



Moleküler Probiyotik Dondurma (Molecular Probiotic Ice Cream)

*Berrin ONURLAR^a , Fügen DURLU ÖZKAYA^b 

^a Ankara Hacı Bayram Veli University, Institute of Social Science, Department of Gastronomy and Culinary Arts, Ankara/Turkey

^b Ankara Hacı Bayram Veli University, Faculty of Tourism, Department of Gastronomy and Culinary Arts, Ankara/Turkey

Anahtar Kelimeler

Moleküler gastronomi
Kefir dondurması
Duyusal değerlendirme
Sıvı nitrojen

Öz

Moleküler gastronomi uygulamaları, dünya çapında birçok üç Michelin yıldızlı restoranda uygulanmakta olan yenilikçi bir yaklaşım olarak nitelendirilmektedir. Araştırmada, moleküler mutfak tekniği kullanılarak sağlıklı bir ürünün ilgi çekici bir yöntemle sunulması amaçlanmıştır. Moleküler sunum tekniğinin Türk mutfağına kazandırılmasının yanı sıra, sağlık yönünden kıymetli bir ürün olan kefirin, çocukların ilgisini çekecek dondurmaya dönüştürülmesi ve böylece hem çocuklar hem de yetişkinler tarafından tüketiminin artırılması bir diğer amacı oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında kefir kullanılarak probiyotik dondurma miksi üretilmiştir. Hazırlanan miks kesikli dondurma makinesi ve sıvı nitrojen kullanılarak dondurma işlemine tabi tutulmuş, iki aşamalı üç deneme yapılmıştır. Üretilen dondurmaların görünüş, koku, doku ve lezzet profilleri eğitilmiş panelist grup tarafından duyu analizi tekniği ile değerlendirilmiştir. Ayrıca moleküler probiyotik dondurmanın genel beğeni düzeyi de belirlenmiştir. Moleküler probiyotik dondurma doku kriterinde kremi ve homojen yapısı ile en başarılı ürün olarak nitelendirilmiş, ancak kefir tadı ve aroması çok yoğun bir şekilde hissedilmiştir. Geleneksel yöntemle elde edilen dondurma % 74,6 genel beğeni düzeyine sahipken, moleküler yöntemle üretilen dondurma % 89,3 ile daha çok beğeni görmüştür. Tüketici beğeni testi sonuçlarına göre katılımcıların cinsiyeti ve eğitim gördükleri bölüm beğeni üzerinde etkili olmazken yaş ve sınıf faktörü beğeniye etkilemiştir.

Keywords

Molecular gastronomy
Kefir ice cream
Sensory evaluation
Liquid nitrogen

Abstract

Molecular gastronomy applications are described as an innovative approach that is being implemented in many three Michelin star restaurants around the world. In the research, it is aimed to present a healthy product by using an interesting method with molecular kitchen technique. In addition to aim of acquiring the molecular presentation technique in the Turkish cuisine, another aim is transforming kefir, a valuable health product, into an ice cream that attracts children and thus increases consumption by both children and adults. In the scope of the study, probiotic ice cream is produced using kefir. The prepared mixture is freeze-thawed using liquid nitrogen and batch freezer. Three trials have been done in two stages. The produced ice cream is evaluated by sensory analysis technique by a group of educated panelists. The ice cream is evaluated by the panelists in terms of appearance, smell, texture and taste, and the overall level of appreciation is also determined. Molecular probiotic ice cream is characterized as the most successful product with a creamy and homogenous structure in the criteria of tissue, but the taste and flavor of kefir is felt very intensely. The ice cream obtained by the conventional method has a general appreciation level of 74,6%, while the ice cream produced by the molecular method is more popular with 89,3% liking rate. According to the results of the consumer appreciation test, the gender of the participants and the education section did not affect the level of appreciation, while the age and class factor affected the liking.

* Sorumlu Yazar.

E-posta: berrinonurlar@gmail.com (B. Onurlar)

GİRİŞ

Dondurma, birçok gıda maddesinin aksine donmuş durumda yenilecek şekilde tasarlanmıştır. Bu nedenle dondurma işlemi sırasında oluşan buz kristallerinin boyutu önemli olup, dondurmanın dokusunu, lezzetini (Barham, 2013; Everington, 1991), tüketim anındaki sertliğini, pürüzsüzlüğünü ve soğukluk hissetme miktarını etkilemektedir (Bodyfelt, Tobias and Trout,1988; Marshall, Goff ve Hartel, 2003). Dondurmada yumuşak ve kremi yapı bir kalite kriteri olarak da değerlendirilmektedir. Bu nedenle dondurma üreticileri tüketim zamanında duyuşal algılama eşiğinin altında buz kristallerine sahip dondurma üretmek için çalışmalar yapmaktadır (Bodyfelt ve diğlerleri, 1988; Marshall ve diğlerleri, 2003). Barham (2013) ile Jones, Krebs ve Bank (2011) geleneksel dondurma üretim yönteminin dışında sıvı nitrojen kullanarak, -196°C gibi çok düşük bir sıcaklıkta dondurma işlemi ile birkaç nanometre büyüklüğünde buz kristallerine sahip, kremi yapıda dondurma üretilebilme imkânı olduğunu ifade etmektedir. Mutfak uygulamalarında sıvı nitrojen kullanımı, son zamanlarda popüleritesi artan moleküler gastronomi tekniklerinden biri olup, birçok moleküler gastronomi uygulamasında kullanılmaktadır.

Moleküler gastronomi, malzemelerin dönüşümü arkasındaki kimyasal nedenleri açıklamak ve araştırmak için; yiyecekleri hazırlarken ve pişirirken meydana gelen fiziksel ve kimyasal süreçleri inceleyen bunun yanı sıra mutfağın ve gastronomik fenomenlerin sosyal, sanatsal ve teorik bileşenlerini inceleyen bir bilim dalı olarak ifade edilmektedir (Linden, McClements ve Ubbink, 2008; Nguyen, 2010). Moleküler mutfak da yemek hazırlama ve pişirmede yeni teknik, araç, içerik ve yöntemleri kullanan yenilikçi bir akım olarak tanımlanmaktadır (This, 2013).

Moleküler gastronomi, ilk kez Nicholas Kurti ve Herve This tarafından 1988 yılında bir disiplin olarak tanımlanmıştır (Linden ve diğlerleri, 2008; This, 2006; Yılmaz ve Bilici, 2013). This, bu fenomeni " herhangi bir tabağın hazırlanmasının ardındaki kimya ve fizik" olarak tanımlamaktadır (Cousins ve diğlerleri, 2010). Brillat-Savarin'in insanın beslenmesinde bilginin önemine vurgu yaptığı gastronomi tanımlaması da moleküler gastronomi teriminin başlangıç noktası olmuştur (Cousins ve diğlerleri, 2010).

MOLEKÜLER GASTRONOMİ TEKNİKLERİ

Moleküler gastronomi mutfak uygulamalarında, sous vide tekniği ile pişirme, küreleme, jelleştirme, köpük haline getirme, rotatif buharlaştırma, tozlama ve sıvı nitrojen kullanımı teknikleri kullanılmaktadır.

