

PAPER DETAILS

TITLE: Farkli Kurutma Ön İşlemleri ve Yöntemlerinin Pirasanin (*Allium Porrum* L.) Fizikokimyasal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi

AUTHORS: Hasret ALTUNKANAT,Murat TASAN

PAGES: 45-57

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2525285>

FARKLI KURUTMA ÖN İŞLEMLERİ VE YÖNTEMLERİNİN PIRASANIN (*Allium Porrum* L.) FİZİKOKİMYASAL VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Hasret ALTUNKANAT¹, Murat TAŞAN^{2*}

¹Gıda Yük. Müh., Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yalova; ORCID: 0000-0003-3742-7342

²Prof. Dr., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Müh. Anabilim Dalı, Tekirdağ; ORCID: 0000-0003-1490-7626
Gönderilme Tarihi: 04.07.2022 Kabul Tarihi: 27.01.2023

ÖZ

Bu çalışmada, suda ve tuzlu suda haşlama ön işlemleri uygulanan taze pırasalar (*Allium porrum* L.) tepsili ve mikrodalga kurutucu yöntemleri ile kurutulularak farklı kurutma ön işlemleri ve yöntemlerinin nem, aw, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, askorbik asit, pH, titre edilebilir toplam asitlik, rehidrasyon değerlerine ve duyuşal özellikler üzerine etkileri incelenmiş olup, hızlandırılmış raf ömrü sürecinde değişimler izlenmiştir. Tepsili kurutucuda 60°C sıcaklıkta kurutma gerçekleştirilirken, mikrodalga kurutucuda ilk 70 dakika için 3200 W, daha sonra belirli zaman aralıkları ile 4000, 4480 ve 5040 W olmak üzere güç seviyeleri kademeli olarak arttırılmıştır. Kurutma işlemleri sonucunda en hızlı kuruyan grup tepsili kurutucuda kontrol grubu olurken, mikrodalga kurutmada ise tuzlu suda haşlama grubu olmuştur. Toplam fenolik madde ve askorbik asit miktarı her iki kurutma yönteminde de kontrol gruplarında en yüksek miktarda tespit edilmiştir. Rehidrasyon özelliği en iyi olan gruplar ön işlem uygulanarak kurutulmuş gruplar olmuştur. Duyusal analizde renk özelliğinde en yüksek puanı alan grup tepsili kurutucuda kurutulan kontrol grubu olurken, gevreklik özelliğinde en yüksek puanlı grup genel olarak ön işlemleri gruplar olmuştur. Bu çalışmada elde edilen verilere göre, taze pırasaların kurutulmasında tepsili kurutma ve mikrodalga kurutma yöntemleri tek başına her açıdan kalite değeri yüksek son ürün elde etme imkânı vermemiş olup, istenilen son ürünün özelliğine göre kurutma metodu ve ön işlem seçilmesinin daha uygun olduğu belirlenmiştir. Mikrodalga kurutucu yönteminde ön denemelerle kurutma hızının yavaşladığı noktaların belirlenerek mikrodalga güç seviyelerinin belirlenen zaman aralıklarında kademeli olarak arttırılması etkin işlem sağlamaktadır. Taze pırasaların kurutulması işlemlerinde mikrodalga kurutucu yönteminin diğer kurutma yöntemleri ile kombine edilerek uygulanması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Pırasa (*Allium porrum* L.), mikrodalga kurutma, tepsili kurutma, fenolik, DPPH

EFFECTS OF DIFFERENT DRYING PRETREATMENTS AND METHODS ON PHYSICOCHEMICAL AND SENSORY PROPERTIES OF LEEK (*Allium porrum* L.)

ABSTRACT

In this study, fresh leeks (*Allium porrum* L.) which were pre-boiled in water and salted water were dried with tray and microwave drying methods and different drying pre-treatments and methods were determined as moisture, aw, total phenolic substance, antioxidant activity, ascorbic acid, pH, titratable the effects on total acidity, rehydration values and sensory properties were investigated, and changes were observed during the accelerated shelf life. While drying was carried out at 60°C in the tray dryer, the power levels were gradually increased to 3200 W for the first 70 minutes and then to 4000, 4480 and 5040 W at certain time intervals in the microwave dryer. As a result of the drying processes, the fastest drying group was the control group in the tray dryer, while the boiling group in salt water in microwave drying. The total amount of phenolic substance and ascorbic acid was determined in the highest amount in the control groups in both drying methods. The groups with the best rehydration properties were those that were dried by pretreatment. In the sensory analysis, the group with the highest score in color feature was the control group dried in the tray dryer, while the group with the highest score in the crispness feature was generally the pre-treated groups. According to the data obtained in this study, tray drying and microwave drying methods alone did not provide the opportunity to obtain a high-quality end product in the drying of fresh leeks, and it was determined that it was more appropriate to choose the drying method and pre-treatment according to the desired end product. In the microwave dryer method, by determining the points where the drying speed slows down with preliminary trials, increasing the microwave power levels gradually at the specified time intervals provides an effective process. It is recommended to apply the microwave drying method in combination with other drying methods in the drying processes of fresh leeks.

Keywords: Leek (*Allium porrum* L.), microwave drying, tray drying, fenolic, DPPH

*Sorumlu yazar / Corresponding author: mtasan@nku.edu.tr

GİRİŞ

Pırasa (*Allium porrum* L.), soğan (*Allium cepa*) ve sarımsak (*Allium sativum*) gibi *Allium* cinsine ait *Alliaceae* familyasına ait bitkilerden olup, ülkemizde geniş alanlarda ve önemli miktarlarda yetiştirilmektedir. [1]. *Allium* cinsinin sekiz yüzden fazla türü bulunmaktadır. *Allium* türleri eski dönemlerden beri hem mutfaklarda hem de tıbbi uygulamalarda kullanılmaktadır. *Allium* cinsine ait sebzelerin kanser de dâhil olmak üzere birçok çeşitli hastalıklara olumlu etki gösterdiği yapılan çeşitli bilimsel çalışmalarla ispatlanmıştır. Bilhassa anti-karsinojen etkisi, içerdiği organosülfür bileşiklerin ve antioksidan aktivitesi yüksek diğer biyofenollerin varlığı ile ilişkilidir [2, 3, 4]. Ayrıca *Allium* türleri kardiyovasküler hastalıkların riskini azaltmaya yardımcı olmakla birlikte antioksidan, antiviral, antidiyabetik, antimutajenik, anti-enflamatuvar, immünojenik ve prebiyotik özellikleri çok iyi bilinmektedir [5].

Alliaceae familyasının *Allium* cinsine ait pırasa (*Allium porrum* L.) yılın her mevsiminde yetiştirilebilen ve tohum almak amacıyla üretildiğinde iki yıllık otsu bir bitkidir. Birinci yılında tükettiğimiz vejetatif yalancı gövde meydana getirmektedir. İkinci yılında generatif devreye geçer ve üzerinde top şeklinde çiçek bulunduran bir tek çiçek sapı oluşturarak tohum vermektedir [6, 7]. Pırasanın zengin bir sekonder metabolit kaynağı olduğu, tüketilmelerinin sağlığa faydalı olduğu çeşitli bilimsel çalışmalarla kanıtlanmıştır [8]. Sağlık üzerine olumlu etkilerinin diğer *Allium* sebzeleri gibi içerdikleri organoleptik parametrelerinden sorumlu organosülfür bileşiklerin ve flavonol glikozitleri içeren polifenolikler gibi bileşik sınıflarının varlığı olduğu öne sürülmektedir. İlave olarak pırasa önemli miktarlarda lutein, β -karoten, E ve C vitaminlerini, B grubu vitaminlerini içerdiği iyi bilinmektedir. Pırasanın antioksidan kapasitesinin içeriğindeki askorbik asit ve toplam fenolik maddelerden geldiği belirlenmiştir [9]. Taze pırasa (100 g üründe); 5-11.2 g karbonhidrat, 1.6-2.2 g protein, 0.1-0.4 g yağ, 1-3.2 g diyet lif ile 248-347 mg K, 48-75 mg Ca, 10-11 mg Mg, 5-9 mg Na, 0.06-0.3 mg Cu gibi çeşitli elementleri içermektedir [10].

Pırasanın (*Allium porrum* L.) anavatanı Orta ve Doğu Akdeniz Bölgesidir [11]. Serin hava koşullarını seven bir sebze çeşididir ve yüksek sıcaklıklardan olumsuz etkilenmektedir. Ülkemizde de özellikle karasal iklim koşullarına sahip bölgeler başta olmak üzere hemen her bölgede yetiştirilmektedir [12]. Ülkemiz dünyada pırasa üretiminde ilk sıralarda yer almaktadır. Dünyadaki pırasa üretiminde Endonezya ilk sırada gelmektedir. Türkiye ikinci sırada yer

almakta olup 2021 yılında pırasa üretimi 213.192 tondur [13].

