

Isıl İşlem Uygulamasının Dehidre Patates ve Patates Ununun Fizikokimyasal ve Fonksiyonel Özellikleri Üzerine Etkisi

Burak Alptuğ Nazlım*, Necati Barış Tuncel

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği, ABD

30.11.2017 Geliş/Received, 07.05.2018 Kabul/Accepted

Özet

Bu çalışmada, farklı haşlama süresi ve kurutma sıcaklığının patates ununun fizikokimyasal ve fonksiyonel özelliklerine etkisi incelenmiştir. Haşlama işlemi süresinin artmasına bağlı olarak nem miktarı, kül içeriği ve enzime dirençli nişasta miktarında azalma tespit edilmiştir. Kontrol grubu örneklerin enzime dirençli nişasta içeriği %18-23 arasında değişirken ön işlem uygulanmış örneklerin enzime dirençli nişasta içeriği %3-4 oranına kadar azalmıştır. Haşlama süresinin uzaması su bağlama kapasitesinde artışa neden olmuştur. Bununla birlikte yağ bağlama kapasitesi ne kurutma sıcaklığı ne de haşlama süresi faktörlerinden istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilenmemiştir ($p>0,05$). Rehidrasyon kapasitesi hem kurutma sıcaklığının artması hem de haşlama süresinin uzamasıyla artış göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: enzime dirençli nişasta, fizikokimyasal ve fonksiyonel özellikler, haşlama, kurutma, patates

The Effects of Thermal Pretreatment on Physicochemical and Functional Properties of Dehydrated Potato and Potato Flour

Abstract

In this study, the effects of blanching time (0-5-10 minutes) and drying temperature (65-85-105°C) on physicochemical and functional properties of potato flour were examined. The contents of moisture, ash, and enzyme-resistant starch decreased with prolonged blanching time. Enzyme resistant starch content of the control group varied between 18-23 %, while enzyme-resistant starch content of the pretreated samples decreased down to 3-4 %. Water binding capacity of the potato flours increased with increasing blanching time. However, neither the effect of blanching time nor the effect of drying temperature was significant on the oil binding capacity of the potato flour samples ($p>0,05$). Rehydration capacity increased with increasing drying temperature and prolonging blanching time.

Keywords: blanching, drying, enzyme-resistant starch, physicochemical and functional properties, potato

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author): Burak Alptuğ Nazlım
(e-posta: burakalptugnazlim@gmail.com)

Bu çalışma Burak Alptuğ Nazlım'ın tez konusu kapsamında yazılmıştır.