Sous Vide (Vakum Altında) Pişirme Tekniği

Fransızca bir terim olan sous vide, gıdaların vakumlanmış pişirme için üretilmiş ısıya dayanıklı plastik torbalar içinde sıcaklık-süre ilişkisine dikkat edilerek pişirilmesi tekniğidir (Belibağlı ve İnanç-Horuz, 2015; Yılmaz ve Bilici, 2014). Sous vide teknolojisi ilk olarak 1970'li yıllarda Fransız bir aşçının (Pierre Troisgros) kimyacı arkadaşı ile yaptığı çalışma ile başlamıştır. Kaz ciğeri pişirilmesi sırasında oluşan besin ögesi kayıplarını azaltmak için yapılan bu çalışma sonucunda, sous vide tekniği ile pişirilen kaz ciğeri geleneksel yöntemle pişirilen kaz ciğeri nispeten daha düzgün tekstüre sahip olduğu ve besin ögesi kayıplarının daha az olduğu tespit edilmiştir. Moleküler gastronominin de temelleri bu teknikle atılmıştır (Durlu-Özkaya, Aksoy, Eren, Işın, ve Koç, 2015).

Küreleme Tekniği

2003 yılında el Bulli tarafından dünyaya tanıtılan “küreleme tekniği” bir sıvının, başka bir sıvı banyosu içerisinde kontrollü olarak jellemesi esasına dayanmaktadır. Ferran Adria tarafından meyve suyundan yapılan yalancı havyar en bilinen küreleme uygulamasıdır. Farklı boyutlarda yapılabilen kürelerin küçüklerine havyar, büyüklerine ise yumurta, gnocchi ve ravvolyo ismi verilmektedir (Aksoy ve Üner, 2016; Durlu-Özkaya ve diğerleri, 2015).

Sodyum aljinat ve kalsiyum laktat kullanılarak yapılan küreleme işleminde iki teknik kullanılmaktadır. Birinci teknikte; kalsiyum laktat banyosunda, sodyum aljinat ilave edilmiş sıvı gıdalar ya da katı gıdalardan sıkılmak sureti ile elde edilmiş sular ve püreler ince bir zar ile kaplanırken, ikinci küreleme tekniğinde sodyum aljinat banyosunda, kalsiyum laktat ilave edilmiş sıvı gıdalar ya da katı gıdalardan sıkılmak sureti ile elde edilmiş sular ve püreler ince bir zar ile kaplanmaktadır (Özel ve Durlu- Özkaya, 2016; Sezgi ve Durlu- Özkaya, 2016).

Jelleştirme

Jöle yaratma işlemi basitçe herhangi bir akışkanın durağan, katı haline çevrilmesi olarak tanımlanabilir (Durlu-Özkaya ve diğerleri, 2015; Özel ve Durlu- Özkaya, 2016). Bu teknikte sıvı gıdalar ya da katı gıdalardan sıkılmak sureti ile elde edilen sular ve püreler, agar-agar (deniz yosunundan elde edilen doğal bir madde) yardımıyla sıcak jel haline getirilir. Bu tekniği kullanarak fesleğen, parmesan, pancar gibi farklı gıdalardan spagetti, tagliatelli ya da paperdella görünümünde ürünler elde etmek mümkündür (Aksoy ve Üner, 2016).

Köpük Haline Getirme

Bu teknikte doğal lesitin ve köpük makinesi yardımıyla sıvı gıdalar ya da katı gıdaların sıkılarak elde edilen suları köpük haline getirilerek genellikle yemek, salata ve tatlıların süslemelerinde kullanılmaktadır (Aksoy ve Üner, 2016).

Rotatif Buharlaştırma

Gıdalarda bulunan çeşitli bileşiklerin “rotary evaporator” (rotatif buharlaştırıcı) adı verilen bir alet kullanılarak ayrıştırılması ve yoğunlaştırılması tekniğidir. Bu yeni tekniklerin mutfaklarda kullanılması ile moleküler mutfağın en önemli temsilcilerinden olan Heston Blumenthal, Ferran Adria, Peter Gagnier gibi yenilikçi şefler belki de daha önce hiç olmadığı kadar özgün ve yaratıcı, sunumlar ve yemekler ortaya koymuşlardır (Aksoy ve Üner, 2016).

Tozlama

Yüksek yağ oranlı sıvıların maltodekstrin yardımı ile ince, kuru toz haline getirilmesidir. Tozlama işlemini gerçekleştirebilmek için, yüksek yağ oranına sahip karışıma istenilen toz kıvamına gelene kadar maltodekstrin eklenip karıştırılması yeterlidir (Durlu-Özkaya ve diğerleri, 2015).

Sıvı Nitrojen Kullanımı

Çok hızlı bir şekilde soğutma özelliği bulunan sıvı nitrojen başta dondurma olmak üzere çeşitli ürünlerin yapımında kullanılmaktadır (Aksoy ve Üner, 2016). Sıvı nitrojen kullanımı her ne kadar moleküler gastronomi uygulamaları ile gündeme gelse de, Alexis Soyer 1885 yılında sıvı nitrojen kullanılarak üretilen ilk dondurma

tarifini vermiştir. Agnes Marshall'ın 1890 yılında yazdığı yemek kitabında da sıvı nitrojenle dondurma yapımı, Fancy Ices olarak adlandırılmıştır (Cousins ve diğerleri, 2010). 1994 yılında da sıvı nitrojen kullanılarak hazırlanan bir dondurma tarifi, Scientific American adlı dergide "Kimya ile pişirme" başlığı ile yayınlanmıştır (Özel ve Durlu-Özkaya, 2016). İspanya'da bazı şefler daha sonraki dönemlerde sıvı nitrojeni bazı etleri ve sebzeleri pişirmede kullanmışlardır (Cömert ve Çavuş, 2016).

Bu araştırmada, faydaları birçok bilimsel çalışma ile ortaya konmasına karşın tat olarak tercih edilmediği düşünülen probiyotik bir ürün olan kefir, hem çocukların hem de yetişkinlerin severek tükettiği dondurma üretiminde kullanılarak, insanların severek tüketebileceği, ekstra yararlılığa sahip fonksiyonel bir dondurma üretilmesi amaçlanmıştır. Böylelikle kefirin ve dondurmanın yararlı etkilerinin bir araya getirilerek, simbiyotik bir etki oluşturulması hedeflenmiştir. Kefirin kolesterolü düşürücü, anti tümöral, anti bakteriyel, anti fungal ve immünolojik etkileri üzerine yapılan birçok çalışma, kefirin insan sağlığı üzerindeki olumlu etkilerini açıkça ortaya koymaktadır. Ayrıca kefir, laktoz intoleransı olan bireyler tarafından da rahatlıkla tüketilebilmektedir (Durlu-Özkaya, 2015: 82,83). Kefiri bu kadar önemli yapan özellik, probiyotik bir ürün olmasıdır. Probiyotik kültürler, bağırsakta doğal olarak bulunan mikroorganizma popülasyonunu olumlu yönde değiştirerek, insan ya da hayvan sağlığı üzerinde yararlı etkiler yaratan tek veya karışık kültürler olarak tanımlanmaktadır (Alkan, 2012; Durlu-Özkaya ve diğerleri, 2007). Ayrıca dondurma yapımında kullanılan moleküler gastronomi tekniğiyle de tüketicilerin ilgisini çekecek bir tekniği ve sunum çeşidini Türk mutfağına kazandırmak amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Dondurma ve kefir yapımında UHT tam yağlı süt, aroma maddesi ve renklendirici olarak limon suyu ve limon kabuğu, tatlandırıcı olarak şeker, stabilizatör olarak salep kullanılmıştır. Dondurma yapımında kullanılan, süt, şeker, salep, limon Gölbaşı'nda ticari faaliyet gösteren gıda tedarikçilerinden temin edilmiştir. Dondurma miksi Gazi Üniversitesi Turizm Fakültesi uygulama mutfağında hazırlanmıştır. Konvansiyonel dondurma üretimi, Gölbaşı Kutup Dondurma işletmesinde Uğur marka kesikli (batch) dondurucuda, moleküler dondurma üretimi ise Gazi Üniversitesi Turizm Fakültesi uygulama mutfağında sıvı nitrojen kullanılarak yapılmıştır.