Pırasa diğer sebzeler gibi çabuk bozulabilir nitelikte olduğundan, hasat edildikten sonra hemen ya taze olarak tüketilmeli ya da kurutma, dondurma gibi yöntemler ile muhafaza edilmelidir [14]. Tarım ürünleri yılın belli zamanlarında hasat edilebilmesi ve özellikle meyve ile sebzelerin çabuk bozulabilir yapıda olmalarından dolayı gıdaları muhafaza etme bir ihtiyaç haline gelmiştir. Bilinen en eski gıda muhafaza yöntemi ise gıdadaki suyun uzaklaştırılması işlemine dayanan kurutarak muhafaza etme yöntemidir. Gıdaların kurutularak muhafaza etmenin paketlenme, taşınma, nakliye ve muhafaza etme aşamalarında diğer yöntemlere kıyasla avantajları bulunmaktadır [15, 16, 17]. Kurutma işlemi geçmişte sadece güneşte kurutma şeklinde yapılırken teknolojinin gelişmesiyle birlikte ve geleneksel yöntem olan güneşte kurutmanın hijyenik olmaması, uzun sürede gerçekleşmesi gibi dezavantajlarından dolayı yeni yöntemler kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde artık tepsili kurutucular, tünel kurutucular, sprey kurutucular, vakumlu kurutucular, dondurmali kurutucular, infrared kurutucular, mikrodalga kurutucular gibi gıdanın yapısına ve istenilen özelliklere göre çeşitli kurutucular kurutma amacı ile kullanılmaktadır [18, 19, 20]. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte kurutma sektöründe kullanılan mikrodalga kurutucuların daha kısa sürede ve daha ekonomik olarak gıdayı kurutma gibi avantajları vardır. Kurutma işleminde seçilecek uygulama gücü ve süresine göre ürünün kalitesinde iyileştirme sağlanabilir. Fakat yatırım maliyetinin yüksek olması gibi dezavantajından dolayı sektördeki kullanımı yavaş gelişme göstermektedir [21].

Maskan [22], farklı kalınlıktaki muz dilimlerini sıcak hava ve mikrodalga kombinasyonlu sıcak hava ile kurutmuştur. Mikrodalga ile kombine ederek gerçekleştirdiği kurutma işlemi, kurutma süresini sadece sıcak hava kullanarak kurutmaya göre %64.3 oranında azaltmıştır. Atıcı [23], erik pulpuna mısır nişastası ve kristal şeker katarak pişirmiş ve ev tipi mikrodalga ile sıcak havalı etüv kullanarak kurutmuştur. Etüv ile yapılan kurutma işlemi 420 dakika sürerken, mikrodalgada yapılan kurutma işlemi 165 dakika sürmüştür. Yoğurtçu [24], çalışmasında 8 mm kalınlığındaki limon dilimlerini mikrodalga kurutucuda farklı güç seviyelerinde kurutmuş, güç seviyelerindeki artışın kuruma hızında artışa sebep olduğunu ortaya koymuştur. Yılmaz [25], tepsili ve mikrodalga kurutucuyu kombin halde kullanarak brokoli kurutmuştur. Mikrodalga gücünün artması ile hem kuruma hızında artış olduğu hem de en yüksek fenolik madde içeriği tespit edilmiştir. Özsoy [26], farklı kalınlıktaki elma dilimlerini

kuruttuğu bir çalışmada, laboratuvar tipi bantlı mikrodalga kullanarak farklı güç seviyeleri ve bant hızları ile kurutma yapmıştır.

Bu çalışmada, ülkemizde üretim miktarı yüksek olan pırasa sebzesinin hem geleneksel yöntem olan tepsili kurutucu ile hem de teknolojinin daha da gelişmesiyle birlikte kurutma sektöründe kullanımı giderek yaygınlaşan mikrodalga kurutucu ile kurutma işlemleri gerçekleştirilerek, farklı kurutma yöntemleri ve ön işlemlerinin elde edilen son ürünlerin kuruma sürelerine, bazı fizikokimyasal ve duyuşsal özelliklerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışmada kullanılan pırasalar İnegöl-92 çeşidi olup, Yalova Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü bahçesinden 2019 yılı Mart ayında toplanmıştır. Kurutma çalışmaları yapıları kadar her grup +4°C'de muhafaza edilmiştir. İnegöl-92 çeşidi pırasa (*Allium porrum* L.) teksel seleksiyon yolu ile ıslah edilmiş olup, soğuga dayanıklı bir pırasa çeşididir. Taze tüketilmeye, kurutmaya ve dondurulmaya uygunluk göstermektedir. Pırasanın beyaz kısmı 9-10 cm uzunluğunda ve çapı 3-3.5 cm'dir.

Metot

Ön işlemler ve kurutma işlemleri

Çalışmada taze pırasaların dilimlenme boyutları önceki çalışmalar dikkate alınarak ve ön denemeler de yapılarak belirlenmiştir. Kurutma süresi ile ürün boyutu arasındaki ilişkiye bakıldığında dilim küçüldükçe kuruma hızının arttığı ve kuruma süresinin azaldığı görülmüştür. Çalışmada gerçekleştirilen ön denemeler sonucunda taze pırasalar 1 cm kalınlıkta dilimlenmiştir.

Çalışmada taze pırasaların dilimlenmesi sonrası iki farklı haşlama ön işlemi uygulanmıştır. Haşlama ön işlemi sıcaklık ve süresi daha önceki çalışmalar ve ön denemeler yapılarak peroksidad testi ile kontrol edilerek belirlenmiş ve gerçekleştirilmiştir. Buna göre, birinci grup dilimlenmiş taze pırasalar 4 lt su içinde 100±1°C'de ve 90 sn. süre ile haşlanmıştır. İkinci grup dilimlenmiş taze pırasalar ise 100±1°C'de ve %3 NaCl çözeltisinde (4 lt su + 120 g tuz) 90 sn. süre ile haşlanmıştır. Her haşlama işleminde 600 g örnek tartılmış ve her kurutma grubu için haşlama işlemi 4 kere tekrarlanmıştır. Her kurutma grubu için toplam 2400 g taze pırasa kullanılmıştır. Haşlama

sonrası soğuk suya 2-3 dakika süre ile daldırılmış ve fazla yüzey suları filtre kağıtlara dizilerek alınmıştır. Herhangi bir ön işlem uygulanmayan dilimlenmiş taze pırasalar kontrol grubu olmuştur.

Kurutma işlemi iki farklı metotla gerçekleştirilmiştir. Bunlardan birisi tepsili kurutucudur. Tepsili kurutucu olarak Eksis marka laboratuvar tipi kurutucu kullanılmıştır. 60°C sıcaklıkta 2 m/s hava akım hızı ve %10 bağıl nem ile çalıştırılarak kurutulmuştur. Tepsilerin devri 3 devir/dk. olarak kullanılmıştır. Her bir tepside 600 g olmak üzere toplam 2400 g taze pırasa 4 tepsi kullanılarak kurutma gerçekleştirilmiştir. Tepsili kurutucunun fanı yukarıda bulunup en üstten başlayarak aşağıdaki tepsilere tepsiler arasına üflenilen havanın hızı azalmaktadır. Her tepsideki ürünün eşit oranda kuruması amacıyla tepsiler kurutma sırasında yerleri sırası takip edilerek değiştirilmiştir. Saatte bir her tepside eşit miktarda örnek alınarak nem takibi yapılmıştır. Örnek alımı sırasında dört tepsinin de eşit kurumuş olması için tepsilerin yerleri 15 dakikada bir değiştirilmiştir. Ön denemelerle kuruma süresi tahmin edilebildiğinden kurutmanın sonlarına doğru örnek alımı 30 dk. ve daha sonra 15 dk'da bire düşürülmüştür. Su aktivitesi (aw) 0.3-0.4 aralığına ve nem oranı %5-10 aralığına ulaştığında kurutma işlemi sonlandırılmıştır.

Mikrodalga kurutucuda yapılan kurutmada Siner Marka 8 KW bantlı sistem laboratuvar tipi mikrodalga kurutucu kullanılmıştır. Mikrodalga kurutucu 4 magnetrona sahiptir. Kurutma işlemi sırasında mikrodalga kurutucunun bant hızı 7 (4.2 cm/dk.) olarak seçilmiştir. Mikrodalga kurutucu, kapalı sistem olmadığından magnetronlardan gelen elektromanyetik dalgalarda kaybın en az seviyede yaşanması için giriş ve çıkışlar ürünlerin geçebileceği aralığa kadar ayarlanmıştır. Mikrodalga çalışması prensibi gıdanın içerisindeki su moleküllerinin titreşimi ile gıdayı ısıtmaktır. Diğer bir ifade ile mikrodalga içinde ne kadar çok ürün varsa o kadar çok ısınma olacaktır. Mikrodalgaya farklı miktarlarda ürün konulması farklı ısınma ve dolayısıyla farklı kuruma süreleri gerektirdiğinden, her tekrerde mikrodalga içine aynı miktarda pırasa konularak kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Her tekrerde 2400 g taze pırasa kurutucunun içerisine konmuş, bandın sonuna gelen ürün derhal alınarak tekrar bandın baş kısmından içeri verilmiştir. Mikrodalga kurutucu ile yapılan kurutma işlemi tepsili kurutucuya kıyasla daha hızlı gerçekleşeceğinden ilk örnek ilk yarım saatin sonunda, daha sonra 20 dk. aralıklarla ve daha sonra 15 dk. ara ile örnek alınmıştır. Su aktivitesi (aw) 0.3-0.4 aralığına ve nem oranı %5-10 aralığına ulaştığında kurutma işlemi sonlandırılmıştır. Kurutma çalışmalarından önce