1. Giriş

Patates (*Solanum tuberosum L.*), beslenme yönü zengin, uzun raf ömrüne sahip olan bir gıda ürünüdür. Patates gelişmiş ülkelerde ortalama günlük enerjinin 130 kcal, gelişmekte olan ülkelerde ise sadece 41 kcal kadarını karşılayan temel bir besin maddesidir (Ezekiel ve ark., 2013). Günlük diyet içerisinde kalorinin %40-75'i karbonhidrat kaynaklarından sağlanmasından dolayı, karbonhidratlar insan beslenmesinde temel enerji kaynağıdır. Patates, nişasta bakımından çok zengin olmasının yanı sıra tekstür geliştirme, kıvam arttırma gibi birçok işlemde önemli rol oynayan ikincil metabolitleri ve küçük molekülleri de yeterli miktarda içermektedir (Friedman, 1977). Patates nişastası, yüksek viskozite sağlayarak iyi bir hamur oluşumu sağladığı için kullanıldıkları gıdaların tekstürünü geliştirmede özel bir alana sahiptir. Patates nişastasının yüksek su ve yağ bağlama gücüne, düşük jelatinizasyon sıcaklığına sahip olması ve jel oluşturma eğiliminin iyi olmasından dolayı emülsifiye ürünlerde, tüketime hazır toz ürünlerde ve ekstrüde ürünlerin üretiminde tercih edilmektedir (Joly ve Anderstein, 2009). Patatese uygulanan kurutma işlemi ise, patates dokusunda fiziksel ve yapısal modifikasyonlara neden olabilmektedir. En yaygın bilinen değişiklik deformasyon ve boyut küçülmesidir. Kurutma işlemi süresince meydana gelen su kaybı ve hücresel bileşenlerin ayrılması, hücre duvarlarında bozulmaya ve hücresel dokuların yıkılmasına neden olur. Bu durum son üründe hacim kaybına neden olur (Troncoso ve Pedreschi, 2009). Patates unu, yeni ürünlerin oluşturulmasında fonksiyonel yeterliliği çok iyi olan bir üründür. Eklendiği ürünlerde kıvam arttırıcı, renk ve lezzet geliştirici gibi özellikler sağladığı için çok yönlü olarak kullanılabilir (Hadziyev ve Steele, 1979; Avula ve ark., 2006; Raj ve ark., 2008). Patates ununun, protein içeriği cassava unu ve yam unundan daha yüksektir. Lif içeriği bakımından ise rafine buğday unu, mısır unu ve pirinç unundan daha zengindir. Patates unu, karbonhidrat ve enerji içeriği yönünden buğday unu, mısır unu ve pirinç unu ile kıyaslanabilir. Patates unu, dilimlenmiş patates halkalarının sıcak hava tüneline kurutulması ve bu işlemi takiben öğütme ve elekten geçirme işlemleri sonucunda üretilebilmektedir (Willard ve Hix, 1987; Avula ve ark., 2006; Bastos-Cardoso ve ark., 2007). Kurutma işlemi ile ürünün nem içeriği azaltılır ve böylece, mikrobiyal gelişim önlenerek raf ömrü uzatılır. Patates ununun fizikokimyasal ve fonksiyonel özellikleri işleme ve üretim metoduna göre farklılık gösterebilmektedir. Haşlama işlemi sırasında çözünür bileşenlerin ayrılması, enzim denatürasyonu, hidroliz, protopektinin çözünmesi ve nişastanın jelatinizasyonu gibi fiziksel ve kimyasal değişiklikler meydana gelir (Tomsula ve ark., 1990; Bourne, 1976; van Marle ve ark., 1997; Olku ve Rha, 1978; Lamberg ve Olsson, 1989). Bu değişiklikler patatesin dahili yapısını ve kurutma sonrası elde edilen son ürünün kalitesini etkiler (Maté, 1999). Ham üründen üretilecek unlarda üretim esnasında renk değişikliğini önlemek için kalsiyum klorit gibi kimyasal çözümler kullanılır (Zhu ve ark., 2010; Ahmed ve ark. 2010a, Lewicki 1998). Patates ununun fizikokimyasal ve fonksiyonel özellikleri patatesin genotipine, uygulanan ön işleme ve kurutma işlemine göre değişebilmektedir (Kamal ve ark., 2002).

Bu çalışmanın temel amacı, farklı pişirme süreleri ve kurutma parametreleri kullanılarak üretilen patates unlarının fizikokimyasal ve fonksiyonel özelliklerini araştırmaktır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Çalışmada kullanılan patatesler yerel bir marketten satın alınmıştır. Çalışma süresince patatesler oda sıcaklığında depolanmıştır.

2.2. Materyalin Hazırlanması ve Ön İşlem

Tüm patatesler yıkanma işlemi sonrası kabuğu soyularak 2 mm kalınlıkta halka dilimler şeklinde dilim makinesi yardımı ile kesilmiştir (Nicer Dicer Plus Doğrayıcı). Bu kesilen halka dilim patatesler iki gruba ayrılmıştır. Birinci grup halka dilim patatesler 100°C'de kaynayan suya atılarak 5 ve 10 dakika olacak şekilde 2 grup halinde haşlanmıştır. Haşlama işleminden sonra 30 saniye süzme işlemi uygulanıp kurutma tavalara yerleştirilen örnekler, 30 dakika oda sıcaklığındaki ön soğutmanın ardından 90 dakika 4°C'de soğutulmuş ve kurutma işlemine alınmıştır. Kontrol grubu olarak seçilen ikinci grup örnekler ise polifenol oksidaz enzimlerinin neden olabileceği renk değişimini önlemek amacıyla %1'lik (w/v) kalsiyum klorür çözeltisi (CaCl₂) içinde 5 dakika tutulmuştur. İşlem sonrası patatesler kalsiyum klorür çözeltisinden (CaCl₂) çıkarılıp 30 saniye süzme işlemi uygulanarak kalsiyum klorür çözeltisinin (CaCl₂) patateslerden uzaklaştırılması sağlanmıştır. Kontrol grubu örnekleri için herhangi bir soğutma işlemi uygulanmaksızın kurutma tavalara dizilerek kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir.

