

Geleneksel Bir Meyve Çerezi: Pestil

Osman Onur Kara¹ , Erdoğan Küçüköner² ¹Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Antalya İl Müdürlüğü, Antalya²Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Isparta

Geliş Tarihi (Received): 09.04.2017, Kabul Tarihi (Accepted): 02.04.2019

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): osmanonurkara@gmail.com (O.O. Kara)

☎ 0 242 643 60 12 - 2170 📠 0 242 643 60 08

ÖZ

Pestil, pek çok farklı meyveden üretilebilen geleneksel bir meyve çerezidir. Karbonhidrat, enerji, mineraller ve lif açısından zengin bir gıda maddesidir. Soğukta depolanmaya ihtiyaç duymaz, serin ve kuru ortamda oda koşullarında muhafaza edilebilir. Ayrıca hafif olması nedeni ile kolay taşınıp depolanabilme özelliğine sahiptir. Pestil farklı şekillerde üretilmekle birlikte, ülkemizde geleneksel olarak üretilen pestiller, meyve suyu ya da püresi ile nişasta karışımının ısıtılıp, ince bir tabaka halinde dökülerek kurutulmasıyla elde edilmektedir. Kurutma işlemi güneşte kurutularak ya da sıcak hava kurutucularla gerçekleştirilir. Bu çalışmada pestil üretimi, bileşimi ve besin değeri, üretiminde kullanılan bileşenler, paketlenme ve depolanması gibi konular hakkındaki bilgiler derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Pestil, Meyve çerezi, Kurutulmuş gıda

A Traditional Fruit Snack: Fruit Leather

ABSTRACT

Fruit leather is a traditional fruit snack, which can be produced from a variety of fruits. It is high in carbohydrate, energy, minerals and fiber. It does not require cold storage. It can be kept under ambient room conditions in cool and dry place. Due to its reduced weight, it can be shipped and stored easily. Fruit leathers can be produced by different methods; however, in Turkey, fruit juice or puree and starch mixture are heated and then poured as thin layer in a traditional production. It is dried in this shape, and drying is performed under sun light or in hot air dryers. In this study, the production methods, composition and nutritional values, ingredients used in the production, packaging and storage of fruit leathers are reviewed.

Keywords: Fruit leather, Fruit snack, Dried food product

GİRİŞ

Meyveler yaş haldeyken kısa sürede bozulan gıdalardır [1]. Bu bağlamda dayanıklılıklarını arttırmak, besin değerlerini daha uzun süre koruyabilmek için geçmişten günümüze farklı işlemler uygulanmaktadır. Bu işlemlerden birisi de meyvelerin kurutulmuş bir meyve çerezi olarak pestile işlenmesidir. Pestil, farklı şekillerde üretilmekle birlikte nemli meyve püresinin düz bir zemine ince bir tabaka halinde dökülerek, kohesif derimsi yapı

sağlanana kadar kurutulmasıyla elde edilen bir ürün olarak tanımlanır [2]. Elma, üzüm, dut, kayısı, muz, kiraz, portakal, armut, ananas, erik, çilek, mandalina ve şeftali gibi pek çok farklı meyveden ayrıca domates ve kabaktan pestil üretilebilmektedir (Şekil 1) [3, 4, 5]. Özellikle küçük ezik ve çürüklere sahip meyveler ya da taze tüketime uygun olmayan fazlaca olgun olanlar, pestile işlenerek değerlendirilebilmektedir [3]. Pestil, yenilmesi kolay ve paketlemeye uygun olması nedeni ile hemen her yerde tüketilebilen bir meyve çerezidir. Hafif

oldukları için depolanmaları kolaydır ve soğukta depolanmaya ihtiyaç duymazlar. Bu özellikleri ile gezginler, kampçılar, piknikçiler gibi gıdalarını yanlarında taşıyanlar için pratik bir seçenektir [6, 7].

Pestil, deriye benzeyen parlak görünümü nedeniyle İngilizce'de "fruit leather" olarak adlandırılır [8]. Günümüzde tüketicilerin sağlıklı ve fonksiyonel

özelliklere sahip gıdalara yönelmeleri, bir meyve ürünü olan pestile olan ilgiyi de artırmış, son yıllarda başta Avrupa olmak üzere uluslararası pazarlardaki talebi gitgide artan bir ürün olmuştur [4, 9]. Ülkemizde çeşitli yörelerde geleneksel olarak üzüm, dut, erik, elma ve kayısı gibi değişik meyvelerden üretilip yıl boyu tüketilmektedir [10].



a)



b)

Şekil 1. a) İncir pestili [11] b) Altınçilek pestili

PESTİLİN KİMYASAL BİLEŞİMİ VE BESİN DEĞERİ

Pestil, şekerleme ya da atıştırmalık olarak tüketilir. Bununla beraber kurutma işlemi boyunca suyun uçurulmasıyla meyvedeki şekerlerin, asitlerin, vitaminlerin ve minerallerin konsantrale hale gelmesinden dolayı, besin değeri yüksek bir gıdadır [6, 12]. Özellikle içerdiği yüksek şekerden dolayı iyi bir karbonhidrat ve enerji kaynağıdır [13]. Bu özelliği onu, enerji gereksinimi

fazla olan çocuklar ve gençler için iyi bir atıştırmalık yapar. Ayrıca yüksek lif içeren meyvelerden elde edilenleri önemli bir diyetel lif kaynağıdır [14]. Meyve kurumadde tüketimini arttırmak için de, pestil tüketimi pratik bir yoldur [12].

Farklı meyvelerden üretilen pestillerin kimyasal bileşim değerleri üzerine yapılan bir çalışmada elde edilen sonuçlar Tablo 1 ve 2'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Farklı meyvelerden üretilen pestillerin kimyasal bileşimi [15]

Bileşen (%)	Dut	Erik	Kayısı	Üzüm
Nem	14.3	19.5	17.3	11.3
Toplam Şeker	83.4	79.0	80.1	87.6
Protein	2.0	2.0	1.9	4.1
Toplam Kül	1.4	1.6	3.5	1.6
Ham Yağ	0.4	0.1	2.6	0.6

Tablo 2. Farklı meyvelerden üretilen pestillerin mineral değerleri [15]

Bileşen (mg/kg)	Dut	Erik	Kayısı	Üzüm
Demir	14	11	46	13
Bakır	10	6	9	10
Fosfor	401	821	865	1099
Potasyum	3881	8061	15206	5173
Sodyum	215	245	207	203
Kalsiyum	2507	3828	2318	2563
Magnezyum	47	68	72	65

Yapılan bir başka çalışmada, ülkemizdeki yerel marketlerden alınan üzüm, dut ve kayısı pestillerinin bazı kimyasal özellikleri incelenmiştir [16]. Pestil örneklerinde nem değerleri %11.8-18.3 arasında ve kurumadde bazında sırasıyla, kül değerleri %0.2-3.6 arasında, protein değerleri %3-4.6 arasında, yağ değerleri %0.3-3.4 arasında, karbonhidrat değerleri %73.7-82.4, enerji değerleri 321.5-356.4 kcal/100 g

arasında bulunmuştur. Ayrıca bu çalışmada bazı mineral madde konsantrasyonları da ölçülmüş; kalsiyum 25.2-207.6 mg/100 g, demir 0.3- 12.0 mg/100 g, magnezyum 29.3-66.8 mg/100 g, çinko 0.3-12.8 mg/100 g değerleri aralığında tespit edilmiştir. Pestillerin genel karakteristik olarak karbonhidrat, enerji ve mineral madde açısından zengin ürünler oldukları farklı meyve pestilleri

kullanılarak yapılmış olan bu çalışma sonuçlarında da gözlenmektedir.