Araştırmanın Modeli

Araştırmanın literatür kısmının oluşturulmasında nicel modellerden tarama modeli, uygulama kısmında ise deneme modeli kullanılmıştır.

Kefir Üretimi

Kefir üretiminde UHT süt kullanılmıştır. Kullanılan süt 25 ° C' ye kadar (oda sıcaklığı) ısıtılma tabii tutulduktan sonra, kefir daneleri kullanılarak 24 saat süreyle inkübe edilmiştir. 24 saat sonunda kefir daneleri bir elek yardımı ile süzülerek alınmıştır. Elde edilen kefir dondurma miksi üretiminde kullanılmıştır.

Dondurma Reçetesi ve Dondurmanın Yapılışı

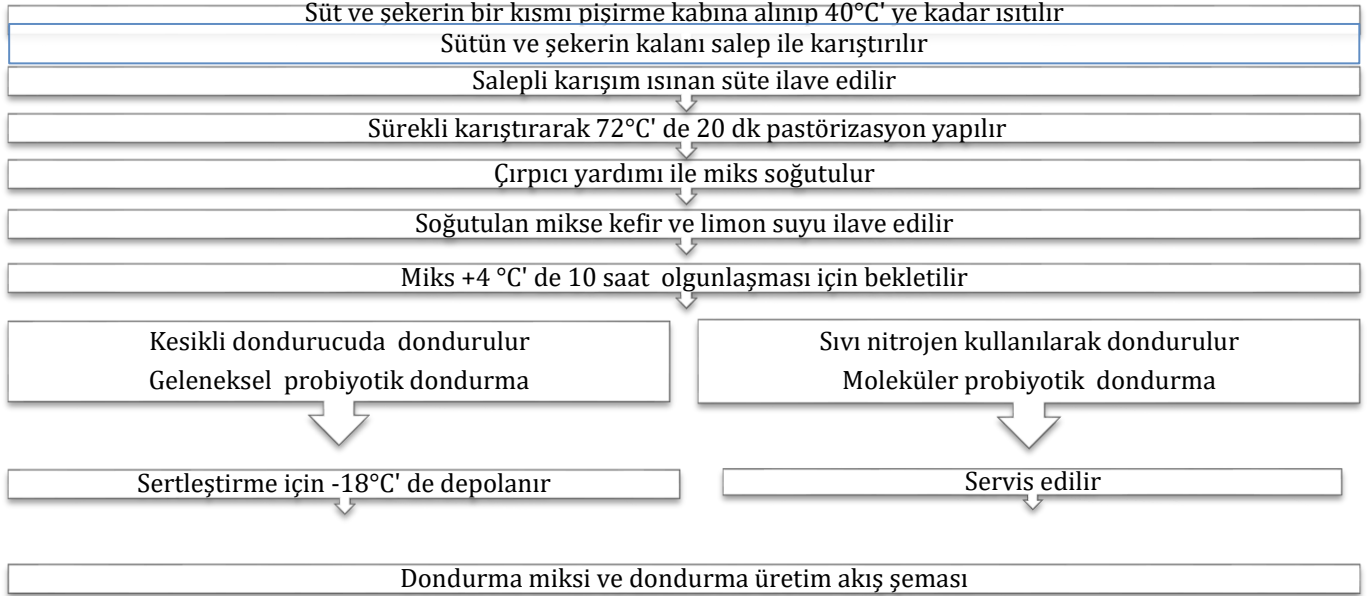
Aytaç, Onurlar ve Durlu- Özkaya (2016) tarafından yapılan kefir dondurması reçetesi dikkate alınarak oluşturulan, denemeler sonucu elde edilen miks formülasyonu Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Probiyotik dondurma miksi bileşen miktarları

Deneme	Kefir		Süt		Şeker		Stabilizatör (salep)		Aroma verici Limon suyu		Renk verici Limon kabuğu	
	Gr	%	ml	%	Gr	%	Gr	%	Gr	%	Gr	%
Son reçete	1000	63,4	235	14,9	270	17,1	10	0,63	55	3,4	7	0,44

Geleneksel üretimi temsilen şahit numuneler kesikli dondurucuda, moleküler teknikle üretilen dondurma ise sıvı nitrojen kullanılarak yapılmıştır. Dondurma miksi ve dondurma üretim akış şeması Şekil 1’ de verilmiştir.

Şekil 1. Dondurma miksi ve dondurma üretim akış şeması



Miks hazırlanma sürecinde şahit numune olarak belirlenen geleneksel probiyotik dondurma miks formülasyonu Tablo 1’de belirtildiği gibi hazırlandıktan sonra süt paslanmaz çelik kazana konulup içerisine hesaplanan şekerin bir kısmı, ilave edilip karıştırılmaya başlanmıştır. Sıcaklık 50-55°C’ye ulaşıncaya kadar geri kalan şekerin içerisine salep ve kalan süt karıştırıldıktan sonra, ocakta ısınan karışıma ilave edilmiştir. Karışımın sıcaklığı yaklaşık 72°C’ ye ulaşıncaya yavaş yavaş karıştırılarak 20 dakika pastörize edilmiş, ısı işlem uygulaması ortalama 35 dakika sürmüştür. Kefirin ısı işlemine maruz kalmaması için miks soğutulduktan sonra, kefir ve aroma maddesi ilave edilmiş, miks içinde homojen dağılımı sağlamak için, miks elektrikli mikserle karıştırılmıştır. Elde edilen miks, 4°C’de 10 saat süre ile olgunlaşmaya bırakılmıştır. Olgunlaşma işlemi sonunda miks Uğur marka kesikli dondurma makinesinde 20 dakika dondurma işlemine tabi tutulmuştur. Makineden alınan yarı donmuş haldeki miks 500 gramlık kaplara alınarak -18 °C’ de sertleşmesi için depolanmıştır.