2.3. Patates Ununun Hazırlanması

Kontrol grubu ve haşlama-soğutma işlemi uygulanmış örnekler, 65°C'de 12, 85°C'de 8 ve 105°C'de 4 saat etüvde (ECOCELL-MMM Medcenter Einrichtungen GmbH, İSVİÇRE) kurutulmuş dehidre patates elde edilmiştir. Dehidre patatesler öğütücü (IC-02A, 100g, CHINA YUHONG INDUSTRY LTD.) yardımıyla öğütülmüş ve 150µm'lik elekten elenmiştir. Patates unları ön işlem ve kurutma parametrelerine uygun olarak PVC buzdolabı poşetlerine koyulmuş ve ağızları hava almayacak şekilde kapatılmıştır. Analiz süresine kadar 4°C'de muhafaza edilmiştir.

2.4. Patates Ununun Bazı Temel Bileşen Tayinleri

Patates unlarında nem ve kül tayini yapılmıştır. Nem tayini AACC metot no: 44-15A'ya göre etüvde 130°C'de gerçekleştirilmiştir. (AACC, 2000). Kül tayini AACC metot no: 08-01'e göre kül fırınında gerçekleştirilmiştir. (AACC, 2000).

2.5. Su ve Yağ Bağlama Kapasitesi Tayini

Patates unlarının su ve yağ bağlama kapasiteleri Beuchat (1977)'in yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Sonuçlar, patates ununun gram başına tutulan su/yağ (mL/g) miktarı ölçülerek verilmiştir.

2.6. Rehidrasyon Kapasitesinin Belirlenmesi

Dilim dehidre patateslerden 10'ar gram alınarak beherlere konulmuştur. Üzerine 85°C'de saf su eklenerek su banyosunda (Mommert- Waterbath WNB 22, ALMANYA) 30 dakika tutulmuştur. Ardından beher içindeki saf su dökülmüş ve yeni tartım alınmıştır (Lewicki ve ark., 2002; Durance ve Wang, 2002; Doymaz, 2007).

2.7. Enzime Dirençli Nişasta Tayini

Enzime dirençli nişasta tayini AACC metot no: 32-40.01'e göre yapılmıştır (AACC, 2000).

2.8. İstatiksel Analiz

İstatistiksel analizler MINITAB (Versiyon 17, StatSoft, Inc., Tulsa, OK, ABD) programı kullanılarak iki yönlü varyans analizi (two-way ANOVA) ile yapılmıştır. İstatistiksel olarak önemli bulunan farkların ($p < 0,05$) çoklu karşılaştırılması için Tukey testi kullanılmıştır. Analizler iki tekerrür ve iki paralelli olarak ($n=4$) yapılmıştır. Tüm sonuçlar ortalama \pm standart hata olarak sunulmuştur.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Patates Ununun Bazı Temel Bileşenlerinin Tayini

Patates unlarının nem içeriği değerleri Çizelge 3.1’de sunulmuştur. Nem içeriği üzerine kurutma sıcaklığı ve haşlama süresi faktörleri etkileşimi önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Genel olarak aynı sıcaklıkta kurutulan patates unları arasında haşlama süresi uzun olanlar düşük neme sahip olmuştur. Örneğin, 65 °C’de kurutulan örnekler arasından haşlama süresi 10 dk olan patates unlarının nem içeriği, haşlama süresi daha kısa olan (5 dk) ve haşlanmayan örneklerden daha düşük bulunmuştur ($p < 0,05$). Bu eğilim, 85°C ve 105 °C’lerde kurutulan patates unları için de geçerlidir. Farklı sürelerde haşlama işlemi uygulandıktan sonra elde edilen patates unlarının nem içeriklerinde farklılık görülmesi, haşlama işlemi sırasında ürünün mikroyapısında meydana gelmiş değişikliklere atfedilmiştir. Haşlama işlemi sırasında ürünün mikroyapısında değişiklikler meydana gelmesi, hücre duvarlarının yıkılması ve mikroyapı üzerinde büyük gözeneklerin oluşması kurutma işlemi sırasında daha hızlı nem kaybına neden olur (Aral ve Beşe, 2016). Bu nedenle, haşlama işlemi uygulanmış patates unlarının nem içeriği, haşlama işlemi uygulanmamış patates unlarından daha düşük bulunmuştur. Uzun bir raf ömrü sağlanabilmesi ve mikrobiyal gelişimin minimum seviyede tutulabilmesi için patates unlarının nem içeriğinin %12’nin altında olması gerekmektedir. Kurutma işlemi sırasında uygulanan kurutma sıcaklığına ve süresine bağlı olarak enzimatik ve enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları meydana gelebilmektedir. Patates ununu üretmek için kullanılan dehidre patateslerin, kurutma işlemi sırasında renk ve tekstürel özellikleri gibi fiziksel ve fonksiyonel özelliklerini muhafaza etmek amacıyla örneklerin nem içerikleri %7-10 seviyesine ulaştığında kurutma işlemine son verilmiştir. Bu nedenle daha yüksek kurutma sıcaklığı uygulanan örneklerin fiziksel ve fonksiyonel özelliklerini korumak amacıyla nem içerikleri %7-10 değer aralığına ulaştığında kurutma işlemine son verilmiştir.

