. (2017). Response surface optimization for hot air-frying technique and its effects on the quality of sweet potato snack. *Journal of Food Process Engineering*, 40(4), e12507.
- Andrés, A., Argüelles, A., ´Castello, ´ M. L., & Heredia, A. (2013). Mass transfer and volume changes in French fries during air frying. *Food and Bioprocess Technology*, 6, 1917–1924
- Arslan, M., Xiaobo, Z., Shi, J., Rakha, A., Hu, X., Zareef, M., & Basheer, S. (2018). Oil uptake by potato chips or French fries: A review. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 120(10), 1800058.
- Azmi, M.M.Z., Taip, F. S., Mustapa Kamal, S. M., & Chin, N. L. (2019). Effects of temperature and time on the physical characteristics of moist cakes baked in air fryer. *Journal of Food Science and Technology*, 56(10), 4616-4624.
- Bouchon, P., Hollins, P., Pearson, M., Pyle, D. L., & Tobin, M. J. (2001). Oil distribution in fried potatoes monitored by infrared microspectroscopy. *Journal of Food Science*, 66, 918-923.
- Fabre, R., Dalzotto, G., Perlo, F., Bonato, P., Teira, G., & Tisocco, O. (2018). Cooking method effect on Warner-Bratzler shear force of different beef muscles. *Meat Science*, 138, 10 -14.
- Fikry, M., Khalifa, I., Sami, R., Khojah, E., Ismail, K.A., & Dabbour, M. (2021). Optimization of the frying temperature and time for preparation of healthy falafel using air frying technology. *Foods*, 10(11), 2567.
- Ghaitaranpour, A., Koocheki, A., Mohebbi, M., & Ngadi, M. O. (2018). Effect of deep fat and hot air frying on doughnuts physical properties and kinetic of crust formation. *Journal of Cereal Science*, 83, 25-31.
- Giovanelli, G., Torri, L., Sinelli, N., & Buratti, S. (2017). Comparative study of physico-chemical and sensory characteristics of French fries prepared from frozen potatoes using different cooking systems. *European Food Research and Technology*, 243(9), 1619-1631.
- Haddarah, A., Naim, E., Dankar, I., Sepulcre, F., Pujolà, M., & Chkeir, M. (2021). The effect of borage, ginger and fennel extracts on acrylamide formation in French fries in deep and electric air frying. *Food Chemistry*, 350, 129060.
- Heredia, A., Castelló, M. L., Argüelles, A., & Andrés, A. (2014). Evolution of mechanical and optical properties of French fries obtained by hot air-frying. *LWT-Food Science and Technology*, 57(2), 755-760.
- Huang, Y. F., Huang, C. C. J., Lu, C. A., Chen, M. L., Liou, S. H., Chiang, S. Y., & Wu, K. Y. (2018). Feasibility of using urinary N7-(2-carbamoyl-2-hydroxyethyl) Guanine as a biomarker for acrylamide exposed workers. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*, 28(6), 589-598.
- Kou, Y., Li, Q., Liu, X., Zhang, R., & Yu, X. (2018). Efficient detection of edible oils adulterated with used frying oils through PE-film-based FTIR spectroscopy combined with DA and PLS. *Journal of Oleo Science*, 67(9), 1083-1089.
- Lee, S., Park, H. R., Lee, J. Y., Cho, J. H., Song, H. M., Kim, A. H., Lee, W., Chang, S.C., Kim, H.S., & Lee, J. (2018). Learning, memory deficits, and impaired neuronal maturation attributed to acrylamide. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 81(9), 254-265.
- Liu, L., Huang, P., Xie, W., Wang, J., Li, Y., Wang, H., Xu, H., Bai, F., Zhou, X., Gao, R., & Zhao, Y. (2022). Effect of air fryer frying temperature on the quality attributes of sturgeon steak and comparison of its performance with traditional deep fat frying. *Food Science & Nutrition*. 10, 342–353.

- Molina-Garcia, L., Santos, C. S. P., Cunha, S. C., Casal, S., & Fernandes, J. O. (2017). Comparative fingerprint changes of toxic volatiles in low PUFA vegetable oils under deep-frying. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 94(2), 271-284.
- Pedreschi, F. (2012). Frying of potatoes: Physical, chemical, and microstructural changes. *Drying Technology: an International Journal*, 30, 707-725.
- Sani, N. A., Taip, F. S., Kamal, S. M., & Aziz, N. (2014). Effects of temperature and airflow on volume development during baking and its influence on quality of cake. *Journal of Engineering Science and Technology*, 9(3), 303-313.
- Santos, C. S., Cunha, S. C., & Casal, S. (2017). Deep or air frying? A comparative study with different vegetable oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 119(6), 1600375.
- Shaker, M. A. (2014). Air frying a new technique for produce of healthy fried potato strips. *Journal of Food and Nutrition Sciences*, 2(4), 200-206.
- Shaker, M. A. (2015 ). Comparison between traditional deep-fat frying and air-frying for production of healthy fried potato strips. *International Information System for the Agricultural Science and Technology*, 22, 1557-1563.
- Teruel, M. D. R., Gordon, M., Linares, M. B., Garrido, M. D., Ahromrit, A., & Niranjana, K. (2015). A comparative study of the characteristics of french fries produced by deep fat frying and air frying. *Journal of Food Science*, 80(2), E349-E358.
- Tewari, A., Israni, K., & Tolani, M. (2015). Air Fryer using Fuzzy Logic. *International Journal of Computer Applications*, 975, 8887.
- Tian, J., Chen, S., Shi, J., Chen, J., Liu, D., Cai, Y., Ogawa, Y., & Ye, X. (2017). Microstructure and digestibility of potato strips produced by conventional frying and air-frying: An in vitro study. *Food Structure*, 14, 30–35.
- Zaghi, A. N., Barbalho, S. M., Guiguer, E. L., & Otoboni, A. M. (2019). Frying process: From conventional to air frying technology. *Food Reviews International*, 35(8), 763-777.