Pestillerde incelenen bir diğer fizikokimyasal özellik de gıda ürünleri açısından önemli bir kalite faktörü olan su aktivitesidir. Gıdalarda mikrobiyal gelişim, enzimatik ve enzimatik olmayan reaksiyonlar, lipid oksidasyonu, tekstürel değişim, tat ve aroma gibi pek çok önemli olay, su aktivitesi ile doğrudan ilişkilidir [17]. Yapılan farklı çalışmalarda pestillerde bulunan su aktivitesi değerleri (a_w); elma pestilinde 0.7 [7], mango pestilinde 0.62 [18], durian isimli meyvenin pestilinde 0.57-0.62 [19], ananas pestilinde 0.44-0.54 [8], papaya pestilinde 0.50-0.52 [20] şeklindedir. Gıdalarda 0.6 a_w 'nin altındaki su aktivitesi değerlerinde mikrobiyal gelişimin gerçekleşmediği bildirilmiştir [21]. Farklı çalışmalarda elde edilen pestillerin nem oranlarına bakıldığında ise; üzüm pestillerinde %13.6-16.3 arasında, dut pestillerinde %11.8-13.8 arasında, kayısı pestillerinde %13-18.3 arasında [16], bir diğer çalışmada kayısı pestillerinde %13.12-14.39 arasında [22], mango pestillerinde %17.2 [18] şeklindedir. Meyvelerde nem oranının %15 ve altında olmasının mikrobiyal gelişimi ve bazı kimyasal reaksiyonları (lipid oksidasyonu, enzimatik olmayan esmerleşme, şeker kristalizasyonu, vb.) kısıtladığı bildirilmiştir [23]. Sonuç olarak, pestillerin genelde orta seviyede su aktivitesi ve düşük nem oranlarına sahip oldukları görülmektedir. Düşük nem değerleri ve içerdikleri meyvenin doğal asitliği, pestilleri mikrobiyolojik açıdan daha güvenilir ve dayanıklı kılmaktadır [24]. Uygun biçimde kurutulup paketlenenler takdirde bu ürünler soğuk zincire gerek duyulmadan aylarca muhafaza edilebilir. Mango pestilleri üzerine yapılan bir çalışmada, düşük nem oranı (%17.2), su aktivitesi (0.62) ve pH (3.8) değerlerinin kombinasyonu ile herhangi bir kimyasal koruyucu kullanılmadan, oda sıcaklığında ürünlerin altı ay boyunca mikrobiyolojik açıdan stabil kaldıkları bildirilmiştir [18].

Kayısı pestilleri üzerine yapılan bir çalışmada, farklı şartlarda kurutulmuş elde edilen kayısı pestillerinde toplam fenolik bileşik miktarı, gallik asit eşdeğerinde 110-121 mg/100 g değerleri arasında bulunmuş ve taze meyveye göre (60.34 mg/100 g) pestillerde fenolik bileşik konsantrasyonları daha yüksek miktarda bulunmuştur. Aynı çalışmada antioksidan aktivite değerleri ise pestillerde %8.91-27.82 değerleri arasında bulunmuş taze meyve antioksidan aktivite değerinden (%46.52) düşük olduğu gözlenmiştir [22]. Yapılan bir diğer çalışmada ise dut pestilinde toplam fenolik bileşik miktarı, gallik asit eşdeğerinde 4.79 mg/g, erik pestilinde 28.36 mg/g olarak, antioksidan aktivite oranları ise dut pestilinde %40.05 ve erik pestilinde %90.92 olarak bulunmuştur [25]. Mango pestili üzerine yapılan bir çalışmada ise 80°C'de kurutma ile elde edilen pestilde, meyve püresindeki β -karoten miktarının %75'i kadar β -karoten korunurken, 90°C'de kurutma sonucu ise %35'den azı korunabilmiştir [26]. Meyvelerin fenolik bileşikler, karotenoidler gibi sağlık açısından faydalı özelliklere sahip biyoaktif bileşenlerce zengin olduğu bilinmektedir [27]. Son ürünlerdeki miktarları; kullanılan meyve türü, kullanılan diğer bileşenlerin miktarı ve kurutma şartları gibi farklı etmenlere bağlı

olmakla birlikte [22, 25, 28], pestil bu bileşenlere kaynak olma özelliğini korumaktadır.

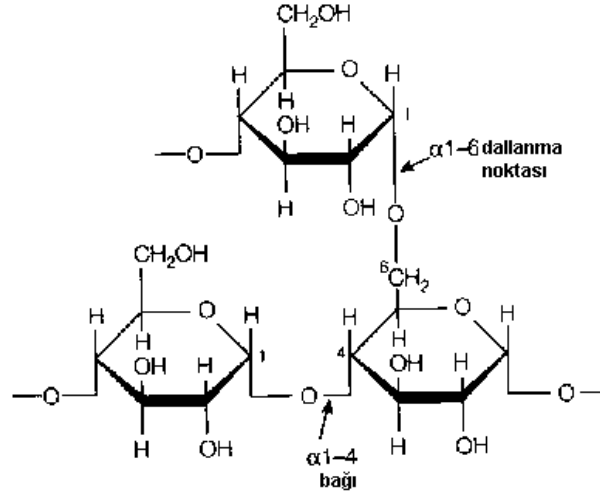
PESTİL ÜRETİMİNDE KULLANILAN BİLEŞENLER

Pestil üretiminde meyve püresi ya da meyve suyu konsantresi kullanılmaktadır. Ayrıca fizikokimyasal ve duyu özelliklerini iyileştirmek için şeker, asit, nişasta ya da pektin gibi bileşenler de ürün bileşiminde yer alır [8]. Ülkemizde üretilen pestillerde jelleştirici olarak nişasta veya nişasta içeren buğday unu kullanılır ve kullanılan katkı maddeleri içinde en önemlisidir [15, 23].