Aynı haşlama süresine sahip patates unları arasında ise 5 dk süreyle haşlananlar hariç olmak üzere 85°C’de kurutulan örneklerin nem miktarı daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$). Söz konusu kurutma sıcaklıklarındaki kurutma süreleri farklı olduğundan (65°C’de 12 saat, 85 °C’de 8 saat, 105’de 4 saat) örneklerin nem değerlerindeki dalgalanma olağandır ve farklılıklar random hataya atfedilmiştir.

Patates unlarının kül içeriği değerleri Çizelge 3.2’de sunulmuştur. Kül içeriği üzerine kurutma sıcaklığı ve haşlama süresi faktörleri etkileşimi önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). En fazla kül içeriği kontrol grubunda saptanmıştır. Aynı derecede kurutulmuş örnekler arasında haşlama işlemi uzun olan patates unlarının kül içeriği daha düşük bulunmuştur. Hatta, aynı sıcaklıkta kurutulan patates unlarının kül miktarları haşlama süresi ile doğru orantılı olarak azalmıştır. Haşlama süresi arttıkça kül içeriğinde meydana gelen azalma, çözünebilir minerallerin haşlama işlemi sırasında ayrılmış olmasına atfedilebilir (Jangchud ve ark., 2003). Beş dakika haşlanarak 85°C’de kurutulan örnek hariç tutulduğunda, aynı haşlama süresine sahip örnekler arasında farklı sıcaklıklarda kurutulan patates unlarının kül miktarları arasındaki fark önemli

bulunmamıştır. Dolayısıyla örneklerin kül miktarına esas olarak haşlama süresinin önemli bir etkide bulunduğu; kurutma sıcaklığının büyük bir fark yaratmadığı söylenebilir.

Çizelge 3.1. Patates unlarının nem içeriği (%)

Kurutma Sıcaklığı (°C)	Haşlama süresi (dk)		
	0 (Kontrol)	5	10
65	9,249 ± 0,302Ab	8,733 ± 0,157Aa	7,731 ± 0,090Bb
85	10,894 ± 0,098Aa	8,518 ± 0,242Ba	8,563 ± 0,102Ba
105	9,953 ± 0,065Ab	9,123 ± 0,220Ba	7,836 ± 0,260Cab

*Aynı kurutma sıcaklığına ait farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden istatistiksel olarak farklıdır ($p<0,05$).

**Aynı haşlama süresine ait farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden istatistiksel olarak farklıdır ($p<0,05$).

Çizelge 3.2. Patates unlarının kül içeriği (%)

Kurutma Sıcaklığı (°C)	Haşlama süresi (dk)		
	0 (Kontrol)	5	10
65	3,566 ± 0,142Aa	2,682 ± 0,039Ba	1,750 ± 0,007Ca
85	3,517 ± 0,093Aa	2,188 ± 0,198Bb	1,628 ± 0,053Ca
105	3,299 ± 0,054Aa	2,725 ± 0,131Ba	2,040 ± 0,082Ca

*Aynı kurutma sıcaklığına ait farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden istatistiksel olarak farklıdır ($p<0,05$).

**Aynı haşlama süresine ait farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden istatistiksel olarak farklıdır ($p<0,05$).

3.2. Su ve Yağ Bağlama Kapasitesi

Patates unlarının su bağlama kapasitesi değerleri Çizelge 3.3’de sunulmuştur. Su bağlama kapasitesi üzerine sadece haşlama süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). En düşük su bağlama kapasitesi kontrol grubunda (3,100 mL/g) ve en yüksek su bağlama kapasitesi ise 5 dk haşlama işlemi uygulanmış patates unlarında (5,983 mL/g) gözlemlenmiştir. Haşlama işlemi süresindeki artış su bağlama kapasitesini artırıcı yönde etki yapmasına rağmen 10 dakika haşlama işlemi uygulanmış patates unları, 5 dk haşlama işlemi uygulanmış patates unlarına kıyasla daha az su bağlama kapasitesi göstermiştir (4,933 mL/g). Su bağlama kapasiteleri arasındaki farklılıklar, nişasta zincirleri arasındaki hidrojen ve kovalent bağları oluşturan hidroksil grupları arasındaki ilişki farklılığına atfedilmiştir (Ahmed ve ark., 2010). Su bağlama kapasitesindeki artış nişastanın kristalin yapısının kaybı ile ilişkilendirilmektedir (Gunarathe ve Hoover, 2002). Yüksek su bağlama kapasitesi, nişasta granüllerindeki fosfat ester gruplarının negatif yüklenmesinden dolayı kaynaklanan zayıf dahili organizasyondan ve yüksek viskozite örüntüsünden kaynaklanmaktadır (Singh et al., 2003).