kurutma süreleri, sıcaklığı ve güç seviyelerini belirlemek amacıyla çeşitli ön denemeler yapılmıştır. Bilhassa mikrodalga kurutucu ile yapılan ön denemelerde kurutma sırasında farklı mikrodalga güç seviyelerinde çalışılmıştır. Mikrodalga çalışmada prensibi gıdanın içerisindeki su moleküllerinin titreşip gıdanın ısınmasını sağlamaktır. Bu nedenle gıdanın içerisindeki su miktarı azaldıkça kuruma hızı da yavaşlamaktadır. Pırasa dilimlerini kurutma işleminde kuruma hızının yavaşlamaması ve kuruma süresinin kısılması için aynı kurutma sırasında farklı güç seviyelerinde çalışılmıştır. Güç seviyesi her grupta kademeli olarak belli zaman aralığında yükseltilmiştir. Renk kayıplarının minimum düzeyde yaşanması için kurutmanın başından itibaren yüksek güç seviyelerinde çalışılmaması gerektiğine karar verilmiştir. Mikrodalga kurutucu kullanılan ön denemelerde kuruma hızının yavaşladığı noktalar belirlenerek mikrodalga güç seviyelerinin kademeli olarak arttırılacağı ve uygulanacağı süreler tespit edilerek Çizelge 1’de mikrodalga kurutucuda pırasa örneklerini kurutmada kullanılan güç seviye ve süreleri olarak verilmiştir.

Çizelge 1. Mikrodalga kurutucuda kullanılan güç seviyeleri (W) ve süreleri (dk.)

Table 1. Power levels (W) and times (min) used in a microwave dryer

Süre (dk.) Time (min.)	Kontrol grubu Control group	Suda haşlama grubu Boiling in water group	Tuzlu suda haşlama grubu Boiling in salt water group
0-70	3200 W	3200 W	3200 W
70-100	4000 W	4000 W	4000 W
100-130	4480 W	4480 W	4480 W
130-145	5040 W	4480 W	-
145-175	-	5040 W	-

Çizelge 1’de görüldüğü üzere, mikrodalga kurutucuda %5-10 aralığındaki nem değerine, kontrol grubu pırasa örneklerinde 145. dakikada, suda haşlama grubu pırasa örneklerinde 175. dakikada ve tuzlu suda haşlama grubu pırasa örneklerinde ise 130. dakikada ulaşılmıştır. Başlangıçta ilk 70. dakikaya kadar 3200 W, 100. dakikaya kadar 4000 W, 130. dakikaya kadar 4480 W ve kuruma sonlandırılana kadar da 5040 W güç seviyeleri uygulanmıştır.

Hızlandırılmış raf ömrü işlemi

Kurutulmuş pırasalar polietilen steril numune poşetlerine konularak kilitlenmiştir. Hızlandırılmış raf ömrü testi için Nüve FN 500 etüv kullanılmıştır. Hızlandırılmış raf ömrü çalışmamızda önceki çalışmalar da dikkate alınarak 45°C sıcaklık kullanılmış olup, süre dört hafta olarak belirlenmiştir.

Uygulanan analizler

Örneklere su aktivitesi, nem, pH, titre edilebilir toplam asitlik, rehidrasyon, toplam fenolik madde, DPPH, askorbik asit ve duyu analizi analizler uygulanmıştır. Haşlama yeterliliğinin belirlenmesi için peroksidaz analizi yapılmıştır.

•*Su aktivitesi analizi:* Taze ve kurutulmuş örneklerin su aktivitesi (aw) analizi LabTouch, Novasina, İsviçre marka su aktivitesi ölçüm cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Su aktivitesi değerleri kurutma işlemi sürecinde kurutulmuş sebzeler için güvenli aralığa (aw 0.3-0.4) ulaşmaya kadar ölçülmüştür. Hızlandırılmış raf ömrü sürecinde de belirli periyotlar ile ölçümler yapılmıştır.

•*Nem analizi:* Kurutma işlemleri sırasında infrared nem tayin cihazı ile nem miktarları kontrol amaçlı takip edilmiş olup esas nem oranlarını elde etmek için taze ve kurutulmuş örnekler vakumlu etüvde (Nüve FN 500) 105°C sıcaklıkta sabit tartıma ulaşmaya kadar kurutulmuştur [27].

•*pH analizi:* Taze ve kurutulmuş pırasa örneklerinin pH değerleri, örnekler parçalanıp 20 ml su ekledikten sonra Nel pH 840 model pH-metre kullanılarak doğrudan belirlenmiştir.

•*Titre edilebilir toplam asitlik analizi:* Öncelikle taze ve kurutulmuş pırasalar blenderde homojenize edilmiştir. Bunlardan 20 g tartılmıştır. Alınan örnekler önceden ısıtılmış 100 ml distile su ile 2-5 dk. karıştırılıp, distile su ile 250 ml’ye tamamlanmıştır. Daha sonra falten filtreden süzülerek elde edilen süzüntüden 20 ml alınarak pH değeri 8.1’e düşene kadar 0.1 N NaOH ile titrasyon yapılmıştır [27]. Titre edilebilir toplam asitlik sitrik asit cinsinden hesaplanmıştır [3].

•*Toplam fenolik madde analizi:* Kurutulup toz haline getirilen örneklerden 3 g alınıp 25 ml saf metonolle 2 dk. homojenize edilerek, daha sonra bir gece +4°C bekletilmiştir. Ertesi gün santrifüjde 10000 rpm’de 20 dk. santrifüj yapılmış ve üstte biriken faz renkli amber şişelere pastör pipetiyle toplanarak analiz anına kadar -20°C muhafaza edilmiştir. Hazırlanan bu ekstraktlar hem toplam fenolik madde miktarının belirlenmesinde hem de antioksidan aktivitenin belirlenmesinde kullanılmıştır [29]. Toplam fenolik madde içeriği, Singleton ve Rossi [29] tarafından tanımlanmış bulunan Folin-Ciocalteu yöntemine göre belirlenmiştir. Folin-Ciocalteu yöntemi ile spektrofotometrik olarak ölçülmüştür. Daha önce hazırlanan ve -20°C’de muhafaza edilen örneklerden alınan 150 µL ekstrakta 2400 µL saf su, 150 µL Folin Ciocalteu (1:10) çözeltisi ilave edilerek 3-4 dk. vortekste karıştırılmıştır. Bu karışım üzerine 300 µL sodyum karbonat (1 N Na₂CO₃) ilave edilerek oda sıcaklığında 2 saat bekletilmiş, daha sonra örneklerin absorbansı Hitachi marka

spektrofotometrede 725 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır. Gallik asitin farklı konsantrasyonlarında (mg ml^{-1}) hazırlanan standart çözelti ile kurve çizilmiş ve elde edilen formülünden örneklerin absorban sonuçları gallik asit eşdeğeri $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ kuru madde olarak hesaplanmıştır [28].

•**Antioksidan aktivite analizi (DPPH):** Örneklerin antioksidan aktiviteleri DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) metodu uygulanarak analiz edilecektir. Stok çözeltisi; 0.12 mg DPPH tartılarak 50 ml'lik balon jojede çözündürülüp -20°C 'de muhafaza edilmiştir. Çalışma solüsyonu; 10 ml stok çözeltiye 45 mL metanol ilave edilerek spektrofotometrede 515 nm dalga boyunda 1.1 ± 0.02 absorban değeri okunarak elde edilmiştir. Daha önce hazırlanan ve -20°C 'de muhafaza edilen örneklerden alınan 150 μL ekstrakta 2850 μL DPPH solüsyonu ilave edilerek 24 saat karanlıkta bekletilmiştir. Hitachi marka spektrofotometrede 515 nm dalga boyunda okuma yapılmış olup, 25 ve 800 μM Trolox standardı ile hazırlanan kurveden elde edilen formül yardımıyla örneklerin antioksidan aktiviteleri μM Trolox eş değeri olarak hesaplanmıştır [29].

•**Askorbik asit analizi:** Örneklerin askorbik asit miktarı 2,6-diklorofenolindifenol çözeltisinin indirgenmesine dayanan spektrofotometrik yöntem [30] ile belirlenmiştir.

•**Rehidrasyon oranı:** 5 g örnekler alınarak 250 ml'lik beherlere konmuştur. Üzerini örtecek kadar saf su miktarı örneklerin 20 katı ($5 \times 20 = 100 \text{ ml}$) olarak belirlenmiştir. Hazırlanmış beher $24 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklıkta 24 saat bekletilmiştir. Süre sonunda beher içeriği bir elek üzerine boşaltılıp 2-3 dakika kadar süzölmeye bırakılmıştır. Elek üzerindeki örnek havlu kâğıda alınarak yüzey suyu kurulanıp tartılmıştır. Rehidrasyon oranı Cemeroglu [27] tarafından verilen eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

•**Duyusal analiz:** Duyusal analiz gıda mühendisi ve ziraat mühendisi panelistlerin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Duyusal değerlendirmeye katılan 10 panelist sigara kullanmayan ve daha önce duyuusal testlerde panelist olarak katılmış kişiler arasından seçilmiştir. Duyusal değerlendirmede renk ve gevreklik özellikleri panelistler tarafından değerlendirilmiş ve puanlama yapılmıştır. Değerlendirmede 5 puanlı puanlama testi (5-çok iyi, 4-iyi, 3-orta, 2-kötü, 1-çok kötü) uygulanmıştır [31]. Deneme desenine göre üretilen kurutulmuş pırasalar farklı üç haneli panel kodları verilerek panelistlere sunulmuştur.