Tablo 2. Geleneksel probiyotik dondurma reçetesi

Reçete adı: Probiyotik dondurma		Hazırlık süresi: 20 dk		
Pişirme kabı ve aracı: Çelik tencere, ocak, dondurma makinesi		Pişme süresi:30 dk		
Pişirme tekniği: Dondurma		Dondurma süresi:20 dk		
		Toplam ağırlık:1577 gr		
İçindekiler	Net Miktar	Hazırlanışı	Süre (dk)	Notlar
Süt	235ml	Sütün 120 ml'si ayrılır.	1	Derin bir kâseye koyulur
Şeker	270ml	Şekerin 50 gr'ı ayrılır, 120ml süte karıştırılır. Kalan süt ve şeker çelik tencerede karıştırılarak pişirmeye başlanır.	9	
Salep	10	Toplamda 170 ml lik karışıma salep eklenir. Salep eriyince ısınan şekerli süte ilave edilerek ısıtmaya devam edilir.	30	Topakların dağılması için çırpılarak karıştır. Kaynamaya başladıktan sonra 20 dakika pişirilir. Ara ara karıştırılarak soğutulur.
Limon kabuğu	7	Isınan karışıma limon kabuğu ilave edilir.	5	Limonların kabuklarını ince rende ile rendelenir. Ocaktan indirmeye 10 dakika kala mikse eklenir.
Kefir	1000	Piştirilip oda sıcaklığına kadar soğutulan karışıma kefir ilave edilir.		Kefir ilave edilirken bir taraftan da karıştırmaya devam edilir.
Limon suyu	55	Karışıma limon suyu ilave edilir.		İyice karıştırılarak limon suyunun her yere eşit dağılmasını sağlar.
		Hızlıca soğutulan miks +4°C' de olgunlaştırılır	600	
		Olgunlaşan karışım dondurma makinesine boşaltılır ve 20 dk. soğutma ve havalandırma işlemine tabi tutulur.	20	Makineden çıkan dondurma uygun ambalajlara alarak -18 °C'de depolanarak sertleştirilir.

Moleküler probiyotik dondurma yapımında da geleneksel probiyotik dondurma yapımında kullanılan miks formülasyonu (Tablo 1) ve geleneksel probiyotik dondurma reçetesi (Tablo 2) kullanılarak miks hazırlanmıştır. Aynı özelliklere sahip miks kullanılarak, dondurma üretim yönteminin dondurmanın duyuşal özellikleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Olgunlaştırma işleminden sonra mikse sıvı nitrojen ilave edilerek bir karıştırma aparatı yardımı ile dondurma işlemi uygulanmıştır. İşlem anında miksin taş gibi donmasını engellemek için sıvı nitrojen aralıklarla ilave edilmiş, bu arada miks karıştırılarak ısının her yere homojen bir şekilde dağılması sağlanmıştır. Nitrojenin yüksek genleşme oranına sahip olması nedeniyle işlem sırasında oksijen yetersizliğine karşı çalışma ortamı havalandırılmıştır. Nitrojen mikse ilave edildiği anda oluşan sıçramalardan cildin korunması için dikkat edilmiştir. Nitrojen kullanılarak yapılan dondurmanın en büyük tehlikelerinden biri de soğuk yanması ve soğuk nitrojen buharının göze verebileceği hasarlardır. Bu nedenle sıvı nitrojenle cilt temasından kaçınılmalıdır.

Evren ve Örneklem

Duyusal analiz ölçeği uygulanacak panelin büyüklüğü ve tüketici tercih testi uygulanması gereken örneklem sayısı, Altuğ-Onoğur ve Elmacı'nın "Gıdalarda Duyusal Değerlendirme" kitabı referans alınarak belirlenmiştir.

Altuğ-Onoğur ve Elmacı duyusal analiz panellerinde; eğitilmiş 3-10, yarı eğitilmiş 8-25, eğitilmemiş en az 80 panelistin, hedonik testlerde ise yarı eğitilmiş 8-25, ya da eğitilmemiş en az 80 panelistin kullanılması gerektiğini ifade etmiştir (Altuğ-Onoğur ve Elmacı, 2015; 31). Bu verilere göre; araştırmanın birinci kısmında üretilen dondurmanın uygunluğu, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü yüksek lisans eğitimi alan kişilerden oluşan eğitimli panelist gruba (n=10) uygulanmıştır. Tüketici beğeni testi uygulanan araştırmanın ikinci kısmının evrenini ise tüketiciler oluşturmaktadır. Turizm Fakültesi öğrencileri arasından rastgele örnekleme yolu ile seçilen grup (n=93) örneklem olarak belirlenmiştir.

Verilerin Elde Edilmesi

Araştırma kapsamında veriler, duyu analizi ölçeği ve tüketici beğeni testi kullanılarak elde edilmiştir. Araştırmanın ilk bölümünde eğitimli panelistlere hazırlanan ürünlerle ilgili duyu analizi tekniklerinden tanımlama değerlendirmesi içinde, profil analizinden yararlanılmıştır. Araştırma kapsamında iki farklı üretim yöntemi ile dondurma hazırlanmış ve ürünlerle ilgili Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümünde yüksek lisans eğitimi alan kişilerden oluşan eğitimli panelist gruba (n=10), 24 Nisan - 5 Mayıs 2017 tarihleri arasında duyu analizi ölçeği uygulanmıştır. Araştırmanın ikinci bölümünde ise Turizm Fakültesi öğrencileri arasından rastgele örnekleme yolu ile seçilen gruba (n=93), 8 Mayıs 2017 tarihinde tüketici beğeni testi uygulanarak, ürünün beğeni derecesi değerlendirilmiştir.

Duyusal analiz ölçeği

Duyusal analiz ölçeği, 18 ifade ve 4 soru içeren toplam beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm dondurmanın görünüm özelliklerinin değerlendirildiği altı ifadeden, ikinci bölüm koku özelliğinin değerlendirildiği bir ifadeden, üçüncü bölüm doku özelliklerinin değerlendirildiği 4 ifadeden, dördüncü bölüm lezzet özelliklerinin değerlendirildiği sekiz ifadeden oluşmaktadır. Bir soru ile ürünün genel değerlendirmesi, iki soru ile de katılımcıların ürün hakkındaki görüşleri alınmaktadır. Renk yoğunluğu, kıvam, şeker ve aroma oranlarının sorgulandığı ifadelerde 9 kategorili bipolar skala, diğer ifadeler de 5 kategorili bipolar ve unipolar skala kullanılmıştır.

Tüketici beğeni testi

Tüketici beğeni testi formu 10 ifade ve bir soru içeren iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm katılımcıları tanımlayan özellikleri içeren dört ifadeden, ikinci bölüm ise katılımcıların ürünü değerlendirme kriterlerinin (koku, renk, görünüm, doku ve lezzet) sorgulandığı altı ifade ile ürün hakkındaki kişisel değerlendirmenin yapıldığı bir sorudan oluşmaktadır. Tüketici beğeni testi formu, beş ifadeli hedonik skala kullanılarak hazırlanmıştır. Katılımcılardan, her bir beğeni kriteri için, “hiç beğenmedim”, “beğenmedim”, “ne beğendim ne de beğenmedim”, “beğendim” ve “çok beğendim” seçenekleri arasından birini işaretlemeleri istenmiştir.

Verilerin Analizi

Uygulama sonrasında duyu analizi ölçeği sonuçlarının aritmetik ortalamaları alınarak geleneksel probiyotik dondurma ve moleküler probiyotik dondurmaların sonuçları değerlendirilmiştir.