Patates unlarının yağ bağlama kapasitesi değerleri Çizelge 3.4’te gösterilmiştir. Yağ bağlama kapasitesi, unun emülsiyon özelliklerini yansıttığı için endüstriyel açıdan önemli yere sahiptir (Maninder ve ark., 2007). Ne farklı sıcaklık derecelerinde kurutma işlemi uygulaması ne de farklı sürelerde haşlama işlemi uygulaması patates ununun yağ bağlama kapasitesinde istatistiksel olarak önemli bir değişiklik yapmamıştır ($p>0,05$).

Çizelge 3.3. Patates unlarının su bağlama kapasitesi (mL/g)

Kurutma Sıcaklığı (°C)	Haşlama süresi (dk)		
	0 (Kontrol)	5	10
65	3,250±0,250	6,250±0,250	4,600±0,200
85	2,300±0,300	6,000 ±0,400	5,100±0,100
105	3,750±0,650	5,700±0,500	5,100±0,100

Çizelge 3.4. Patates ununun yağ bağlama kapasitesi (mL/g)

Kurutma Sıcaklığı (°C)	Haşlama süresi (dk)		
	0 (Kontrol)	5	10
65	2,400±0,400	2,000±0,500	1,250±0,050
85	1,400±0,200	2,000±0,600	1,500±0,100
105	1,800±0,800	2,300±0,300	1,230±0,030

3.3. Rehidrasyon Kapasitenin Belirlenmesi

Patates unlarının rehidrasyon kapasitesi değerleri Çizelge 3.5’de sunulmuştur. Rehidrasyon kapasitesi üzerine kurutma sıcaklığı ve haşlama süresi faktörlerinin etkileri istatistiksel olarak bireysel düzeyde önemli bulunmuş ($p<0,05$) söz konusu bu iki faktör etkileşimi ise önemli bulunmamıştır ($p>0,05$).

Çizelge 3.5. Patates unlarının rehidrasyon kapasitesi (%)

Kurutma Sıcaklığı (°C)	Haşlama süresi (dk)		
	0 (Kontrol)	5	10
65	165,14±2,83	188,52±6,84	216,5±11,20
85	156,59±7,94	209,44±1,77	218,71±1,00
105	168,32±6,94	227,26±7,65	224,49±0,05

Çizelge 3.6. Rehidrasyon kapasitesi üzerine kurutma sıcaklığının etkisi

Kurutma sıcaklığı (°C)	Rehidrasyon kapasitesi (%)
65	190,04 ± 10,00 B
85	194,90 ± 12,40 B
105	206,70 ± 10,41 A

*Farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

Kurutma sıcaklığının rehidrasyon kapasitesine olan etkisi bireysel olarak değerlendirildiğinde, kurutma sıcaklığı arttıkça rehidrasyon kapasitesinin de artma eğiliminde olduğu gözlenmiştir (Çizelge 3.6.). En yüksek rehidrasyon kapasitesi 105°C’de kurutulan patates unlarında gözlenmiştir ($p<0,05$).

Çizelge 3.7. Rehidrasyon kapasitesi üzerine haşlama süresinin etkisi

Haşlama süresi (dk)	Rehidrasyon kapasitesi (%)
0	163,35 ± 3,59 B
5	208,41 ± 7,58 A
10	219,89 ± 3,26 A

*Farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

Haşlama süresinin rehidrasyon kapasitesine olan etkisi bireysel olarak değerlendirildiğinde, haşlama süresi arttıkça rehidrasyon kapasitesinin artma eğiliminde olduğu gözlenmiştir (Çizelge 3.7.). En düşük rehidrasyon kapasitesine sahip patates unları hiç haşlanmamış kontrol grubu olmuştur ($p<0,05$). Haşlama işlemi uygulanan patates unlarının kontrol grubundan daha yüksek rehidrasyon kapasitesi göstermesi, patates unlarının mikroyapısı ile ilişkilendirilebilir ve haşlama işlemi boyunca örneklerin mikroyapılarında büyük gözenekler oluşmuş olabi-

lır. Rehidrasyon kapasitesi, dehidre ürünün gözenekliliğine ve yoğunluğuna göre değişebilmektedir. Dehidre edilmiş örnek ne kadar büyük gözenek içerirse rehidrasyon sırasında o kadar fazla suyun dokularına nüfuz etmesine izin verir (Aral ve Beşe, 2016).