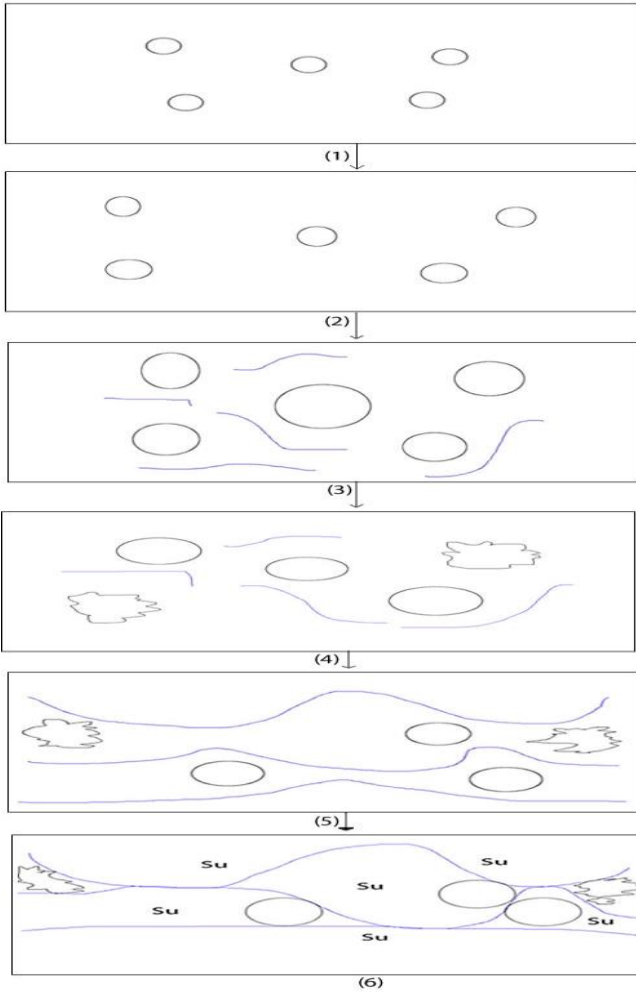
Nişasta, başlıca amiloz ve amilopektin moleküllerinden oluşan, bitkilerde bulunan bir depo polisakkaritidir. Amiloz, α -1,4 glukozidik bağlarla bağlanmış (Şekil 2), düz glukoz zincirlerinden oluşmaktadır. Amilopektin ise α -1,4 glukozidik bağları ile bağlanmış glukoz zincirlerinin yanında α -1,6 bağlanmalarla yan (Şekil 2), zincirler oluşturmaktadır. Amilozun çözünürlüğü yüksektir ve düz zincir yapısından dolayı sert jel ve güçlü film oluşturma özelliğine sahiptir. Halbuki amilopektin, yumuşak jel ve zayıf film oluştururken sıvı dispersiyonda da daha stabildir, su içerisinde çözünmekten çok şişme özelliği göstermektedir. Nişasta granülü %70-80 amilopektin ve %20-30 amiloz içermektedir [29]. Nişasta granülündeki amiloz-amilopektin oranı, nişastanın gıda endüstrisi açısından sahip olduğu fonksiyonel özellikler olan jellatinizasyon, çirilenme ve jelleşme özelliklerini doğrudan etkilemektedir [29, 31]. Nişasta, pestilde suyu bağlama özelliği ile ürünün tamamen kurumasını önleyerek ürünün yenilebilir kendine has kıvamının oluşmasını sağlar. Nişastanın yapısal formülü Şekil 2'de gösterilmiştir.

Ürüne yapımı esnasında katılan nişasta granülleri, progresif ısıtma ile sıra içerisinde şişerek kristalliklerini ve moleküler organizasyonlarını kaybederler. Bu olaya jellatinizasyon denir. Şişen granüle amiloz çözünerek granülün dışına çıkar. Çözünerek granül dışına çıkan amiloz molekülleri ortamda koloidal çözülmüş halde bulunurlar. Amilopektin molekülleri ise kısmi olarak çözünmektedirler. Şişen nişasta granüllerinden bazıları bu esnada koparak parçalanır [33]. Kopma ve parçalanma ile nişasta moleküllerinde küçülme gerçekleşmekte ve ortamın viskozitesi artmaktadır. Bu olaylar sonucunda viskozitenin en yüksek hale geldiği durum ise çirilenme olarak adlandırılır [34]. Çirilenme sırasında nişasta moleküllerinin kısalması ile nişastanın daha az su emmesi sağlanmaktadır. Böylelikle daha sonra üründe su salma gerçekleşmemekte ve sertleşme ile pestile has yapı elde edilmektedir [35, 36].

Çirilenmiş nişasta soğutulduğunda ya da kurutma esnasında jelleşme meydana gelir. Nişasta moleküllerinin sulu ortamda yeniden birleşmeye başlamaları ile üç boyutlu ağ yapısının oluşmasına jelleşme denir [37]. Kurutma sırasında daha önceden granüllerden çıkmış amiloz molekülleri ile granüller arasında yeniden bir yakınlaşma ile kesişme bölgeleri oluşmaktadır. Daha sonra bu kesişme bölgeleri tamamen kapanarak iç kısımlarında su bulunan sıkışmış jel yapı elde edilir [31, 38]. Nişastanın jelleşmesi Şekil 3'te gösterilmektedir.



Şekil 2. Nişastanın yapısal formülü [32]



Şekil 3. Nişastanın jelleşmesi [38]

1- Su içinde nişasta granülleri 2- Isıtma ile granüllerin şişmesi 3- Amiloz zincirlerinin granül dışına çıkışı 4- Şişen nişasta granüllerinin bazılarının kopuşu 5- Kurutma sırasında amiloz zincirleri ile nişasta granülleri arasında yaklaşmanın gerçekleşmesi 6- Amiloz zincirleri ile nişasta granülleri arasında oluşan kesişme bölgelerinin tamamen kapanması ile jel yapının oluşması

Pestilde tatlandırmak, ekşiliği azaltmak amacıyla ise şeker (sakkaroz), bal, mısır ya da glukoz şurubu ve sakkarin bazlı tatlandırıcılar kullanılabilir [39, 40]. Tatlandırıcılar, pestilde tatlılık sağlama fonksiyonunun yanında kurumaddenin artırılmasına ve pestilin jel yapısının sağlanmasına da katkı sunmaktadırlar [41].