Belirlenen amaçlar doğrultusunda elde edilen verilerin analizinde betimsel istatistiklerden yararlanılmıştır. Araştırma kapsamında kullanılan tüketici beğeni ölçeğinin Cronbach's Alpha değeri 0,673 bulunmuştur. Kullanılan ölçeğin güvenilir ve iç tutarlılığının yüksek olduğu görülmüştür. Duyusal özellik değerlendirme kriterlerinin normal dağılıma uygunluğunu belirlemek için yapılan Kolmogorov – Smirnov testine göre maddelerin hiç birisinin normal dağılıma uygun olmadığı görülmüştür. Bu sonuca göre ürün algılarında farklılık olup olmadığı, parametrik olmayan yöntemlerle incelenmiştir. Tüketicilerin cinsiyet, eğitim gördükleri bölüm, sınıf ve yaş değişkenlerine göre ürün beğenilerinin farklılaşıp farklılaşmadığını ölçmek için Mann Whitney U ve Kruskal Wallis testleri kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Duyusal Analiz Bulguları

Denemeler sonrasında geleneksel probiyotik dondurma ve moleküler probiyotik dondurmalara uygulanan duyusal analizlerde belirlenen özelliklere verilen puanların ortalamaları Tablo 3 'de verilmiştir. Moleküler probiyotik dondurma görünüm profili sonuçlarına göre ürünün dokusu homojen olarak gözlemlenirken geleneksel probiyotik dondurma pütürlü olarak gözlemlenmiştir. Moleküler probiyotik dondurmanın dokusunda buz kristalleri daha az gözlemlenerek, moleküler probiyotik dondurmanın daha kremi yapıda olduğu tespit edilmiştir.

Geleneksel ve moleküler probiyotik dondurmanın ikisinde de yem kokusu hissedilmemiştir.

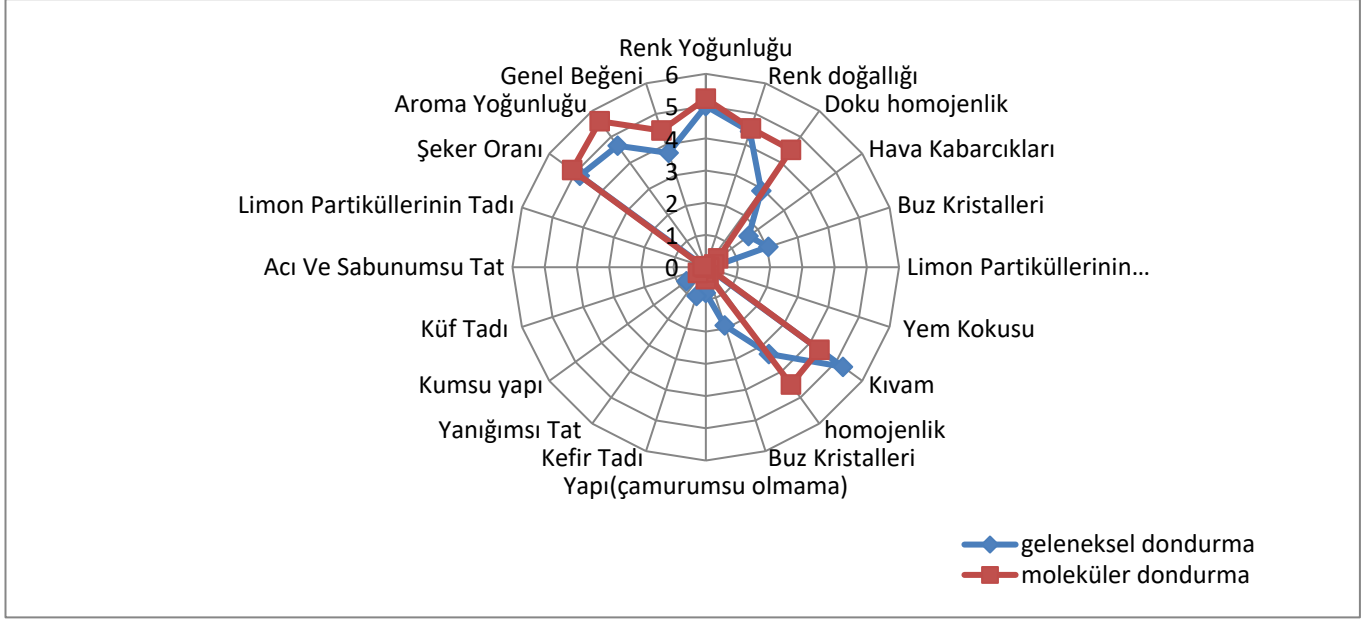
Tadım yoluyla her iki ürün doku profili açısından değerlendirildiğinde; görünüm profilindeki bulgulara paralel olarak, moleküler probiyotik dondurmada buz kristalleri çok az hissedilirken, geleneksel probiyotik dondurmada buzlu bir yapı hissedilmiştir. Bunun sonucu olarak moleküler probiyotik dondurma çok daha homojen olarak değerlendirilmiştir. Tüm profillerde moleküler probiyotik dondurma tam puana yakın puan alırken, özellikle homojenlik ve buz kristallerinin hissedilmemesi, ürünün kremi bir yapıda algılanmasını sağlamıştır. Cook ve Hartel (2010) Dondurma işlemi sırasında, dondurma işlem derecesinin donma hızı ve dolayısı ile çekirdeklenme hızı üzerinde etkisi olduğunu belirterek, dondurma işlemi sırasında donma işlemi ne kadar hızlı gerçekleşirse, çekirdeklenme hızının artarak daha fazla sayıda ve daha küçük boyutlarda, buz kristallerinin oluşacağını ifade etmiştir. Barham (2013) ile Jones, Krebs ve Bank (2011) da dondurma yapımında çok düşük sıcaklıklar (-196,8) kullanılarak birkaç nanometre büyüklüğünde buz kristallerine sahip dondurma yapılabileceğini belirtmiştir. Barham, Jones ve arkadaşlarının ifade ettiği gibi, geleneksel üretim yapan dondurma makinesine kıyasla çok daha düşük sıcaklıklarda dondurma işlemi gerçekleştirilen moleküler probiyotik dondurmada çok daha az oranda buz kristalleri algılanmış buna bağlı olarak da daha homojen bir doku elde edilmiştir. Sıvı nitrojene oranla daha yüksek sıcaklıkta geleneksel dondurma makinesinde üretilen probiyotik dondurmada çekirdeklenme hızına bağlı olarak, daha büyük boyutta buz kristalleri algılanmıştır. Bu sonuçlar da Cook ve Hartel'in sonuçları ile örtüşmektedir. Ancak Russell, Cheney ve Wantling (1999) yaptıkları çalışmada, ürünün dondurucuda kalma süresinin buz kristallerinin oluşumu üzerinde etkili olduğunu, dondurucuda yeniden kristalleşme ile üründe meydana gelen kabalaşmanın, ürünün dondurucuda kalma süresinin azaltılması ile en aza indirilebileceğini belirtmişlerdir. Donhowe ve Hartel (1996) de depolama sıcaklığı ve sıcaklık dalgalanmalarının da yeniden kristalleşme oranını arttırdığını ifade etmiştir. Bu bilgiler ışığında ürünün sertleştirilmesi esnasında meydana gelebilecek ısı dalgalanmalarının da buz kristallerinin oluşmasında az da olsa etkisi olabileceği görülmektedir.