•**İstatistiksel analiz:** Deneme planları 2 faktörlü faktöriyel deneme deseni olarak tasarlanmış olup tüm denemeler iki tekerrürlü yürütülmüştür. Analizler sonucu elde edilen verilere JMP 5.1 istatistik paket programı kullanılarak varyans analizi uygulanmış ve

önemli ortalamalar LSD testi ile $P < 0.05$ düzeyinde karşılaştırılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Taze ve Kurutulmuş Pırasaların Nem Değerleri

Taze pırasa örnekleri ile tepsili ve mikrodalga kurutucularda kurutulan pırasa örneklerinin nem değerleri (%), hızlandırılmış raf ömrü sürecindeki nem değerleri (%) ile birlikte Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 2. Tepsili ve mikrodalga kurutucularda kurutulan pırasa gruplarının nem değerleri (%)
Table 2. Moisture values of leek groups dried in tray and microwave dryers

Gruplar Groups		Nem (%) / Moisture (%)		
Ön işlem <i>Pretreatment</i>	Kurutma teknîği <i>Drying technique</i>	Kurutma sonrası <i>After drying</i>	2. hafta <i>Second week</i>	4. hafta <i>Fourth week</i>
Kontrol <i>Control</i>	Tepsili kurutucu <i>Tray dryer</i>	7.10±0.92a	8.73±0.07a	7.16±0.07a
Suda haşlama <i>Boiling in water</i>		7.20±0.57a	7.45±0.28b	6.23±0.28bc
Tuzlu suda haşlama <i>Boiling in salt water</i>		6.91±0.47a	6.82±0.04cd	6.48±0.04b
Kontrol <i>Control</i>	Mikrodalga kurutucu <i>Microwave dryer</i>	4.12±0.19c	6.47±0.21d	7.18±0.21a
Suda haşlama <i>Boiling in water</i>		3.80±0.08c	6.05±0.06e	5.99±0.02c
Tuzlu suda haşlama <i>Boiling in salt water</i>		5.41±0.57b	6.03±0.24e	6.08±0.24c
Taze pırasa <i>Fresh leek</i>		86.0		
Ön işlemin etkisi <i>Effect of pretreatment</i>		*	*	*
Kurutma tekniğinin etkisi <i>Effect of drying technique</i>		*	*	*
Kurutma tekniği × Ön işlem (Int.) <i>Drying technique × Pretreatment (Int.)</i>		*	*	*
Hızlandırılmış raf ömrü sürecinin etkisi <i>Impact of accelerated shelf life process</i>		*	Korelasyon (r) = +0.28	

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemlidir.

The differences between the means indicated with different letters in the same column are statistically significant.

* $P < 0.05$ düzeyinde önemli, NS önemsiz, *Significant at $P < 0.05$, NS not significant

Çizelge 2'den taze pırasa örneklerinin kurutma işlemleri öncesi nem değeri ortalama %86 olarak belirlenmiş olup, kurutma öncesi ön işlemlerinin ve kurutma tekniklerinin nem değerine etkilerinin istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) olduğu anlaşılmaktadır. Hızlandırılmış raf ömrü süreci

sonunda elde edilen nem değerlerindeki değişimler istatistiksel olarak $P<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Krokida vd. (2003), konveksiyonel kurutma işlemlerinde en önemli etkenin sıcaklık olduğunu, diğer etkili faktörlerin ise hava bağıl nem ve hava hızı ile kurutulan ürünün boyutlarının olduğunu belirlemiştir.

Çizelge 3'te tepsili ve mikrodalga kurutucularda her grubun kuruma süreleri verilmiştir. Kurutma öncesi ön işlem uygulamalarının ve kurutma yöntemlerinin kuruma sürelerine etkilerinin istatistiksel olarak $P<0.05$ düzeyinde önemli olduğu anlaşılmaktadır.

Mikrodalga kurutucunun kuruma hızını etkileyerek kuruma süresini kısalttığı ve tuzlu suda haşlama ön işleminin kuruma süresini 130 dakikaya düşürdüğü belirlenmiş olup 4480 W güç seviyesinde tamamlandığı görülmektedir. Buna karşılık, kontrol grubu ve suda haşlama gruplarında kurutma işleminin 5040 W güç seviyesinde tamamlandığı da görülmektedir. Baysal vd. [32], yüksek tuz içeriklerinin mikrodalga absorpsiyonunu arttırdığını ve penetrasyon derinliğini azalttığını belirtmektedirler. Çizelge 3'te görüldüğü üzere, tepsili kurutucuda %5-10 aralığındaki nem değerine, kontrol grubu pırasa örneklerinde 300. dakikada, suda haşlama grubu pırasa örneklerinde 387. dakikada ve tuzlu suda haşlama grubu pırasa örneklerinde ise 395. dakikada ulaşılmıştır. Tepsili kurutucuda kuruma hızı en yüksek olan grup haşlama ön işlemi uygulanmamış kontrol grubudur. Perez ve Schmalko [33], haşladıkları kabak dilimlerini farklı sıcaklıklarda kurutmuş ve kontrol grubu ile ön işlemlili gruplarının kuruma süreleri arasında önemli farklar belirlememişlerdir. Doymaz [14], pırasayı 70°C'de 3 dakika süreyle haşlamış, haşlama işleminin kuruma süresini azalttığı görülmüştür. Xiao vd. [34], tatlı patatesleri haşlama işleminin kuruma süresini uzattığını belirlemişlerdir. Çalışmamıza ait sonuçlar, sebze çeşidinin, uygulama süre ve sıcaklığı gibi faktörlerin haşlama ön işleminin kuruma süresine farklı etkilerinin olabileceğini göstermiştir.

Kurutulmuş Pırasaların Su Aktiviteleri

Kurutma işlemleri sonucunda belirlenen su aktivite (aw) değerleri, hızlandırılmış raf ömrü süresindeki değişimler ile birlikte Çizelge 4'de verilmiştir. Daha öncede belirtildiği üzere, tepsili kurutucu ve mikrodalga kurutucularda kurutma işlemleri su aktivitesi (aw) 0.3-0.4 aralığına ve nem oranı %5-10 aralığına ulaştığında kurutma işlemi sonlandırılmıştır. Hızlandırılmış raf ömrü süresince örneklerin 4. haftadaki su aktivite (aw) değerleri bütün gruplarda önemli bir yükseliş gözlemlenmiş

olup bu değerdeki artış istatistiksel olarak $P<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 3. Tepsili ve mikrodalga kurutucuda kurutma süreleri (dk.)

Table 3. Drying times in tray and microwave dryer (min.)

Gruplar / Groups		Kuruma süreleri (dk.) Drying times (min.)
Ön işlem Pretreatment	Kurutma tekniği Drying technique	
Kontrol / Control	Tepsili kurutucu Tray dryer	300±0b
Suda haşlama Boiling in water		387±2.5a
Tuzlu suda haşlama Boiling in salt water		395±5a
Kontrol / Control	Mikrodalga kurutucu Microwave dryer	145±0d
Suda haşlama Boiling in water		175±0c
Tuzlu suda haşlama Boiling in salt water		130±0e
Kurutma tekniğinin etkisi Effect of drying technique		*
Ön işlemin etkisi / Effect of pretreatment		*
Kurutma tekniği × Ön işlem (Int.) Drying technique × Pretreatment (Int.)		*

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistikî olarak önemlidir.

The differences between the means indicated with different letters in the same column are statistically significant.

* $P<0.05$ düzeyinde önemli, NS önemsiz, *Significant at $P<0.05$, NS not significant

Çizelge 4. Kurutma işlemleri uygulanan pırasaların su aktivitelerinde değişimler (aw)

Table 4. Changes in water activities of leeks that were dried (aw)

Gruplar Groups		Su aktivite değerleri (aw) Water activity values (aw)		
Ön işlem <i>Pretreatment</i>	Kurutma teknîği <i>Drying technique</i>	Kurutma sonrası <i>After drying</i>	2. hafta <i>Second week</i>	4. hafta <i>Fourth week</i>
Kontrol <i>Control</i>	Tepsili kurutucu <i>Tray dryer</i>	0.350±0.003ab	0.350±0.002b	0.396±0.001a
Suda haşlama <i>Boiling in water</i>		0.349±0.001a	0.357±0.003c	0.409±0.001a
Tuzlu suda haşlama <i>Boiling in salt water</i>		0.359±0.004bc	0.352±0.007bc	0.395±0.001a
Kontrol <i>Control</i>	Mikro dalga kurutucu <i>Micro wave dryer</i>	0.347±0.014a	0.332±0.002a	0.422±0.002a
Suda haşlama <i>Boiling in water</i>		0.347±0.008a	0.349±0.004b	0.424±0.003a
Tuzlu suda haşlama <i>Boiling in salt water</i>		0.361±0.007c	0.347±0.006b	0.411±0.004a
Hızlandırılmış raf ömrü sürecinin etkisi <i>Impact of accelerated shelf life process</i>		*	Korelasyon (r) = +0.48	

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistikî olarak önemlidir.