Pestil üretiminde kurutma boyunca ve depolama esnasında enzimatik olmayan esmerleşme sonucu ürün renginde koyulaşma veya esmerleşme görülebilmektedir. Bu durum özellikle elma, armut, kayısı ve muz gibi açık renkli meyvelerde öne çıkar. Kurutma sıcaklığı, kurutma süresi, su aktivitesi, pH ve ürün bileşimi enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarını etkileyen etmenlerdir. Kurutma sıcaklığının ve süresinin artışı bu reaksiyonları hızlandırır. Asitlik artışı, reaksiyon hızını sınırlandıran bir etmendir. Su aktivitesi ise çok düşük ve çok yüksek değerlerde iken enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları azalmakta, 0.6-0.7 a_w değerlerinde maksimum değere çıkmaktadır [17, 42]. Pestilde bu reaksiyonların oluşumunu önlemek için sitrik asit ya da askorbik asit kullanılır [3, 43]. Doğrudan limon suyu kullanılarak da aynı etki sağlanabilmektedir [44]. Asit ilavesi, yüksek şeker konsantrasyonu ile birlikte pestilin jelleşmesine de katkı sunmaktadır. Ayrıca, asit ilavesinin kurutma boyunca üründe bakteri yıkımını arttırdığı bildirilmiştir [45].

Pestile tarçın, nane gibi baharatlar ve fındık, fıstık ve ceviz gibi çerezler de eklenebilmektedir [6]. Yağ ve proteince zengin gıdaların karbonhidrat emilimini yavaşlatmasından dolayı [46], zengin şeker içeriğine sahip bir ürün olan pestilin, ceviz, fındık gibi yağ ve proteince zengin yiyeceklerle birlikte tüketilmesi, kan şekeri seviyesinin düşmesine katkıda bulunabilir.

PESTİL ÜRETİMİ

Genel olarak meyvelerden pestil yapım aşamalarının; meyvenin hazırlanması, ısıtma, meyve püresinin hazırlanması, katkıların ilave edilerek karıştırılması ve kurutma ile pestilin eldesi şeklinde olduğunu bununla beraber bu prosesin, kullanılan meyve, katkı maddeleri

ve kurutma metoduna göre değişebileceği bildirilmiştir [43]. Ülkemizde de yöreye göre farklı uygulamalar olmakla birlikte geleneksel tarzda üzüm, erik ve kayısı pestillerinin üretimi aşağıda anlatıldığı şekilde yapılmaktadır.

Ülkemizde geleneksel yöntemlerle başlıca üretilen pestil üzüm pestilidir. Geleneksel üzüm pestili yapımında öncelikle meyvelerin temiz ve kullanıma uygun hale gelmesi için yıkama ve ayıklama işlemi yapılmaktadır. Daha sonra sap ve salkımlarından ayrılan üzümler parçalanarak bir pres yardımıyla preslenir. Bu aşamada bir bez yardımıyla süzme işlemi yapılarak çekirdek vb. parçalar ayrılır. Çekirdeklerinden ayrılan şıraya asitliği gidermek için %70 civarı kalsiyum karbonat içeren pekmez toprağı eklenip, tortunun kazanın dibine çökmesi beklenerek tekrar süzme yapılır. Asitlik giderilmek istenmezse bu işlem uygulanmaz. Bu aşamada şıranın bir bölümü nişasta veya un bulamacı

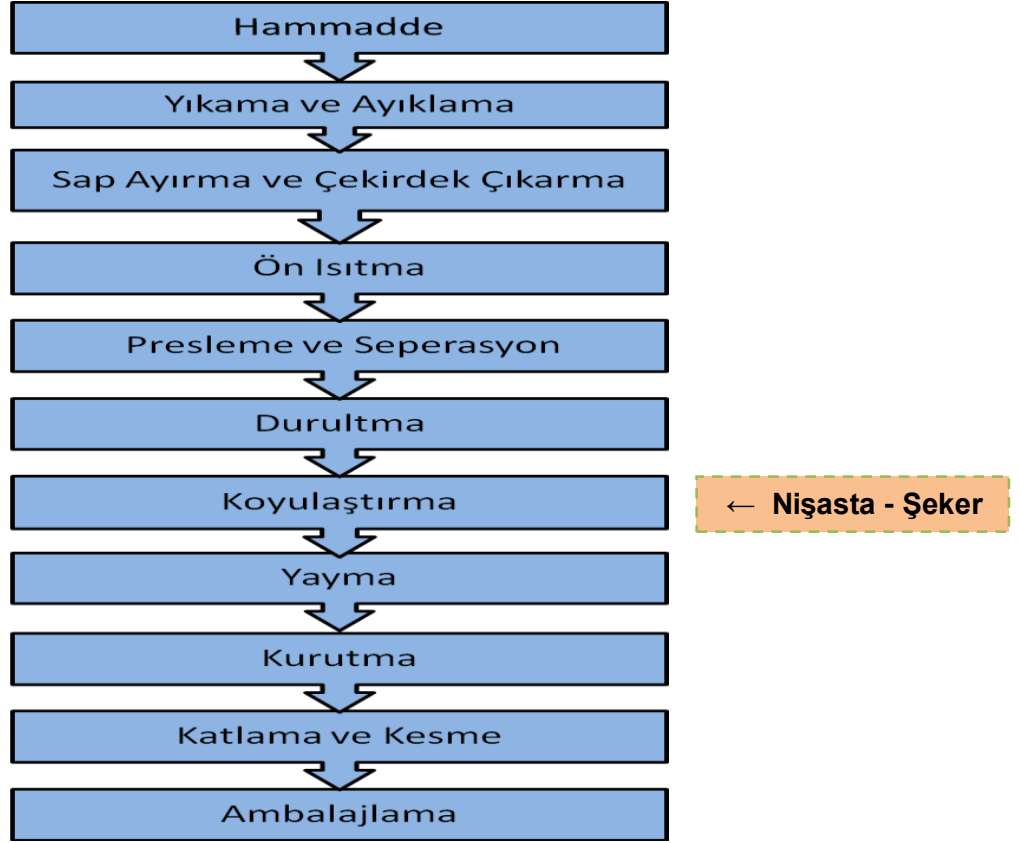
hazırlamak için ayrılır. Kazanda kalan kısım yaklaşık 30 dakika kadar kaynatıldıktan sonra nişasta veya un bulamacı da kazana eklenir ve istenen kıvama kadar kaynatılarak herle elde edilir. Herleler, güneş görecekt yerlere serilmiş olan bezlere, ince bir tabaka halinde dökülürken bir taraftan da mala benzeri bir araçla üzerleri düzeltilerek yayılmaları sağlanır (Şekil 4). Geleneksel olarak yapılan erik ve kayısı pestilinde ise çekirdekleri ayrılan meyveler ezildikten sonra palperden geçirilerek ya da manuel olarak meyve püresi ya da pulpu elde edilir. Daha sonra bir taraftan kaynamakta olan pulpa nişasta veya un bulamacı üzüm pestili üretimine benzer şekilde eklenir. İstenen kıvama gelen herleler kurutmak için bezlere yayılırlar. Güneş altında genelde bir iki günde kuruyan pestiller, kuruduklarında bezden sıyrılıp çıkarılarak depolanabilirler [15, 23, 35, 47]. Pestil üretim akım şeması Şekil 5'te gösterilmiştir.