Lezzet profili değerlendirmesinde her iki ürün de lezzet profilinden tam puana çok yakın puanlar alarak lezzet açısından ürünlerin kabul edilebilirliğini göstermiştir. Ancak moleküler probiyotik dondurmada kefirin tadı ve kokusu daha fazla hissedilmiş, aroma ve şeker yoğunluğu da geleneksel dondurmadan daha fazla algılanmıştır. Geleneksel ve moleküler probiyotik dondurma formülasyonlarında kullanılan şeker miktarı aynı olmasına rağmen moleküler probiyotik dondurmada tatlılık daha fazla hissedilmiştir.

Tablo 3. Geleneksel ve moleküler probiyotik dondurma duyuşal değerlendirme sonuçları

Profil	Duyuşal zellikler	Sonuçların ortalama değerleri	
		Geleneksel Probiyotik Dondurma	Moleküler Probiyotik Dondurma
Görünüm	Rengin Yoğunluğu	4,80	4,76
	Rengin Görünümü(doğallık)	4,43	4,53
	Doku Görünümü (homojenlik)	2,93	4,50
	Hava Kabarcıkları bulunmaması	3,36	4,53
	Buz Kristalleri bulunmaması	2,96	4,73
	Limon Partiküllerinin görünümü	4,83	4,90
Koku	Sütten Gelebilecek Yem Kokusu bulunmaması	4,96	4,90
Doku	Kıvam	4,40	4,56
	Ağızda Eriirken Oluşan Yapı(homojenlik)	3,33	4,50
	Buz Kristalleri bulunmaması	3,10	4,73
	Yapı(çamurumsu olmama)	4,20	4,63
Lezzet	Kefirden Gelen Ekşi Tat bulunmaması	4,06	3,83
	Yanığımsı Tat bulunmaması	4,86	4,96
	Ağızda Kumsu yapı hissetmeme	4,26	4,70
	Küf Tadı bulunmaması	4,96	5,00
	Acı Ve Sabunumsu Tat bulunmaması	4,96	4,96
	Limon Partiküllerinin Tadı	4,96	4,90
	Şeker Oranı	4,76	4,86
	Aroma Yoğunluğu	4,66	4,40
Genel beğeni	Genel Beğeni	3,73	4,46

Torre, Varela, Ugliano, Ancin-Azpilicueta, Francis ve Henschke (2011), şarapların fermentasyonunda nitrojen seviyesinin aroma üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmasında; düşük azotlu (160 mg N / l) şarapların, çiçek / meyve aromasının reseptörler tarafından nispeten düşük algılandığını, orta derecede (320 mg N / l) azotlu şarapların ise istenen özellikleri arttırdığı, özellikle de 'çürük elma', 'bayat bira', 'peynir,' ter' ve 'ıslak mukavva' aroması gibi istenmeyen özellikler arasında da iyi bir denge oluşturduğu; azotun türüne bağlı olarak çiçek / meyvemsi özellikler için en yüksek dereceleri ürettiği ifade edilmiştir. Yüksek azot konsantrasyonu (480 mg N / l) ilave edilen azot türüne bağlı olarak çok farklı duyuşal profiller gösterdiği ifade edilmiştir. Amonyum azotunun ilavesi 'tırnak cilası sökücü' ve 'asetik' gibi istenmeyen özelliklerde en yüksek oranlara sahip şaraplara yol açarken, meyve esterlerinin değerleri çok düşük olarak derecelendirilmiştir. Ancak 480 mg N / l'de amino asit ve amonyum azotu ilavesi, sadece amonyum azotu ile oluşturulan konsantrasyonlara göre çok daha yoğun "muz", "meyve esteri", "misk", "çiçek" ve "tropik" aromaların oluşmasını sağladığı ifade edilmiştir. Bu sonuçlar azot takviyesinin miktarı ve türünün Chardonnay şarap uçucu bileşiklerini ve algılanan aromayı büyük ölçüde etkilediğini ortaya koymuştur. Bu yönüyle çalışma, moleküler probiyotik dondurmada hissedilen yoğun aroma algısı ile ilgili olarak nitrojenin aroma arttırıcı etkisini destekler niteliktedir. Şekil 2'de Geleneksel probiyotik dondurma ve moleküler probiyotik dondurma profil analiz diyagramı verilmiştir.

Şekil 2. Geleneksel probiyotik dondurma ve moleküler probiyotik dondurma profil analiz diyagramı

Tüketici Beğeni Testi Bulguları

Geliştirilen ürünün beğenip beğenilmediğinin sorgulandığı bu bölümde, geliştirilen ürünün tüketiciler tarafından beğenilme durumu analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre tüketici beğeni testine katılanların çoğunluğunu, %74,2' lik oranla kadınlar oluştururken, % 25,8' lik kısmını erkekler oluşturmaktadır. Eğitim gördükleri bölüm açısından değerlendirildiğinde çoğunluğun % 41,9 oranla Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü öğrencileri arasından, en az katılımcının da % 6,5 ile Rekreasyon Bölümü öğrencilerinden oluştuğu gözlemlenmiştir. Katılımcıların çoğunluğu % 37,6 ile 4. Sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır. Yaş açısından değerlendirildiğinde de ankete katılanların çoğunluğunu %36,6' lik oranla 21-22 yaş aralığındaki öğrenciler oluşturmuştur. Tablo 4'te katılımcıları tanımlayıcı özellikler verilmiştir.

Tablo 4. Katılımcıları tanımlayıcı özellikler

Cinsiyet	n	%	Bölüm	n	%
Erkek	24	25,8	Seyahat işletmeciliği ve turizm rehberliği	17	18,3
Kadın	69	74,2	Gastronomi ve mutfak sanatları	39	41,9
Yaş durumu	n	%	Rekreasyon	6	6,5
17-18	1	1,1	Turizm işletmeciliği	31	33,3
19-20	28	30,1	Sınıf	n	%
21-22	34	36,6	1	11	11,8
23-24	21	22,6	2	32	34,4
25 ve üstü	9	9,7	3	15	16,1
Toplam	93	100,0	4	35	37,6
			Toplam	93	100,0

Katılımcıların koku, renk, görünüm, doku ve lezzet profiline ilişkin değerlendirme sonuçlarına göre, moleküler probiyotik dondurma doku, renk ve görünüm profillerinde en yüksek ortalama değerler olarak çok beğenilmiştir (Tablo 5). Ürünün rengi doğala çok yakın bulunmakla beraber görünümünde ve dokusunda buz kristalleri çok az hissedilmiş kremi bir doku algılanmıştır. Kefir tadı ve kokusu yoğun olarak hissedilmiş bu nedenle koku ve lezzet

profillerinde daha düşük beğeni almıştır. Bununla birlikte ürün katılımcıların %98'i tarafından beğenilmiştir. Tüketici beğeni testi sonuçlarının eğitilmiş panelistlere uygulanan duyu analiz sonuçları ile örtüştüğü görülmektedir.