3.4. Enzime Dirençli Nişasta Tayini

Patates unlarının enzime dirençli nişasta içeriği değerleri Çizelge 3.8’de sunulmuştur. Enzime dirençli nişasta miktarı üzerine sadece haşlama süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş ($p<0,05$), kurutma sıcaklığının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). Haşlama süresinin bireysel etkisi Çizelge 3.9.’da gösterilmiştir. En yüksek enzime dirençli nişasta içeriği kontrol grubunda gözlenmiştir. ($p>0,05$). Kontrol grubunun enzime dirençli nişasta içeriği %18-23 arasında ve haşlama işlemi uygulanmış patates unlarının enzime dirençli nişasta içeriği %3-4 arasında değişmektedir. Trancoso-Reyes ve ark. (2016) mikrodalga ve buhar ön işlemi uygulayıp ürettikleri patates unlarının enzime dirençli nişasta içeriklerini %3,13-3,38 arasında bulmuşlardır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, anılan sonuçlar ile paralellik göstermektedir. Enzime dirençli nişasta 4 farklı gruptan oluşur. Bunlardan Tip2 enzime dirençli nişasta grubu muz ve patates gibi gıdaların ham nişastasında bulunur ve jelatinize olmamış nişastadır. Tip3 enzime dirençli nişasta grubu genelde nişasta granüllerinin retrogradasyonu sırasında oluşur (Wepner ve ark., 1999). Bazen Tip3 enzime dirençli nişasta, pişirildikten sonra düşük sıcaklıkta veya oda sıcaklığında bekletilen gıdalarda oluşabilir (Hernández ve ark., 2008). Gıda işlenmesi sırasında Tip 1 ve Tip2 enzime dirençli nişasta yıkıma uğrar. Bunun sonucunda Tip3 enzime dirençli nişasta oluşabilir (Faraj ve ark., 2004). Kontrol grubunda enzime dirençli nişasta içeriğinin daha fazla ve haşlama işlemi uygulanmış patates unlarında daha düşük olması bununla ilişkilendirilebilir.

Çizelge 3.8 Patates unlarının enzime dirençli nişasta içeriği (%)

Kurutma Sıcaklığı (°C)	Haşlama süresi (dk)		
	0 (Kontrol)	5	10
65	23,690±2,330	3,559±0,368	3,662±0,215
85	23,110±1,690	3,744±0,294	3,659±0,074
105	18,053±0,648	3,612±0,599	4,435±0,290

Çizelge 3.9. Enzime dirençli nişasta üzerine haşlama süresinin etkisi

Haşlama süresi (dk)	Enzime dirençli nişasta miktarı (%)
0	21,62 ± 1,36 A
5	3,63 ± 0,20 B
10	3,91 ± 0,18 B

*Farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

4. Sonuç

Bu çalışmada, farklı sürelerde uygulanan haşlama işlemi ve farklı sıcaklık derecelerinde uygulanan kurutma işleminin dehidre patates ve patates ununun fizikokimyasal ve fonksiyonel özelliklerine olan etkisi incelenmiştir. Sadece yağ bağlama kapasitesi anılan işlem faktörlerinden istatistiksel olarak etkilenmemiştir ($p>0,05$). Özellikle haşlama süresi incelenen tüm parametreler üzerinde (yağ bağlama kapasitesi hariç) etkili olmuştur. Kurutma sıcaklığındaki artış ise rehidrasyon kapasitesini artmasını sağlamıştır ($p<0,05$). Kurutma işlemi öncesi uygulanan haşlama işleminin, su bağlama ve rehidrasyon kapasitesini artırması ve son üründe daha düşük nem içeriği sağlayabilmesinden dolayı, endüstriyel açıdan fonksiyonel özellikleri daha üstün ürün üretiminde kullanılabilir bir yöntem olarak düşünülebilir.