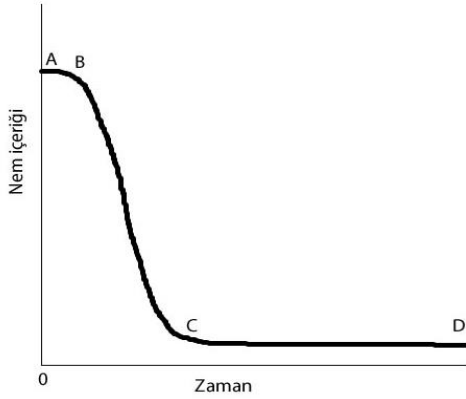
Şekil 4. Herlenin yayılması [48]

Pestiller güneşte ya da sıcak havalı kurutucular gibi endüstriyel kurutucularda kurutulabilir [6, 49]. Güneşte kurutmada, ortamın ısınması doğal olarak güneş ışınlarıyla gerçekleştiği için ucuz bir metottur. Ayrıca yatırım maliyeti düşüktür. Pek çok gıdada başarıyla kullanılmaktadır. Bununla beraber kurutma işleminin uzun sürmesi, işlemin açıkta yapılması nedeniyle çevresel kontaminasyonlara maruz kalma olasılığı, hava koşullarındaki değişim ve iş gücü gereksinimi gibi dezavantajları vardır [40]. Sıcaklık değeri, ortamdaki nem oranı ve hava sirkülasyonu, kurutma işlemini doğrudan etkileyen etmenlerdir. Eğer sıcaklık düşerse ve ortam nemi yüksekse gıda daha yavaş kurur ve üründe istenmeyen mikroorganizma gelişimi gerçekleşebilir [50]. Bu nedenle daha güvenli ve kontrol edilebilir bir kurutma prosesi ile kaliteli ürün eldesi için endüstriyel kurutma yöntemleri kullanılmaktadır [23, 51]. Pestil üretiminde bu amaçla güneşte kurutmanın yanında sıcak havalı konvektif tip kurutucular yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu kurutucular, hızlı kuruma ve standart ürün eldesi sağlarlar ve hijyen açısından oldukça güvenilirlerdir [52]. Kurutma boyunca kurutma kinetiğinin etkisiyle üründe fiziksel ve kimyasal değişimler gerçekleşir. Kurutmada zamanla nem içeriğinde meydana gelen değişim, Şekil 6'da kurutma eğrisinde gösterilmiştir. Eğride üç temel bölüm gözlenir.

İlk bölüm (A-B)'de, gıdanın iç ısı, yüzeyinde buharlaşmaya neden olur. Yüzey sıcaklığı kurutma havasının yaş termometre sıcaklığına geldiği zaman bu bölüm son bulur. İkinci bölüm (B-C), sabit oran periyodudur. Havadan, gıda yüzeyine olan ısı transferine paralel olarak yüzeyden su sürekli hareketli hava akımına aktarılır. Üçüncü bölüm (C-D), düşen oran periyodudur. Başlangıçta yüzeyde bulunan su buharlaşmıştır. Ürünün merkezindeki su sürekli yüzeye geçer. Bu periyotta kuruma oranı düşmektedir. Yüzey sıcaklığı kurutma havasının kuru termometre sıcaklığına gelinceye kadar artar. Bu nedenle gıdada ısı zararları genelde düşen oran periyodunda gerçekleşmektedir [53, 54, 55]. Sabit oran periyodu boyunca gıda yüzeyi ıslaktır. Düşen oran periyodunda ise kurudur. Bu nedenle sabit oran periyodunun çok uzun olması halinde gıdada bozulma riski oluşur. Gereğinden kısa olması da yüzeyin aşırı sertleşmesiyle kabuk bağlamaya neden olur [53]. Sabit oran periyodunda kurutmanın başarılı gerçekleşmesi için kurutma havasının; orta derecede yüksek sıcaklık, düşük bağıl nem ve yüksek hava akışı özelliklerini sağlaması gereklidir [54]. Düşen oran periyodunda ise hava sıcaklığı ve ürün kalınlığı önemli etkiye sahipken hava akış hızı kurutma üzerinde çok etkili olmamaktadır [56].



Şekil 5. Pestil üretim akım şeması [15, 35]



Şekil 6. Nem içeriği zaman kurutma eğrisi [57]

Kurutma işleminde sıcaklığın kontrolü çok önemlidir. Çok yüksek sıcaklık sertleşmeye ve suyun çıkışının engellenmesine neden olur. Ayrıca dökülen herlerin kalınlığı da önemlidir. Çok ince olması ürünü kırılgan yapar ve kuruduktan sonra yüzeyden çıkarmayı zorlaştırır. Kalın olması halinde ise yeterli kurumaz ve bu durum depolamada ürünün bozulmasına neden olur [18]. Pestiller dış kenarlarından merkeze doğru kururlar. Kurumayı kontrol için pestilin birkaç yerine parmakla bastırılır. Çentik veya çukur oluşmuyorsa kuruma tamamlanmıştır. Ya da kenarından kaldırıp çekince kuruma yüzeyinden kolayca sıyrılıyorsa kuruduğu anlaşılmaktadır [6]. Bir diğer yolda doğrudan orta kısmına dokunmaktır. Merkezi nemliyse pestil kurumamıştır [44]. Pestil gereğinden fazla kurutulursa

kırılgan ve ufalanır halde olur. Tam kurumazsa da depolamada küflenerek bozulmaktadır [6].

Kurutma pestil üretimindeki en önemli aşamadır [28]. Pestilde kurutma sıcaklığı, hava akışı ve örnek kalınlığının kuruma karakteristikleri üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, hava akışı hariç çalışılan değişkenlerin ürün nemi üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir [23]. Yapılan bir başka çalışmada kurutma hava sıcaklığının, hava neminin ve hava akış hızının, jackfruit isimli meyvenin pestilinin kurutulması üzerine etkileri incelenmiş, kurutma sıcaklığı arttıkça kuruma oranının arttığı ve son üründeki nem oranının düştüğü tespit edilmiştir. Ayrıca artan hava bağıl nemi kuruma oranını düşürmüştür, kurutma süresini ve son ürün nem oranını arttırmıştır. 1.5 m/s üzerinde hava akış hızı kullanılmasından jackfruit pestilinin kurutulmasında kaçınılması gerektiği bildirilmiştir. Çünkü bu değerlerin üzerindeki hızlarda kuruma oranı hava akışından bağımsız gerçekleşmiştir. Ürün rengi ise 50°C'nin üzerindeki sıcaklıkta belirgin değişiklik göstermiştir. Bu nedenle pestilin kurutulması için optimum sıcaklığın 50°C olduğu bildirilmiştir. Bağıl nem oranı ve hava akış hızı ise ürün rengini etkilememiştir [9]. Durian isimli meyvenin pestilinde kurutma şartlarının optimizasyonu üzerine yapılan bir çalışmada ise, sıcak hava kabin tip kurutucuda ve fırında kurutularak üretilen durian pestillerinin bazı fizikokimyasal özellikleri incelenmiştir. Sıcaklık ve zaman bağımsız değişkenler olarak belirlenmiş, her iki değişkeninde duyu özellikleri belirgin şekilde etkilediği tespit edilmiştir. Kabinde kurutulan ürünün Hunter b değeri hariç, sonuçlar kurutma koşullarının nem, su aktivitesi, enzimatik