Duyu analiz profilinin normal dağılıma uygunluğunu belirlemek için yapılan Kolmogorov – Smirnov testine göre maddelerin hiç birisinin normal dağılıma uygun olmadığı görülmektedir. Bu sonuca göre ürün algılarında farklılık olup olmadığı parametrik olmayan yöntemlerle incelenmiştir.

Tablo 5. Tüketici beğeni testi beğeni ortalama ve standart sapma değerleri

Duyu Özellikler	Beğeni Ortalamaları	Beğeni Oranı %	Std sapma
Koku	3,70	60,2	1,275
Renk	4,30	85	0,844
Görünüm	4,29	82,8	0,842
Doku	4,41	91,4	0,755
Lezzet	4,09	75,3	1,167

* Ölçek soruları 5'li likert tipte Hiç Beğenmedim (1) - Çok Beğendim (5) şeklinde sorulmuştur

Duyu analiz profilinin algılanmasında, cinsiyet değişkeni bakımından farklılık olup olmadığı Mann-Whitney U testi ile incelenmiş, elde edilen bulgulara göre ürünün; koku, renk, görünüm, doku ve lezzet profilinin hiç birinde katılımcıların cinsiyet değişkeni bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır.

Duyu analiz profilinin algılanmasında, eğitim görülen bölüm, sınıf ve yaş değişkeni, bakımından, farklılık olup olmadığı Kruskal Wallis testi ile incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre; koku, renk, görünüm, doku ve lezzet profilinin hiç birinde, katılımcıların eğitim aldıkları bölüm değişkeni bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamış, sadece lezzet profili algılanmasında katılımcıların sınıf ve yaş değişkeni bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Bu profilde en düşük beğenin 3. Sınıf öğrencilerinde en yüksek beğenin ise 1. Sınıf öğrencilerinde, yine en düşük beğenin 21-22 yaş grubu öğrencilerde, en yüksek beğenin ise 25-üzeri yaş grubu öğrencilerde olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçlara bakıldığında cinsiyetin beğeni üzerinde etkisi olmazken, en çok beğeni birinci sınıflarda olmakla beraber yine en çok beğenin 25 yaş üstü öğrenciler tarafından olması, lezzet profil beğenisinde belirleyici faktörün, sınıf faktöründen ziyade yaş faktörü olduğunu göstermektedir (Tablo 6).

Tablo 6. Ürün algısının tüketicilerin cinsiyet, eğitim gördükleri sınıf, bölüm ve yaş değişkenleri açısından incelenmesi

Cinsiyet	Kadın n = 69	Erkek n= 24	Test istatistiği bulguları				
	Sıra istatistikleri Ort.	Sıra istatistikleri Ort.	U	Z	p		
Koku	49,18	40,73	677,500	-1,372	0,170		
Renk	47,22	46,35	812,500	-0,149	0,881		
Görünüm	48,49	42,73	725,500	-0,983	0,326		
Doku	49,51	39,79	655,000	-1,703	0,089		
Lezzet	49,26	40,50	672,000	-1,479	0,139		
Sınıf	1. Sınıf n=11	2. Sınıf n=32	3. Sınıf n=15	4. Sınıf n=35	Test istatistiği bulguları		
	Sıra Ort.	Sıra Ort.	Sıra Ort.	Sıra Ort.	Ki-kare	S.d	P

Koku	49,05	39,09	45,73	47,80	5,696	3,000	0,127
Renk	46,95	41,58	50,60	50,43	2,549	3,000	0,466
Görünüm	49,50	44,92	49,97	46,84	0,556	3,000	0,906
Doku	49,68	47,66	53,43	42,80	2,297	3,000	0,513
Lezze	62,41	39,80	39,00	52,17	9,866	3,000	0,020
t							
Yaş	17-20	21-22	23-24	25 ve üstü	Test istatistiği bulguları		
	n=29	n=34	n=21	n=9	Ki-	S.d	p
	Sıra Ort.	Sıra Ort.	Sıra Ort.	Sıra Ort.	kare		
Koku	49,29	39,25	57,74	43,83	6,965	3,000	0,073
Renk	43,66	42,68	54,19	57,33	4956	3,000	0,175
Görünüm	44,60	47,94	47,12	50,89	0,545	3,000	0,909
Doku	47,64	50,88	38,50	50,11	3,673	3,000	0,299
Lezze	49,79	36,96	52,31	63,56	10,741	3,000	0,013
t							
Bölüm	Seyahat işl.	Gastronomi	Rekreasyon	Turizm işl.	Test istatistiği bulguları		
	n=17	n=32	n=15	n=35	Ki-	S.d	p
	Sıra Ort.	Sıra Ort.	Sıra Ort.	Sıra Ort.	kare		
Koku	52,68	48,40	25,83	46,23	4,929	3,000	0,177
Renk	49,59	51,92	57,33	37,39	7,524	3,000	0,057
Görünüm	42,94	49,85	57,67	43,58	2,686	3,000	0,443
Doku	55,26	44,40	40,67	46,97	2,875	3,000	0,411
Lezze	53,09	50,23	42,58	40,45	3,973	3,000	0,264
t							

SONUÇ VE ÖNERİLER

Küreselleşen ekonomi, rekabet gücünü koruyabilmek adına yiyecek içecek işletmelerini daha lezzetli ürünler ve bu ürünlere farklı ve ilgi çekici pişirme ve sunum teknikleri geliştirme arayışları içine itmiştir. Bunun sonucu olarak moleküler gastronomi uygulamaları ile birlikte yeni pişirme teknikleri ve sunum çeşitleri mutfağa girmeye başlamıştır. Temel amacı; mevcut durumu iyileştirmek, yeni yiyecek hazırlama yöntemleri geliştirmek ve bunların sonucunda hazırlanan ürünün tadının her seferinde aynı olmasını sağlamak olan moleküler gastronomi, gastronomi biliminde zaman içerisinde ortaya çıkan yeni araştırma alanlarından biri olmuştur. Dünyada hızla yaygınlaşmakta olan moleküler gastronomi uygulamalarının, ülkemizde uygulama alanı birkaç işletmeyle sınırlı bulunmaktadır.

Bu çalışmada, kefir ilavesi ile hazırlanan probiyotik dondurma miksi ile konvansiyonel dondurma makinesi ve moleküler gastronomi tekniği olan sıvı nitrojen kullanılarak probiyotik dondurma yapılmış, elde edilen ürünlerin duyu analizi yapılarak sıvı nitrojen kullanımının dondurmanın görünüm, koku, doku ve lezzeti üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Ayrıca geliştirilen son formülasyon ile üretilen moleküler probiyotik dondurmaya, tüketici beğeni testi uygulanarak, dondurmanın koku, renk, görünüm, doku ve lezzet beğenisi ölçülmüştür.

Eğitilmiş panelistlere yapılan duyu analiz sonucu, gerek geleneksel probiyotik dondurma gerekse moleküler probiyotik dondurma lezzet açısından çok beğenilmiş, moleküler probiyotik dondurmada kefir tadı, aroması ve tatlılık geleneksel probiyotik dondurmaya göre daha yoğun olarak hissedilmiştir. Moleküler dondurmada tatlılığın daha fazla algılanması, daha az miktarlarda tatlandırıcı kullanılarak geleneksel yöntemle yapılan dondurmaya oranla, daha tatlı dondurma üretilebilirliğini mümkün kılmaktadır.