Kaynakça

- AACC, 2000 American Association of Cereal Chemist Approved Methods of American Association of Cereal Chemists, (10th ed.). Minnesota, USA.
- Ahmed M., Akter M.S., Lee J.C., Eun J.B., 2010a. Effect of Pretreatment and Drying Temperatures on Sweet Potato Flour. *International Journal of Food Science and Technology* 45: 726-732
- Ahmed M., Akter M.S., Lee J.C., Eun J.B., 2010b. Encapsulation by Spray Drying of Bioactive Components, Physicochemical and Morphological Properties From Purple Sweet Potato. *LWT Food Science and Technology* 43: 1307-1312.
- Ahmed M., Akter Mst.S., Eun J.B., 2010. Peeling, Drying Temperatures, and Sulphite-Treatment Affect Physicochemical Properties and Nutritional Quality of Sweet Potato. *Food Chemistry* 121: 112-118
- Aral S., Beşe A.V., 2016. Convective Drying of Hawthorn Fruit (*Crataegus* spp.): Effect of Experimental Parameters on Drying Kinetics, Color, Shrinkage, and Rehydration Capacity. *Food Chemistry* 210: 577-584
- Avula R. Y., Singh R. K., 2009. Functional Properties of Potato Flour and its Role in Product Development. *Food 3* (Special Issue 2): 105-112
- Avula R.Y., Guha M., Tharanathan R.N., Ramteke R.S., 2006. Influence of Drying Conditions on Functional Properties of Potato Flour. *European Food Research Technology* 223: 553-560
- Bastos-Cardoso I., Zazueta-Morales J.D.J., Martinez-Bustos F., Kil-Chang Y., 2007. Development and Characterization of Extruded Pellets Expanded by Microwave Heating. *Cereal Chemistry* 84: 137-144
- Beuchat L. R., 1977. Functional and Electrophoretic Characteristics of Succinylated Peanut Flour Protein. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 25 (2): 258-261
- Bourne M.C., 1976. Texture of Fruits and Vegetables. In: de Man J.M., Voisey P.W., Rasper V.F., Stanley D.W. (eds) *Rheology and Texture in Food Quality*. Avi Publishing, Westport, Conn, pp 275-307
- Doymaz I., 2007. Air-Drying Characteristics of Tomatoes. *Journal of Food Engineering* 78:

1291-1297

- Durance T.D., Wang J.H., 2002. Energy Consumption, Density and Rehydration Rate of Vacuum Microwave-and How-Air Convection-Dehydration Tomatoes. *Journal of Food Science* 67 (6): 2112-2116
- Ek K. L., Brand-Miller, J., Copeland, L., 2012. Glycemic Effect of Potatoes. *Food Chemistry* 133(4): 1230-1240
- Ezekiel R., Singh Narpinder, Sharma S., Kaur A., 2013. Beneficial Phytochemicals in Potato. *Food Research International* 50: 487-496
- Faraj A., Vasanthan T., & Hoover R., 2004. The Effect of Extrusion Cooking on Resistant Starch Formation in Waxy and Regular Barley Flours. *Food Research International* 37: 517-525
- Freidman M., 1977. Chemistry, Biochemistry, and Dietary Role of Potato Polyphenols. A review. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 45: 1523-1540
- Gunaratne A., Hoover R., 2002. Effect of Heat-Moisture Treatment on the Structure and Physicochemical Properties of Tuber and Root Starches. *Carbohydrate Polymers* 49: 425-437
- Hadziyev D., Steele L., 1979. Dehydrated Mashed Potatoes – Chemical and Bio-Chemical Aspects. *Advances in Food Research* 25: 55-136
- Hernández O., Emaldi U., Tovar J., 2008. In Vitro Digestibility of Edible Films From Various Starch Sources. *Carbohydrate Polymers* 71: 648-655
- Jangchud K., Phimolsiripol K., Haruthaithanasan V., 2003. Physicochemical Properties of Sweet Potato Flour and Starch as Affected by Blanching and Processing. *Starch* 55: 258-264
- Joly G., Anderstein B., 2009. *Starches. Ingredients in Meat Products: Properties, Functionality and Applications.* Springer Science + Business Media, LLC.
- Kamal J., Kumar D., Ezekiel R., 2002. Physico-Chemical Properties of Potato Flour Prepared from Boiled and Raw Potatoes. In *Potato: Global Research and Development- Proceedings of The Global Conference on Potato, New Delhi* (pp. 1181-1183). Shimla, India: Indian Potato Association