olmayan esmerleşme, tekstür ve C vitamini değerlerini belirgin bir şekilde etkilediğini göstermiştir. Her iki kurutucu ile elde edilen pestiller, tat, aroma, tekstür, görünüm ve genel kabul edilebilirlik açısından yapılan duyuşal değerlendirmeden olumlu sonuçlar almışlardır [28]. Papaya ve elma karışımından, üç farklı sıcaklıkta (55, 65 ve 75°C'ler) kurutma ile elde edilen pestillerdeki C vitamini korunumu üzerine yapılan bir çalışmada ise, meyve püresindeki C vitamini miktarı 31,23 mg/100 g iken, 55°C'de kurutulmuş pestilde 23.42 mg/100 g, 65°C'de kurutulmuş pestilde 21.86 mg/100 g ve 75°C'de kurutulmuş pestilde 17.18 mg/100 g olarak bulunmuştur. Kurutma sıcaklığı yükseldikçe kurutma süresi kısalmış ve bu çalışmada bu durum C vitamini korunumunu arttırmıştır [58]. Çilek pestili üzerine yapılan bir başka çalışmada ise yine üç farklı sıcaklıkta (55, 65 ve 75°C'ler) kurutma ile elde edilen pestillerdeki fenolik bileşik miktarlarının yükselen kurutma sıcaklığı ile belirgin şekilde azaldığı (55°C > 65°C > 75°C), bu çalışmada düşük sıcaklık ve uzun kurutma süresinin fenolik bileşik korunumunu daha iyi sağladığı ve 10 haftalık depolama boyunca fenolik bileşik miktarlarının stabil kaldığı bulunmuştur [59].

PAKETLEME VE DEPOLAMA

Pestil üretiminde önemli bir unsur da paketlemedir. Paketleme materyalinin, kolay kullanılabilir ve aynı zamanda ürünün tüketimini kolaylaştırıcı olması gerekir. Ayrıca pestil, yüksek oranda higroskopik bir üründür. Yapısal olarak ortam neminden kolaylıkla etkilenebilmektedir. Depolanmasında üründeki nem değişiminin tekstürel özelliklerini etkilemesi de karşılaşılabilen bir sorundur. Bu nedenle kullanılan ambalajın nem geçirgenliği çok önemlidir. Üretim sonrası uygun paketleme materyali ile derhal paketlenmelidir [60]. Bu amaçla, selofan kağıt ya da polietilen ambalaj malzemeleri kullanılabilir [61]. Ambalajlanan pestil, temiz ve kuru bir ortamda depolanmalıdır [15]. Pestil depolama ile ilgili literatürde yer alan bir çalışmada, iki farklı elma püresi formülasyonundan elma pestilleri hazırlanmış ve bunların kurutma sonrası ve depolama boyunca esmerleşme indeksi, antioksidan aktivite gibi bazı parametrelerindeki değişimler değerlendirilmiştir. İlk elma püresi formülasyonunda şeker ve sitrik asit bulunurken, ikinci formülasyonda bunlara ek olarak potasyum metabisülfid yer almıştır. Yedi aylık depolama sonunda asitlikteki değişimin ihmal edilebilir olduğu, su aktivitesinin değişmediği ve maya-küf sayılarının depolama boyunca düşük kaldığı bildirilmiştir. Ayrıca her iki formülasyonda da depolama boyunca esmerleşme indeksi sürekli artmakla birlikte potasyum metabisülfid eklenen formülasyonda bu artış daha sınırlı olmuştur. Yine antioksidan aktivitesindeki azalma, potasyum metabisülfid eklenen formülasyonda %15,9 iken diğer formülasyonda %47 olmuştur [7]. Yapılan başka bir çalışmada ise, papaya püresine sakkaroz ve kükürtdioksit ekleyerek elde edilmiş olan pestilde, kükürtdioksitin depolama ve işlem boyunca renkteki değişimi azalttığı belirlenmiştir [20]. Üç farklı formülasyondan hazırlanan durian pestilleri ile yapılan bir çalışmada da pestiller on iki hafta depolanarak fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri

incelenmiştir. On iki haftalık depolama sonunda tüm durian pestillerinin stabil olduğu ve küf sayılarının düşük olduğu tespit edilmiştir [62]. Yapılan bir diğer çalışmada ise, dört farklı ambalaj malzemesi kullanarak durian pestilinde depolama stabilitesi çalışılmıştır. Çalışmada kullanılan ambalajlar, lamine alüminyum folyo, yüksek yoğunluklu polietilen, düşük yoğunluklu polietilen ve polipropilendir. Depolama oniki hafta boyunca sürdürülmüştür. Depolama sonunda enzimatik olmayan esmerleşme tüm ürünlerde artarken en fazla artış düşük yoğunluklu polietilen ambalajda bulunan üründen gerçekleşmiştir. Toplam mezofilik bakteri ve maya-küf sayıları ise tüm örneklerde depolama boyunca düşük kalmıştır. Örneklerde yapılan duyuşal analiz sonuçlarına göre ise tüm örnekler depolama boyunca panelistlerce kabul edilebilir bulunmuştur [63]. Bu çalışmada sonuçlarından da pestillerin uygun şart ve koşullarda depolandıkları takdirde, genel olarak, fizikokimyasal ve mikrobiyolojik olarak oldukça stabil ürünler oldukları gözlenmektedir.

PESTİLİN KULLANIM ALANLARI

Pestil, atıştırmalık meyve çerezi olarak tüketiminin yanında, bisküvi, kurabiye, dondurma gibi çeşitli gıdalarda bileşen olarak yer almakta [19], pasta dolgusu olarak ve tatlılarda da kullanılabilir [64, 44]. Ayrıca gıdalarda raf ömrünü uzatmak için yenilebilir film olarak kullanılabileceği bildirilmiştir [65]. Ülkemizde de pestilden ballı tatlı, muska, pikolalı köme, çokopestil gibi ürünler geliştirildiği bildirilmiştir [10].