The differences between the means indicated with different letters in the same column are statistically significant.

* $P<0.05$ düzeyinde önemli, NS önemsiz, *Significant at $P<0.05$, NS not significant

Yıldız Turgut ve Topuz [35], kumkat dilimlerini farklı ön işlemlerden geçirerek kuruttuktan sonra 4 ay süre ile oda sıcaklığında polietilen torbalarda depolamışlardır. Depolama boyunca ürünlerin nem ve su aktivitesi değerlerinin arttığını gözlemlemişlerdir. Haşlama ön işleminin su bağlama yeteneğine sahip bazı maddelerin kayba uğraması nem ve su aktivitesindeki artışlara sebep olabildiğini belirlemişlerdir. Bunun yanında çalışmamızda da kullanılan polietilen torbaların belli oranda nem geçirgenliğine sahip olması diğer bir neden olarak açıklanmıştır.

Kurutulmuş Pırasaların Rehidrasyon Oranları

Tepsili ve mikrodalga kurutucularda kurutulan pırasa grupları için belirlenen rehidrasyon oranları Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Kurutma işlemleri uygulanan pırasaların rehidrasyon oranları

Table 5. Rehydration rates of leeks that were dried

Gruplar / Groups		Rehidrasyon oranları Rehydration rates
Ön işlem Pretreatment	Kurutma tekniği Drying technique	
Kontrol / Control	Tepsili kurutucu Tray dryer	4.2±0.2d
Suda haşlama Boiling in water		5.6±0.1a
Tuzlu suda haşlama Boiling in salt water		5.3±0.1ab
Kontrol / Control	Mikrodalga kurutucu Microwave dryer	4.7±0.1c
Suda haşlama Boiling in water		4.9±0.5bc
Tuzlu suda haşlama Boiling in salt water		4.7±0.1c
Kurutma tekniğinin etkisi Effect of drying technique		*
Ön işlemin etkisi / Effect of pretreatment		*
Kurutma tekniği × Ön işlem (Int.) Drying technique × Pretreatment (Int.)		*

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistikî olarak önemlidir.

The differences between the means indicated with different letters in the same column are statistically significant.

*P<0.05 düzeyinde önemli, NS önemsiz, *Significant at P<0.05, NS not significant

Kurutma tekniklerinin ve kurutma öncesi ön işlem uygulanmasının rehidrasyon oranlarına etkilerinin istatistiksel olarak P<0.05 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiş olup en yüksek rehidrasyon oranı tepsili kurutucuda kurutulan suda haşlama grubunda olduğu anlaşılmaktadır. Mikrodalga kurutucuda kurutulan gruplardan sadece kontrol grubuna ait örneğin tepsili kurutucuda kurutulan kontrol grubuna kıyasla daha iyi rehidre olma yeteneği gösterdiği, diğer iki ön işlem grubunda ise tepsili kurutucuda kurutulan örneklerin daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir. Her iki kurutma yönteminden sadece tepsili kurutucuda kurutmada suda ve tuzlu suda haşlama ön işlemlerinin rehidrasyon oranlarına önemli düzeyde (P<0.05)

etkili olduğu görülmüştür. Doymaz [14], yaptığı pırasa kurutma çalışmasında ürünlerin rehidrasyon özelliklerini incelemiş, haşlama ön işleminin rehidrasyonu arttırdığını gözlemlemiştir. Kutlu [36], mikrodalga ve tepsili kurutucuda kurutulan patlıcan ve kabak örneklerinde mikrodalga kurutucuda kurutulan örneklerin daha iyi rehidrasyon özelliği gösterirken, kiraz ve domates örneklerinde tepsili kurutucuda kurutulan örneklerin daha iyi rehidre olabildiği sonucuna varmıştır. Daha önce yapılan çalışmalardan haşlama işleminin rehidrasyonu arttırdığı, farklı kurutma yöntemlerinin ise ürünün çeşidine ve buna bağlı olarak özelliklerine göre değiştiği sonucuna varılmıştır.

Taze ve Kurutulmuş Pırasaların Toplam Fenolik Madde Miktarları

Tepsili ve mikrodalga kurutucularda kurutulan pırasa grupları için belirlenen toplam fenolik madde miktarları Çizelge 6'da verilmiştir. Kurutulan pırasa grupları kıyaslandığında, en yüksek fenolik madde miktarının mikrodalga kurutucu ile kurutulan kontrol grubunda olduğu görülmüştür. En düşük fenolik madde içeriğine ise tuzlu suda haşlama ön işlemi uygulanan tepsili ve mikrodalga kurutucuda kurutulan pırasa gruplarında görülmektedir. Haşlama ön işleminin fenolik madde miktarında daha fazla kayba neden olduğu anlaşılmaktadır.

Çalışmamızda 45°C'lik 4 hafta süren depolama süresi boyunca toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitenin artış gösterdiği belirlenmiştir. Gıdalara uygulanan ısı işlemi ile fenolik bileşenler ve antioksidan maddelerin azalması beklenmektedir. Fakat gıdalara uygulanan ısı işlemin süresi ve sıcaklık derecesine bağlı olarak fenolik madde ve antioksidan aktivitenin artış gösterebilmektedir. Gıdalarda bulunan bağlı haldeki fenolik bileşenlerin serbest hale geçmesi, antioksidan maddelerin etkilerini engelleyen enzimlerin yıkıma uğrayarak büyük moleküllü maddelerin düşük moleküllü antioksidan bileşiklere parçalanmasıyla antioksidan aktivitenin arttığı bildirilmiştir [37].

Taze ve Kurutulmuş Pırasaların DPPH Antioksidan Kapasiteleri

Tepsili ve mikrodalga kurutucularda kurutulan pırasa grupları için belirlenen toplam DPPH antioksidant aktivite değerleri raf ömrü süresinde belirlenen değerler ile birlikte Çizelge 7'de verilmiştir. Pırasa gruplarına ait örneklerin DPPH antioksidan aktivite değerleri kuru madde üzerinden µmol trolox/100 g olarak verilmiştir.

Kurutulan pırasa grupları kıyaslandığında, en yüksek DPPH antioksidan aktivite değerinin tepsili kurutucuda kurutulan kontrol grubunda olduğu, buna karşın ise en düşük DPPH antioksidan aktivite değerinin ise aynı kurutucu tipinde olmak üzere suda haşlama ön işlemi uygulanmış grupta belirlenmiştir.

Çizelge 6. Kurutma işlemleri uygulanan pırasaların toplam fenolik madde miktarları

Table 6. Total phenolic content of leeks that were dried

Gruplar Groups		Toplam fenolik madde miktarı (mg GA ^a /100 g kuru madde) Total amount of phenolic substance (mg GA ^a /100 g dry matter)		
Ön işlem <i>Pretreatment</i>	Kurutma teknîği <i>Drying technique</i>	Kurutma sonrası <i>After drying</i>	2. hafta <i>Second week</i>	4. hafta <i>Fourth week</i>
Kontrol <i>Control</i>	Tepsili kurutucu <i>Tray dryer</i>	103.51±5.05c	108.35±6.55b	123.49±3.58b
Suda haşlama <i>Boiling in water</i>		84.71±2.36a	98.76±5.97a	104.52±8.63c
Tuzlu suda haşlama <i>Boiling in salt water</i>		81.94±2.72a	110.37±6.49b	134.65±7.04ab
Kontrol <i>Control</i>	Mikro dalga kurutucu <i>Micro wave dryer</i>	106.98±5.42c	131.73±8.47c	140.85±6.79a
Suda haşlama <i>Boiling in water</i>		95.69±8.66b	109.14±10.17b	127.62±10.13ab
Tuzlu suda haşlama <i>Boiling in salt water</i>		81.84±2.76a	102.93±1.66a	97.33±6.04c
Taze pırasa <i>Fresh leek</i>		264.261±7.01		
Ön işlemin etkisi <i>Effect of pretreatment</i>		*	*	*
Kurutma tekniğinin etkisi <i>Effect of drying technique</i>		*	*	NS
Kurutma tekniği × Ön işlem (Int.) <i>Drying technique × Pretreatment (Int.)</i>		NS	NS	*
Hızlandırılmış raf ömrü sürecinin etkisi <i>Impact of accelerated shelf life process</i>		*	Korelasyon (r) = +0.67	

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistikî olarak önemlidir.

The differences between the means indicated with different letters in the same column are statistically significant.