- Karaman M., 2016. Ultrases Uygulamasının Bazı Bakliyat Çeşitlerinde Nişasta Üretimine ve Yapısına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, TÜRKİYE
- Lamberg I., Olsson H., 1989. *Int J Food Sci Technol* 24: 487-494
- Larder C.E., Abergal M., Kubow S., Donnelly D.J., 2018. Freeze-Drying Affects The Starch Digestibility of Cooked Potato Tubers. *Food Research International* 103: 208-214
- Lewicki P., 1998. Effect of Pre-Drying Treatment, Drying and Rehydration on Plant Tissue Properties: a review. *International Journal of Food Properties* 1: 1-22
- Lewicki P.P., Le H.V., Pomaranska-Lazuka W., 2002. Effect of Pre-Treatment on Convective Drying of Tomatoes. *Journal of Food Engineering* 54: 141-146
- Maninder K., Sandhu K.S., & Singh N., 2007. Comparative Study of the Functional Thermal and Pasting Properties of Flours From Different Field Pea (*Pisum sativum* L.) and Pigeon Pia (*Cajanus cajan* L.) Cultivars. *Food Chemistry* 104: 259-267
- Maté J.I., Zwietering M., Riet K.van't., 1999. The Effect of Blanching on The Mechanical and Rehydration Properties of Dried Potato Slices. *Eur Food Res Technol* 209: 343-347
- Nayak B., Berrios J.D., Tang J., 2014. Impact of Food Processing on The Glycemic Index (GI) of Potato Products. *Food Research International* 56(8): 35-46
- Ndangui C.B., Petit Jeremy, Gaiani Claire, Nzikou J.B., Scher J., 2014. Impact of Thermal and Chemical Pretreatments on Physicochemical, Rheological, and Functional Properties of Sweet Potato (*Ipomea batatas* Lan) Flour. *Food Bioprocess Technol* 7: 3618-3628
- Olkku J., and Rha C., 1978. Gelatinization of Starch and Wheat Flour Starch. – Review. *Food Chem* 3: 293-317
- Piecyk M., Druzynska B., Worobiej E., Ligeza E.O., 2013. Effect of Hydrothermal Treatment of Runner Bean (*Phaseolus coccineus*) Seeds and Starch Isolation on starch Digestibility. *Food Research International* 50: 428-437
- Raj D., Lal B.B., Sharma P.C., Vaidya D., 2008. Development of Ready to Use Instant Custard Powder From Unmarketable Potatoes. *Journal of Food Science and Technology* 45: 361-363

- Singh J., Singh N., Sharma T.R., Saxena S.K., 2003. Physicochemical, Rheological and Cookie Making Properties of Corn and Potato Flours. *Food Chemistry* 83: 387-393
- Sjöö M., Nilsson L., 2018. Starch in Food (Second Edition) – Structure, Function and Applications, In: Semeijn C., Buwalda P.L. *Potato Starch. A Volume in Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition* 353-372 (Chapter 9)
- Tomasula P.M., Kozempel M.F., Craig J.C.Jr., 1990. *Biotechnol Prog* 6: 249-254
- Trancoso-Reyes N., Ochoa Martínez L.A., Bello-Pérez L.A., Morales-Castro J., Estévez-Santiago R., Olmedilla-Alonso B., 2016. Effect of Pre-Treatment on Physicochemical and Structural Properties, and The Bioaccessibility of β -carotene in Sweet Potato Flour. *Food Chemistry* 200: 199-205
- Troncoso E., Pedreschi F., 2009. Modelling Water Loss and Oil Uptake During Vacuum Frying of Pre-Treated Potato Slices. *LWT-Food Science and Technology* 42: 1164-1173
- van Marle J.T., van de Vuurst de Vries R., Wilkinson E.C., Yuksel D., 1997. *Potato Res* 40: 79-90
- Wepner B., Berghofer E., Miesenberger E., Tiefenbacher K., 1999. Citrate Starch: Application as Resistant Starch in Different Food Systems. *Starch/Stärke* 51(10): 354-361
- Willard M.J., Hix V.M., 1987. Potato Processing. In: Talburt WF, Smith O (Eds) *Potato Flour* (4th Edn), Avi Publishing Company, CN, USA, pp 665-681
- Yadav A.R., Guha M., Tharanathan R.N., Ramteke R.S., 2006. Changes in Characteristic of Sweet Potato Flour Prepared by Different Drying Techniques. *LWT* 39: 20-26
- Zhu Y., Pan Z., Mchugh T.H., Barret D.M., 2010. Processing and Quality Characteristics of Apple Slices Processed Under Simultaneous Infrared Dry-Blanching and Dehydration with Intermittent Heating. *Journal of Food Engineering* 97: 8-16