SONUÇ

Geleneksel kurutulmuş meyve çerezi olan pestiller, özellikle enerji, mineral madde ve lif açısından zengin gıdalardır. Pestil geleneksel bir ürün olmakla birlikte endüstriyel olarak da üretimi yapılmaktadır. Dayanıklı olması, hafif olması, kolay paketlenmesi ve kolay tüketimi gibi özellikleri ile gitgide artan bir popülerite ve talebe sahiptir. Ayrıca üretildikleri meyveler dolayısıyla barındırdıkları fenolik bileşikler, karotenoidler gibi fonksiyonel bileşenler de, gelecekte üretim koşullarının daha da geliştirilerek, yaygın üretilen ve tüketilen, alternatif bir atıştırmalık olabilmeleri açısından bu ürünleri daha cazip kılmaktadır. Meyveciliğe olan ilginin artması ve bu alandaki gelişmeler, meyvelerin değerlendirilmesi ve katma değer sağlanması açısından farklı ürünlere işlenmelerini gerekli kılmaktadır. Meyvelerin kurutulması ya da pestile işlenmesi, özellikle fonksiyonel gıda pazarına yönelik, yurtiçi ve ihracat için önemli potansiyele sahip seçeneklerdir. Bu bağlamda ürünlerin fonksiyonel özelliklerinin ortaya konması, üretim metotları, depolama ve paketlenmeleri ile ilgili çalışmaların yapılmasının yanında özellikle ürün tanıtımına da ağırlık verilmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] Topdaş, E.F., Başlar, M., Ertugay, M.F. (2011). Elmaların ozmotik kurutulması üzerine ultrases işleminin etkisi. *Akademik Gıda*, 9(5), 6-10.
- [2] Moys, A.L. (1981). Drying of apple pures. *Journal of Food Sciences*, 46(3), 939-942.

- [3] Raab, C., Oehler, N. (1976). Making Dried Fruit Leather. Oregon State University Extension Service.
- [4] Che Man, Y.B., Sin, K.K. (1997). Processing and consumer acceptance of fruit leather from the unfertilised floral parts of jackfruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 75(1), 102-108.
- [5] Johnson, M.M. (1983). Fruit leather. Montana State University Cooperative Extension Service.
- [6] Ayotte, E. (1980). Fruit leather. Alaska Cooperative Extension Service. Fairbanks, Alaska.
- [7] Ruiz, N.A.Q., Demarchi, S.M., Massolo, J.F., Rodoni, L.M., Giner, S.A. (2012). Evaluation of quality during storage of apple leather. *Food Science and Technology*, 47(2), 485-492.
- [8] Phimpfarian, C., Jangchud, A., Jangchud, K., Therdthar, N., Prinyawiwatkul, W., No, H.K. (2011). Physicochemical characteristics and sensory optimization of pineapple leather snack as affected by glucose syrup and pectin concentrations. *International Journal of Food Science and Technology*, 46, 972-981.
- [9] Chowdhury, M.M.I., Bala, B.K., Haque, M.A. (2010). Mathematical modeling of thin-layer drying of jackfruit leather. *Journal of Food Processing and Preservation*, 35(6), 797-805.
- [10] Yıldız, O., Aliyazicioğlu, R., Şahin, H., Aydın, Ö., Kolaylı, S.A. (2011). Akdut (*Morus alba*) pekmezi, pestili ve kömesinin üretim metotları. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1(1), 44-53.
- [11] Anonim, (2015a). Erişim tarihi:22.08.2015 www.semireraslan.com.
- [12] Doymaz, İ. (2012). Evaluation of some thin-layer drying models of persimmon slices (*Diospyros kaki L.*). *Energy Conversion and Management*, 56, 199-205.
- [13] Nas, S., Nas, M. (1987). Pekmez ve pestilin yapılışı, bileşimi ve önemi. *Gıda*, 12(6), 347-352.
- [14] Madhar, K., Parimita. (2016). Studies on Development of Tomato Leather Prepared for Geriatric Nutrition. *Journal of Nutrition and Food Sciences*, 6(1), 1000446.
- [15] Ekşi, A., Artık, N. (1984). Pestil işleme tekniği ve kimyasal bileşimi. *Gıda*, 9(5), 263-266.
- [16] Cagindi, O., Ötles, S. (2005). Comparison of some properties on different types of pestil: a traditional product in Turkey. *International Journal of Food Science and Technology*, 40, 897-901.
- [17] Sablani, S.S., Rahman, M.S. (2008). Fundamentals of Food Dehydration. Food Drying Science and Technology. Edited by Hui, Y.H., Clary, C., Farid, M.M., Fasina, O.O., Noomhorm, A., Welti-Chanes, J. DEStech Publications, Inc. 439 North Duke St., 1st Floor Lancaster, Pennsylvania 17601 U.S.A., 792p.
- [18] Azeredo, H.M.C., Brito, E.S., Moreira, G.E.G., Farias, V.L., Bruno, L.M. (2006). Effect of drying and storage time on the physico-chemical properties of mango leathers. *International Journal of Food Science and Technology*, 41(6), 635-638.
- [19] Irwandi, J., Che Man, Y.B., Yusof, S., Selamat, J., Sugisawa, H. (1998). Effect of glucose syrup solid, sucrose, hydrogenated palm oil and soy-lecithin on sensory acceptability of durian leather. *Journal of Food Processing and Preservation*, 22(1), 13-25.
- [20] Chan, H.T., Cavaletto, C.G. (1978). Dehydration and storage stability of papaya leather. *Journal of Food Science*, 43(6), 1723-1725.
- [21] Troller, J.A. (1980). Influence of water activity on microorganisms in foods. *Food Technology*, 34, 76-80.
- [22] Suna, S., Tamer, C.E., Incedayı, B., Sınır, G.Ö., Çopur, Ö.V. (2014). Impact of drying methods on physicochemical and sensory properties of apricot pestil. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 13(1), 47-55.
- [23] Maskan, A., Kaya, S., Maskan, M. (2002). Hot air and sun drying of grape leather (pestil). *Journal of Food Engineering*, 54(1), 81-88.
- [24] Madhav, K., Parimita, E. (2016). Development of fruit leather fortified with Calcium. *International Journal of Home Science*, 2(1), 277-279.
- [25] Şengül, M., Yıldız, H., Güngör, N., Okçu, Z. (2010). Total phenolic content, antioxidant activity, some physical and chemical properties of Pestil. *Asian Journal of Chemistry*, 22(1), 448-454.
- [26] Guarte, R.C., Pott, I., Mühlbauer, W. (2005). Influence of drying parameters on β -carotene retention in mango leather. *Fruits*, 60(4), 255-265.
- [27] Hung, P.V., Duy, T.L. (2012). Effects of drying methods on bioactive compounds of vegetables and correlation between bioactive compounds and their antioxidants. *International Food Research Journal*, 19(1), 327-332.
- [28] Che man, Y.B., Jaswir, I., Yusof, S., Selamat, J., Sugisawa, H. (1997). Effect of different dryers and drying conditions on acceptability and physicochemical characteristics of durian leather. *Journal of Food Processing and Preservation*, 21, 425-441.
- [29] Jane, J. (2009). Structural features of starch granule II. Chapter six. Starch Chemistry and Technology, Third Edition. Edited by BeMiller, J., Whistler, R., Academic Press, 193-236p.
- [30] Svihus, B., Uhlen, A.K., Harstad, O.M. (2005). Effect of starch granule structure, associated components and processing on nutritive value of cereal starch: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 122, 303-320.
- [31] Anonim, (2012). Batur, A. Tahıl Teknolojisi I. www.kirklareli.edu.tr/download//by-files/56412277.html.
- [32] Anonim, (2016). www.geocities.ws/parrun2000/carbohydrate.html.
- [33] Blazek, J., Copeland, L. (2009). Effect of monopalmitin on pasting properties of wheat starches with varying amylose content. *Carbohydrate Polymers*, 78(1), 131-136.
- [34] Gönül, M. (1978). Nişastanın gıda endüstrisinde kullanımı. *Gıda*, 3(3), 113-119.
- [35] Batu, A., Kaya, C., Çatak, J., Şahin, C. (2007). Pestil üretim tekniği. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 1, 71-81.
- [36] Anonim, (2013). Şekerli Ürünler Teknolojisi. [www.drkc.110mb.com/sugarsubj%20\(7\).pdf](http://www.drkc.110mb.com/sugarsubj%20(7).pdf).
- [37] Biliaderis, C.G. (2009). Structural transitions and related physical properties of starch. Chapter eight.