¹GA: Gallik asit eşdeğeri, GA: Gallic acid equivalent

*P<0.05 düzeyinde önemli, NS önemsiz, *Significant at P<0.05, NS not significant

Verilere uygulanan varyans analizi sonucunda, farklı ön işlemler ile farklı kurutma yöntemlerinin interaksiyonu kurutulmuş pırasaların DPPH antioksidan aktivite değerleri arasında farklılıkların istatistiksel olarak P<0.05 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. DPPH antioksidan aktivite değerine etkileri bakımından kurutma teknikleri önemsiz

(P>0.05) bulunurken, kurutma öncesi ön işlem uygulanmasının bu değere etkilerinin istatistiksel olarak önemli (P<0.05) olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 7. Kurutma işlemleri uygulanan pırasaların DPPH antioksidan aktivite değerleri

Table 7. DPPH antioxidant activity values of dried leeks

Gruplar Groups		DPPH antioksidan aktivite (μmol trolox/100 g kuru madde) DPPH antioxidant activity (μmol trolox/100 g dry matter)		
Ön işlem <i>Pretreatment</i>	Kurutma teknikği <i>Drying technique</i>	Kurutma sonrası <i>After drying</i>	2. hafta <i>Second week</i>	4. hafta <i>Fourth week</i>
Kontrol <i>Control</i>	Tepsili kurutucu <i>Tray dryer</i>	667.04±69.15 a	956.66±31.78 c	798.42±87.11 bc
Suda haşlama <i>Boiling in water</i>		476.26±17.47 bc	699.30±82.15 a	685.88±44.51 c
Tuzlu suda haşlama <i>Boiling in salt water</i>		491.41±40.28 bc	867.81±42.25 b	934.31±41.10 a
Kontrol <i>Control</i>	Mikro dalga kurutucu <i>Micro wave dryer</i>	579.43±51.34 ab	867.51±41.24 b	787.71±33.64 ab
Suda haşlama <i>Boiling in water</i>		608.13±171.45 a	711.43±129.45 a	687.82±61.23 c
Tuzlu suda haşlama <i>Boiling in salt water</i>		491.60±101.35 c	778.11±105.13 ab	702.84±107.93 bc
Taze pırasa <i>Fresh leek</i>		246.91±35.27		
Ön işlemin etkisi <i>Effect of pretreatment</i>		NS	NS	NS
Kurutma tekniğinin etkisi <i>Effect of drying technique</i>		*	*	*
Kurutma tekniği × Ön işlem (Int.) <i>Drying technique × Pretreatment (Int.)</i>		*	NS	*
Hızlandırılmış raf ömrü sürecinin etkisi <i>Impact of accelerated shelf life process</i>			Korelasyon (r) = +0.69	

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistikî olarak önemlidir.

The differences between the means indicated with different letters in the same column are statistically significant.

*P<0.05 düzeyinde önemli, NS önemsiz, *Significant at P<0.05, NS not significant

Taze ve Kurutulmuş Pırasaların Askorbik Asit Miktarları

Tepsili ve mikrodalga kurutucularda kurutulan pırasa grupları için belirlenen askorbik asit değerleri Çizelge 8'de verilmiştir. Pırasa gruplarına ait örneklerin askorbik asit değerleri kuru madde üzerinden mg/100 g olarak verilmiştir. Kurutulan pırasa grupları kıyaslandığında, en yüksek askorbik asit değerinin tepsili kurutucu ile kurutulan kontrol grubunda olduğu görülmüştür. En düşük askorbik asit değerinin ise tuzlu suda haşlama ön işlemi uygulanan

mikrodalga kurutucuda kurutulan pırasa grubunda görülmektedir. Haşlama ön işleminin askorbik asit değerlerinde daha fazla kayba neden olduğu anlaşılmaktadır. Askorbik asit değerlerine etkileri bakımından kurutma tekniklerinin etkilerinin ve kurutma öncesi ön işlem uygulanmasının bu değere etkilerinin istatistiksel olarak $P<0.05$ düzeyinde önemli olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 8. Kurutma işlemleri uygulanan pırasaların askorbik asit değerleri

Table 8. Ascorbic acid values of leeks that were dried

Gruplar Groups		Askorbik asit (mg/100 g kuru madde) Ascorbic acid (mg/100 g dry matter)		
Ön işlem Pretreatment	Kurutma tekniği Drying technique	Kurutma sonrası After drying	2. hafta Second week	4. hafta Fourth week
Kontrol / Control	Tepsili kurutucu Tray dryer	7.4±.9 a	4.5±.1	20.51±.3
Suda haşlama Boiling in water		1.8±.0 cd	2.3±.9	11.17±.7
Tuzlu suda haşlama Boiling in salt water		1.8±.1 cd	30.28±1.5	1.8±.0
Kontrol / Control	Mikrodalga kurutucu Microwave dryer	3.9±11.26 b	1.8±.5	1.5±.6
Suda haşlama Boiling in water		2.1±1.4 bc	.6±.3	1.6±.5
Tuzlu suda haşlama Boiling in salt water		11.67±.1 d	1.4±.5	.7±.0
Taze pırasa / Fresh leek		93.33±1.9		
Kurutma tekniğinin etkisi Effect of drying technique		*	*	NS
Ön işlemin etkisi Effect of pretreatment		*	*	*
Kurutma tekniği × Ön işlem (Int.) Drying technique × Pretreatment (Int.)		*	NS	NS
Hızlandırılmış raf ömrü sürecinin etkisi Impact of accelerated shelf life process		*	Korelasyon (r)= -0.45	

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistikî olarak önemlidir.

The differences between the means indicated with different letters in the same column are statistically significant.

* $P<0.05$ düzeyinde önemli, NS önemsiz, *Significant at $P<0.05$, NS not significant

Kurutma sonrası elde edilen askorbik asit miktarı ile depolamanın sonunda elde edilen askorbik asit miktarları kıyaslandığında negatif ve orta düzeyde bir korelasyon görülmektedir. Ayrıca askorbik asit miktarındaki azalış istatistiksel olarak $P<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Taze ürünler en yüksek değere sahipken kurutma işlemi ile bu değer giderek düşmüştür. Askorbik asit çeşitli degradasyon etkenlerine son derece duyarlı olup, en dayanıksız vitaminler arasında yer alır. Askorbik asitteki azalma, kalite kaybında bir kriter olarak kabul edilir. Özellikle kurutma sırasında yüksek sıcaklık nedeniyle kolay bozunurlar. En zengin kaynağı meyve ve sebzeler

olup, meyveler daha asidik yapıya sahip olduklarından meyvelerde daha stabildirler [38]. Bu nedenle kurutulmuş ürünlerde askorbik asit miktarı kurutma süresi ve sıcaklığına, uygulanan ön işlemlere bağlı olarak gittikçe düşmektedir.

Taze ve Kurutulmuş Pırasaların pH Değerleri

Taze ve kurutulmuş pırasalara ait pH değerleri Çizelge 9'da verilmiştir. Kurutulmuş pırasa örneklerini kıyasladığımızda en yüksek pH değeri mikrodalga kurutucu ile kurutulan tuzlu suda haşlama grubu ile tepsili kurutucuda kurutulan kontrol grubunda 5.84 olduğu görülebilmektedir. En düşük pH ise 5.45 ile mikrodalga kurutucuda kurutulmuş kontrol grubudur.

Çizelge 9. Taze ve kurutulmuş pırasaların pH değerleri

Table 9. pH values of fresh and dried leeks

Gruplar / Groups		pH değerleri / pH values		
Ön işlem <i>Pretreatment</i>	Kurutma teknîği <i>Drying technique</i>	Kurutma sonrası <i>After drying</i>	2. hafta <i>Second week</i>	4.hafta <i>Fourth week</i>
Kontrol / <i>Control</i>	Tepsili kurutucu <i>Tray dryer</i>	5.84±0.05 a	5.66±0.19 ab	5.69±0.03
Suda haşlama <i>Boiling in water</i>		5.58±0.07 c	5.52±0.07 b	5.58±0.02
Tuzlu suda haşlama <i>Boiling in salt water</i>		5.69±0.01 bc	5.61±0.01 a	5.60±0.03
Kontrol / <i>Control</i>	Mikrodalga kurutucu <i>Microwave dryer</i>	5.45±0.10 d	5.31±0.07 c	5.55±0.05
Suda haşlama <i>Boiling in water</i>		5.72±0.07 b	5.61±0.04 ab	5.45±0.1
Tuzlu suda haşlama <i>Boiling in salt water</i>		5.84±0.07 a	5.69±0.07 ab	5.72±0.01
Taze pırasa / <i>Fresh leek</i>		6.16±0.01		
Kurutma tekniğinin etkisi <i>Effect of drying technique</i>		NS	NS	*
Ön işlemin etkisi <i>Effect of pretreatment</i>		*	*	*
Kurutma tekniği × Ön işlem (Int.) <i>Drying technique × Pretreatment (Int.)</i>		*	*	*
Hızlandırılmış raf ömrü sürecinin etkisi <i>Impact of accelerated shelf life process</i>		*	Korelasyon (r) = -0.33	

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistikî olarak önemlidir.

The differences between the means indicated with different letters in the same column are statistically significant.