- Starch Chemistry and Technology, Third Edition. Edited by BeMiller, J., Whistler, R., Academic Press, 293-372p.
- [38] Anonim, (2014). Starch Gelatinization and Pasting, Gelation and Uglification. <http://www.cfs.purdue.edu/class/f&n630/gelatinizati on.ppt>.
- [39] Anonim, (1985). Maltodextrin builds solids base in fruit leathers. *Prepared Foods*, 154(6), 140.
- [40] Doymaz, İ., İsmail, O. (2011). Drying characteristics of sweet cherry. *Food and Bioproducts Processing*, 89(1), 31-38.
- [41] Vatthanakul, S., Jangchud, A., Jangchud, K., Therdthai, N., Wilkinson, B. (2010). Gold kiwifruit leather product development using quality function deployment approach. *Food Quality and Preference*, 21, 339-345.
- [42] Bonazzi, C., Dumoulin, E. (2011). Quality changes in food materials as influenced by drying processes. *Modern Drying Technology*, 3: Product Quality and Formulation, First Edition. Edited by Tsotsas E., Mujumdar, A.S. Wiley-VCH Verlag GmbH&C.
- [43] Ruiz, N.A.Q., Demarchi, S.M., Giner, S.A. (2011). Research on dehydrated fruit leathers. *11. International Congress on Engineering and Food*. Atina, Yunanistan.
- [44] Brown, S. (2009). Fruit Leathers. Food Safety&Nutrition. Washington State University, Clark County Extension.
- [45] Liess, D., 2003. New recommendations for drying fruit leather and meat jerky. Colorado State University Cooperative Extension.
- [46] Anonim, (2017). How does eating affect your blood sugar. <https://www.healthline.com/health/and-after-effect-eating-blood-sugar#carbohydrates3>.
- [47] Nas, S., Gökalp, H.Y. (1993). Kuşburnu ve pestil teknolojisi ve gıda değeri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(2), 142-150.
- [48] Anonim, (2015b). www.haberkelkit.com/haber-kelkit-in-ilk-pestil-fabrikasi-uretime-basladi-7996.html.
- [49] Huang, X., Hsieh, F. (2005). Physical properties, sensory attributes and consumer preference of pear fruit leather. *Journal of Food Science*, 70(3), 177-186.
- [50] Hughes, K.V., Willenberg, B.J. (2004). Quality for keeps: Drying foods. University of Missouri Extension.
- [51] Doymaz, İ., 2010. Effect of citric acid and blanching pre-treatments on drying and rehydration of Amasya red apples. *Food and Bioproducts Processing*, 88, 124-132.
- [52] Kingsly, A.R.D., Singh, R., Goyal, R.K., Singh, D.B. (2007). Thin-layer drying behaviour of organically produced tomato. *American Journal of Food Technology*, 2(2), 71-78.
- [53] Wagner, M.K., Mennes, M.E., Johnson, C.E. (1987). Drying Food at Home. Historical documents of the Purdue Cooperative Extension Service, 939.
- [54] Ramaswamy, H., Marcotte, M. (2006). Food Processing Principles and Applications. CRC Press, 6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300 Boca Raton, 420p.
- [55] Jaturonglumlert, S., Kiatsiriroat, T. (2010). Heat and mass transfer in combined convective and far-infrared drying of fruit leather. *Journal of Food Engineering*, 100, 254-260.
- [56] Fellows, P.J. (1998). *Food Processing Technology*. Woodhead Publishing Limited, 505p, Abington Hall, Abingdon, Cambridge, CB1 6AH, England.
- [57] Sunderland, R. (2001). Hot air dryers. Snack food processing. Lancaster, Technomic Publishing Company, 205-226p.
- [58] Fulchand, C.R., Gunvantiao, J.V., Pralhad, I.M. (2015). Studies on effect of drying temperature and storage time on vitamin-C retention capacity and moisture content of papaya-apple fruit leather. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 34(4), 319-323.
- [59] Nikagolla, N.G.D.N., Gama-Arachchige, N.S. (2016). Antioxidant content, microbial quality and consumer preference of one-ingredient strawberry fruit leather. *Proceedings of Postgraduate Institute of Science Research Congress*, 7-8 Ekim 2016, Sri Lanka.
- [60] Valenzuela, C., Aguilera, J.M. (2015). Effects of different factors on stickiness of apple leathers. *Journal of Food Engineering*, 149, 51-60.
- [61] Dauthy, M.E. (1995). Fruit and vegetable processing. *FAO Agricultural Services Bulletin*, 119, 25-109.
- [62] Irwandi, J., Che Man, Y.B. (1996). Durian leather: Development, properties and storage stability. *Journal of Food Quality*, 19(6), 479-489.
- [63] Irwandi, J., Che Man, Y.B., Yusof, S., Jinap, S., Sugisawa, H. (1998). Effects of type of packaging materials on physicochemical, microbiological and sensory characteristics of durian fruit leather during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 76, 427-434.
- [64] Babalola, S.O., Ashaye, O.A., Babalola, A.O., Aina, J.O. (2002). Effect of cold temperature storage on the quality attributes of pawpaw and guava leathers. *African Journal of Biotechnology*, 1(2), 61-63.
- [65] Kaya, S., Maskan, A. (2003). Water vapor permeability of pestil (a fruit leather) made from boiled grape juice with starch. *Journal of Food Engineering*, 57(3), 295-299.