* $P<0.05$ düzeyinde önemli, NS önemsiz, *Significant at $P<0.05$, NS not significant

Varyans analizi sonucunda, farklı ön işlemler ile farklı kurutma yöntemlerinin etkisi istatistiksel olarak $P<0.05$ düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. pH değerlerine etkileri bakımından kurutma tekniklerinin

etkilerinin istatistiksel olarak önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur. Fakat ön işlem uygulamasının bu değerlere etkileri istatistiksel olarak $P<0.05$ düzeyinde önemli görülmüştür. Ayrıca kurutma sonrası elde edilen pH değerleri ile depolamanın sonunda elde edilen pH değerleri kıyaslandığında negatif ve zayıf bir korelasyon görülmektedir. İlave olarak, pH değerlerindeki azalış istatistiksel olarak $P<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Taze ve Kurutulmuş Pırasaların Titre Edilebilir Toplam Asitlik Tayini

Taze ve kurutulmuş pırasalara ait titre edilebilir toplam asitlik miktarları Çizelge 10'da verilmiştir. Pırasaların toplam asitlik değerleri sitrik asit cinsinden hesaplanmıştır. Kurutulmuş pırasa örneklerini kıyasladığımızda en yüksek toplam asitlik değeri mikrodalga kurutucu ile kurutulan kontrol grubunda %0.99 olduğu görülebilmektedir. En düşük toplam asitlik ise %0.51 ile mikrodalga kurutucuda kurutulmuş tuzlu suda haşlama grubudur. Kontrol grupları kendi aralarında kıyaslandığında tepsili kurutucuda kurutulan grubun asitliğinin daha düşük olduğu görülmektedir. Ön işlem görmüş gruplara bakıldığında ise mikrodalgada kurutulan grupların toplam asitliklerinin daha düşük olduğu anlaşılmaktadır. Varyans analizi sonucunda, farklı ön işlemler ile farklı kurutma yöntemlerinin etkisi istatistiksel olarak $P<0.05$ düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Toplam asitlik değerlerine etkileri bakımından kurutma tekniklerinin etkilerinin istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Ayrıca kurutma öncesi ön işlem uygulanmasının da bu değerlere etkileri istatistiksel olarak $P<0.05$ düzeyinde önemli olduğu anlaşılmaktadır. 2. haftada hem kurutma tekniklerinin hem de kurutma öncesi ön işlem uygulanmasının toplam asitlik değerlerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. 4. haftada ise toplam asitlik değerlerine etkileri bakımından hem kurutma tekniklerinin etkisi hem de kurutma öncesi ön işlem uygulanması istatistiksel olarak önemsiz ($P>0.05$) olduğu görülmüştür. Ayrıca kurutma sonrası elde edilen toplam asitlik değerleri ile depolamanın sonunda elde edilen toplam asitlik değerleri kıyaslandığında pozitif ve çok zayıf bir korelasyon görülmektedir. Ayrıca toplam asitlik değerlerindeki artış istatistiksel olarak $P>0.05$ düzeyinde önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 10. Taze ve kurutulmuş pırasaların titre edilebilir toplam asitlik değerleri

Table 10. Titratable total acidity values of fresh and dried leeks

Gruplar Groups		Titre edilebilir toplam asitlik (sitrik asit cinsinden, %) <i>Titratable total acidity (in citric acid, %)</i>		
Ön işlem <i>Pretreatment</i>	Kurutma teknîği <i>Drying technique</i>	Kurutma sonrası <i>After drying</i>	2. hafta <i>Second week</i>	4.hafta <i>Fourth week</i>
Kontrol / <i>Control</i>	Tepsili kurutucu <i>Tray dryer</i>	0.67±0.06 c	1.09±0.06	0.84±0.06 a
Suda haşlama <i>Boiling in water</i>		0.83±0.06 b	0.86±0.17	0.77±0.02 a
Tuzlu suda haşlama <i>Boiling in salt water</i>		0.96±0.06 a	0.80±0.11	0.87±0.06 a
Kontrol / <i>Control</i>	Mikrodalga kurutucu <i>Microwave dryer</i>	0.99±0.06 a	0.90±0.09	0.84±0.06 a
Suda haşlama <i>Boiling in water</i>		0.57±0.06 d	0.64±0.13	0.86±0.17 a
Tuzlu suda haşlama <i>Boiling in salt water</i>		0.51±0.01 d	0.80±0.14	0.61±0.06 b
Taze pırasa / <i>Fresh leek</i>		0.13		
Kurutma tekniğinin etkisi <i>Effect of drying technique</i>		*	*	NS
Ön işlemin etkisi <i>Effect of pretreatment</i>		*	*	NS
Kurutma tekniği × Ön işlem (Int.) <i>Drying technique × Pretreatment (Int.)</i>		*	NS	*
Hızlandırılmış raf ömrü sürecinin etkisi <i>Impact of accelerated shelf life process</i>		NS	Korelasyon (r) = +0.12	

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir.

The differences between the means indicated with different letters in the same column are statistically significant.

* $P<0.05$ düzeyinde önemli, NS önemsiz, *Significant at $P<0.05$, NS not significant

Kurutulmuş Pırasaların Duyusal Değerlendirilmesi

Farklı ön işlem ve farklı kurutma yöntemleri ile kurutulan pırasaların duyusal puanlama sonuçları Çizelge 11'de verilmiştir. Kurutulmuş pırasaların renk ve gevreklik özellikleri değerlendirilmiş, 1 ile 5 arasında puan verilmiştir. Kurutulmuş ürünlerde özellikle renk önemli bir kalite kriteridir ve istenilen renk taze ürüne en yakın olanıdır. Ayrıca kurutma işleminden kaynaklı renkte kararırma ve yanmaların olmaması ya da asgari düzeyde olması tercih edilir. Örneklerin renk özelliği değerlendirildiğinde, en yüksek puanı alarak taze görünüme en yakın olduğu düşünülen grup tepsili kurutucuda kurutulan kontrol grubu olmuştur. Sırayla onu tepsili kurutucuda kurutulan tuzlu suda haşlama ve suda haşlama grupları izlemiştir. En düşük puanı ise mikrodalga kurutucuda kurutulan suda haşlama grubu almıştır.

Gevreklik özellikleri değerlendirildiğinde ise tepsili kurutucuda kurutulan örneklerin puanları sırasıyla kontrol grubunda 2.7; suda haşlama grubunda 4.7; tuzlu suda haşlama grubunda ise 3.6'dır. Mikrodalga kurutucuda kurutulan gruplarda gevreklik puan sıralaması ise kontrol ve suda haşlama gruplarında 4.7; tuzlu suda haşlama grubunda ise 4'tür.

Çizelge 11. Taze ve kurutulmuş pırasaların duyusal puanlama sonuçları

Table 11. Sensory scoring results of fresh and dried leeks

Gruplar Groups		Duyusal puanlama Sensory scoring	
Ön işlem Pretreatment	Kurutma tekniği Drying technique	Renk Colour	Gevreklik Brittleness
Kontrol / Control	Tepsili kurutucu Tray dryer	5.0±0.1 a	2.7±0.1 d
Suda haşlama Boiling in water		3.0±0.4 b	4.7±0.1 a
Tuzlu suda haşlama Boiling in salt water		3.3±0.1 b	3.6±0.1 c
Kontrol / Control	Mikrodalga kurutucu Microwave dryer	2.1±0.1 c	4.7±0.1 a
Suda haşlama Boiling in water		2.0±0.1 c	4.7±0.1 a
Tuzlu suda haşlama Boiling in salt water		2.8±0.1 b	4.0±0.2 b
Ön işlemin etkisi Effect of pretreatment		*	*
Kurutma tekniğinin etkisi Effect of drying technique		*	*
Kurutma tekniği × Ön işlem (Int.) Drying technique × Pretreatment (Int.)		*	*

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistikî olarak önemlidir.

The differences between the means indicated with different letters in the same column are statistically significant.

*P<0.05 düzeyinde önemli, NS önemsiz, *Significant at P<0.05, NS not significant

Varyans analizi sonucunda, farklı ön işlemler ile farklı kurutma yöntemlerinin interaksyonu kurutulmuş pırasaların renk ve gevreklik özelliklerinin puanlamasında oluşan farklılıklar istatistiksel olarak P<0.05 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Renk ve gevreklik özelliklerine etkileri bakımından kurutma tekniklerinin etkileri istatistiksel olarak önemli (P<0.05) bulunmuştur. Ayrıca kurutma öncesi ön işlem uygulanmasının da bu değerlere etkileri istatistiksel olarak P<0.05 düzeyinde önemli olduğu anlaşılmaktadır. Yapılan duyusal analizi sonucunda renk bakımından en iyi sonucu alan tepsili kurutucuda kurutulan kontrol grubunun gevreklik özelliğinde en düşük puanı aldığı, renk özelliğinde en düşük puanı alan mikrodalga kurutucuda kurutulan kontrol ve suda haşlama grupları olurken, gevreklikte 4.7 ile en yüksek puanı aldıkları görülmektedir. Bu sonuç renk ile gevreklik özelliklerinin ters orantılı olduğunu göstermektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada elde edilen verilere göre, taze pırasaların kurutulmasında tepsili kurutma ve mikrodalga kurutma yöntemleri tek başına her açıdan kalite değerleri yüksek son ürün elde etme imkânı vermemiş olup, istenilen son ürünün özelliğine göre kurutma metodu ve ön işlem seçilmesi daha uygun bulunmuştur. Buna göre, süre ve enerjiden tasarruf yapılarak kurutma gerçekleştirilmek isteniyor ise mikrodalga kurutucuda yapılan kurutma, rehidre olma yeteneği yüksek son kurutulmuş pırasa isteniliyor ise pırasalara ön işlem uygulayarak kurutma, fenolik madde ve askorbik asit miktarları yüksek kurutulmuş pırasa isteniyor ise ön işlem uygulanmadan mikrodalga ya da tepsili kurutucuda kurutma, renk özelliğinde taze pırasaya en yakın olan, diğer bir ifade ile renk kayıplarının asgari düzeyde olduğu kurutulmuş pırasalar isteniyorsa ön işlem uygulanmadan tepsili kurutucuda kurutma, gevreklik özelliği yüksek olan ürün isteniyor ise suda haşlama ön işlemlili tepsili ve mikrodalga kurutucularda kurutma yapılması önerilebilir. Ayrıca gerçekleştirilecek kurutma işleminde diğer kurutma yöntemleri ile kombine edilmeden sadece mikrodalga kurutucu kullanılması halinde, bu çalışmada olduğu gibi, yapılacak ön denemelerle kurutma hızının yavaşladığı noktalar belirlenerek mikrodalga güç seviyeleri bu zaman aralıklarında kademeli olarak artırılabilir. Taze pırasalarda sadece mikrodalga kurutucu ile gerçekleştirdiğimiz kurutmanın diğer kurutma yöntemleri ile kombine edilerek gerçekleştirildiği kurutma işlemlerine alternatif olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Lundegardh, B., Botek, P., Schulzov, V., Hajslov, J., Strömberg, A., Andersson H.C., 2008. Impact of different green manures on the content of S-Alk(en)yl-L-cysteine sulfoxides and L-ascorbic acid in leek (*Allium porrum*). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56:2102-2111.
2. Bianchini, F., Vainio, H., 2001. *Allium* vegetables and organosulfur compounds: do they help prevent cancer? Environmental Health Perspectives, 109(9):893-902.
3. Özgür, M., Akpınar-Bayazit, A., Özcan, T., Yılmaz-Ersan, L., 2011. Effect of dehydration on several physico-chemical properties and the antioxidant activity of leeks (*Allium porrum* L.). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 39(1):144-151.

4. Poojary, M.M., Putnik, P., Bursać Kovačević, D., Barba, F.J., Manuel Lorenzo, J., Dias, A.D., Shpigelman, A., 2017. Stability and extraction of bioactive sulfur compounds from *Allium* genus processed by traditional and innovative technologies. *Journal Food of Composition and Analysis*, 61:28-39.
5. Putnik, P., Gabrić, D., Roohinejad, S., Barba, F.J., Granato, D., Mallikarjunan, K., Lorenzo, J.M., Bursac Kovacevic, D., 2019. An overview of organosulfur compounds from *Allium* spp.: from processing and preservation to evaluation of their bioavailability, antimicrobial, and anti-inflammatory properties. *Food Chemistry*, 276:680-691.
6. Kurtuluş, E., 2012. Çanakkale ilinde pırasa sarı çizgi virüsü (leek yellow stripe virüs; LYSV)'nün biyolojik ve moleküler karakterizasyonu (Yüksek Lisans Tezi). Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Çanakkale, 56s.
7. Kiremit, M.S., 2015. Farklı sulama suyu kalitesi ve sulama düzeylerinin pırasa (*Allium porrum* L.) bitkisinin verim ve kalite parametreleri üzerine etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Ondokuzmayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Samsun, 111s.
8. Tsouvaltzis, P., Gerasopoulos, D., Siomos, A.S., 2006. Effect of storage temperature and size of stalks on quality of minimally processed leeks. *Journal of the Science Food Agriculture*, 86(3):372-379.
9. Bernaert, N., De Paepe, D., Bouten, C., De Clercq, H., Stewart, D., Van Bockstaele, E., De Loose, M., Van Droogenbroeck, B., 2012. Antioxidant capacity, total phenolic and ascorbate content as a function of the genetic diversity of leek (*Allium ampeloprasum* var. *porrum*). *Food Chemistry*, 134(2):669-677.
10. Grzelak-Błaszczak, K., Kołodziejczyk, K., Badelek, E., Adamicki, F., 2011. Changes in the contents of mono-, di- and oligosaccharides in leek plants stored in cold room. *European Food Research and Technology*, 232(6):1027-1033.
11. Fidan, H., 2010. Sarımsak, soğan ve pırasadaki virüs hastalıklarının saptanması ve Taşköprü 56 sarımsak tipinin en yaygın virüse karşı reaksiyonunun belirlenmesi (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Adana, 183s.
12. Anonim-a, 2013. Bahçecilik, pırasa yetiştiriciliği. (Erişim: 02.01.2019).
13. TÜİK, 2022. Temel İstatistikler. www.tuik.gov.tr (Erişim: 30.06.2022).
14. Doymaz, İ., 2008. Drying of leek slices using heated air. *Journal of Food Process Engineering*, 31(5):721-737.
15. Nasıroğlu, Ş., 2007. Kırmızı biber, elma ve pırasanın kurutulmasında infrared kurutma tekniğinin kullanılması (Yüksek Lisans Tezi). Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makineleri Anabilim Dalı, Çanakkale, 53s.
16. Babayiğit, O., 2010. Tarım ürünlerinin kuruma karakteristiklerini belirlemek için bir deney seti tasarımı, imalatı ve denenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya, 52s.
17. Kovacı, T., Dikmen, E., Şencan Şahin, A., 2018. Kurutma sistemleri, enerji tüketimleri ve ürün kalitesine etkileri ve örnek sistem tasarımı. *Journal of Technical Sciences*, 8(2):25-39.
18. Topbas, M.A., 1992. Endüstri fırınları kitabı. Yıldız Teknik Üniversitesi, Metalürji, Ü-1498, İstanbul.
19. Güngör, A., Özbalt, N., 1997. Endüstriyel kurutma sistemleri. Makine Mühendisleri Odası, 3. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, Teskon, 97:737-747.
20. Choa, K.J., Chou, S.K., 2003. Low-cost drying methods for developing countries. *Trends in Food Science and Technology* 14:519-528.
21. Kalender, V., 2013. Mikrodalga gücünün kurutma zamanı ve kurutma kalitesi üzerine etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Eğitimi Anabilim Dalı, Denizli, 45 s.
22. Maskan, M., 2000. Microwave/air and microwave finish of banana. *Journal of Food Engineering*, 44:71-78.
23. Atıcı, G., 2013. Erik pestilinin kalite parametreleri ve kuruma davranışı üzerine sıcak havalı kurutma ve mikrodalga yöntemlerinin etkisinin belirlenmesi üzerine bir araştırma (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, 95s.
24. Yoğurtçu, H., 2014. Mikrodalga fırında limon kurutma: kinetiği ve modellenmesi. Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 26(1):27-33.
25. Yılmaz, M.S., 2015. Brokolinin mikrodalga kurutma karakteristiklerinin belirlenmesi ve modellenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, 75s.
26. Özsoy, E., 2015. Mikrodalga bantlı kurutucuda elma (gala) dilimlerinin kurutma davranışı (Yüksek Lisans Tezi). Namık Kemal Üniversitesi

- Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Tekirdağ, 83s.
27. Cemeroğlu, B.S., 2013. Gıda analizlerinde genel yöntemler. Gıda Analizleri, Ed.: Prof. Dr. Bekir Cemeroğlu. Bizim Grup Basımevi, Ankara, 1-81, 480s.
28. Singleton, V., Rossi, J., 1965. Colorimetry of total phenolic compounds with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16:144-158.
29. Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., Hawkins Byrne, D., 2006. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. Journal of Food Composition Analysis, 19(6-7):669-675.
30. Regnell, C.J., 1973. Analytical methods in quality control of processed fruit and vegetables. United Nations Development Programme Food and Agriculture Organization of the United Nations, İzmir.
31. Anonim, 2012-b. Duyusal test teknikleri. Gıda Teknolojisi. https://www.academia.edu/27722876/duyusal_test_teknikleri (Erişim: 12.04.2019).
32. Baysal, T., İçier, F., Baysal, A.H., 2011. Mikrodalga ısıtma. Güncel Elektriksel Isıtma Yöntemleri. Sidas Yayıncılık, İzmir, s:130-258.
33. Perez, N.E., Schmalko, M.E., 2007. Convective drying of pumpkin: influence of pretreatment and drying temperature. Journal of Food Process Engineering, 32:88-103.
34. Xiao H.W., Lin H., Yao X.D., Du Z.L., Gao Z., 2009. Effects of different pretreatments on drying kinetics and quality of sweet potato bars undergoing air impingement drying. Int. J. of Food Eng. 5(5):50-55.
35. Yıldız Turgut, D., Topuz, A., 2020. Depolama süresinin farklı kurutma yöntemleri ile kurutulmuş kamkat dilimlerinin bazı kalite özelliklerine etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 30(1):44-56.
36. Kutlu, N., 2013. Domates, kabak ve patlıcanın kurutma karakteristiklerinin belirlenmesi ve modellenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
37. Meral, R., 2016. Farklı ısıtma uygulamalarının fenolik bileşenler üzerine etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Van, 21(1):55-67.
38. Kırca, A., Cemeroğlu, B., 2001. Askorbik asitin degradasyon mekanizması. Gıda 26(4):233-242.