Ayrıca moleküler probiyotik dondurmanın doku görünümünde, buz kristallerinin daha az hissedilmesi ile orantılı olarak daha homojen ve kremi bir yapı gözlemlenmiştir.

Tüketici beğeni testine katılanlar tarafından moleküler dondurmanın en çok doku profili, sonra sırasıyla renk, görünüm, lezzet ve koku profilleri beğenilmiştir. Katılımcılar tarafından ürünün kokusu, renk, görünüm, doku, lezzet profiline göre daha az beğenilmiştir. Kefir kokusu dışında olumsuz bir koku alınmamış, ama kefir kokusu sıvı nitrojen kullanımına bağlı olarak yoğun bir şekilde hissedilmiştir. Katılımcıların büyük çoğunluğu ürünün rengini doğal, görünümünü homojen ve kremi yapıda bulmuştur. Ürünün tadım anındaki homojen ve kremi yapısı katılımcıların hemen hemen tamamı tarafından çok beğenilmiştir. Dondurmada yanığımsı tat, acı sabunumsu tat algılanmazken, kefir tadı yoğun olarak algılanmasına rağmen dondurmanın ferahlık hissi veren hoş bir lezzete sahip olduğu ifade edilmiştir.

Moleküler probiyotik dondurma sunum şekli katılımcılar tarafından çok beğenilmiş ve görenler tarafından yapım aşaması ilgi çekici bulunmuştur. Katılımcıların çoğu bu ürünün ticari bir ürün olarak tüketicilere sunulması gerektiğini belirtmiş ve sadece limonlu olarak değil ahududu, böğürtlen, damlasakızı ve çikolata gibi aroma maddeleri kullanılarak çeşitlendirilmesi gerektiğini ifade etmiştir.

Dondurma lezzet olarak katılımcıların % 98'i tarafından beğenilmiş, hatta kefir ve limonlu dondurma tüketimini tercih etmeyenler dahi bu ürünü severek tüketebileceklerini ifade etmiştir. Ancak katılımcıların % 15'i dondurmadan gelen kefir kokusunu beğenmediklerini, katılımcıların % 3,3' ü de dondurmanın tadının yoğurt dondurmasına benzediğini ifade etmiştir. Bütün olumlu özelliklerinin yanında moleküler dondurmanın erime süresinin çok kısa olması bu uygulamanın sadece butik işletmelerde yapılabilirliğini ortaya koymuştur.

Yapılan araştırmalar probiyotik dondurma üretiminde bakteri ölümlerinin büyük kısmının dondurma işlemi sırasında gerçekleştiği belirtmektedir. Nitrojen kullanılarak yapılan kryo-prezervasyon işlemi bakterilerin hasar görmeden saklanabilmesi amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır. İleride yapılacak çalışmalarda moleküler probiyotik dondurma yapımında, sıvı nitrojen kullanılarak yapılan dondurma işleminin, miks formülasyonunda kullanılan kefir içeceğindeki probiyotik bakteri popülasyonu üzerindeki etkisinin araştırılması, insan sağlığı açısından çok önemli olan probiyotiklerce daha zengin bir dondurma yapılabilmesi açısından önemlidir. Limon kullanılarak yapılan bu çalışmanın, kefirin tadı ile uyum sağlayabilecek vişne, böğürtlen ve orman meyveleri kullanılarak yapılması, lezzet açısından farklı meyvelerin etkisinin görülmesi açısından önemlidir. Bu konular üzerine çalışmalar yapılmalı ve bu yönde üretilecek ürünler daha geniş bir yelpazede tüketici beğenisine sunulmalıdır.

KAYNAKÇA

- Gastronomy)". *Journal of Tourism and Gastronomy Studies* 1/4 (2013) 20-25. Aksoy, M ve Üner, E.H. (2016). "Rafine Mutfağın Doğuşu ve Rafine Mutfağı Şekillendiren Yenilikçi Mutfak Akımlarının Yiyecek İçecek İşletmelerine Etkileri". *Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Vol/Cilt: 3, No/Sayı: 6, 2016.
- Alkan, R. (2012). "Probiyotikmaya: Saccharomycesboulardii". *Tünav Bilim Dergisi*, 5(4), 14.
- Aytaç, E., Onurlar, B ve Durlu-Özkaya, F. (2016). "Probiyotik Dondurma". In Doğdubay, M. (Ed)15. Geleneksel Turizm Sempozyumu Bildiriler Kitabı. Editör Doç. Dr. Murat Doğdubay. Detay Yayıncılık, Ankara, s, 551.
- Barham, P. (2013). "Physics in the Kitchen". *Flavour Journal*, 2,5, 1-4.

- Belibağlı B ve İnanç-Horuz T. (2015). “İşlemeye Hazır Ürünler”. Durlu-Özkaya, F., Coşansu, S ve Ayhan, K. (Editörler). Her Yönüyle Gıda. Genişletilmiş ikinci baskı. İzmir, Sidas Medya, sf, 221-248.
- Bodyfelt, F. W., Tobias, J and Trout., G. M. (1988). The Sensory Evaluation of Dairy Products. New York, 598 p.
- Cook, K.L.K and Hartel. R.W. (2010). Mechanisms of Ice Crystallization in Ice Cream Production, First published: 16 February 2010 Full publication history DOI: 10.1111/j.1541-4337.2009.00101..
- Cousins,J., O’Gorman,K and Stierand,M. (2010). "Molecular Gastronomy: Cuisine Innovation or Modern Day Alchemy?", International Journal of Contemporary Hospitality Management, Vol. 22 Issue: 3, pp.399-415, doi: 10.1108/09596111011035972.
- Cömert, M ve Çavuş, O. (2016). “Moleküler Gastronomi Kavramı (The Concept of Molecular Gastronomy)”. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 4/4, 118-131.
- Donhowe, D. P and Hartel, R. W. (1996). Recrystallization of Ice During Bulk Storage of Ice Cream. *International Dairy Journal*, 6(11-12), 1209-1221
- Durlu-Özkaya, F., Aslim, B. And Ozkaya, M.T. (2007). “Effect of Exopolysaccharides (Epps) Produced by Lactobacillus Delbrueckii subsp. Bulgaricus Trains to Bacteriophage and Nisin Sensitivity of the Bacteria. LWT”- *Food Science And Technology*, 40, 564-568.
- Durlu-Özkaya, F., Aksoy, M., Eren, R., Işın, A. ve Koç, B. (2015). Moleküler Gastronomi Yiyecek İçecek Eğitiminde Yenilik Projesi Eğitim Notları. Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Durlu-Özkaya, F (2015). “Süt ve Süt Ürünleri Teknolojisi”. Durlu-Özkaya, F., Coşansu, S ve Ayhan, K. (Editörler). Her Yönüyle Gıda. Genişletilmiş İkinci baskı. İzmir, Sidas Medya, sf, 82,83.
- Everington, D,W. (1991). “The Special Problems Of Freezing Ice Cream”. in W.B.Wolt.(Ed). [Food Freezing](#) : Today And Tomorrow. London, United Kingdom, Spiringer-Verlag, Pp. 133-142.
- Jones, M.G., Krebs, D.L and Bank, A.J. (2011). “Science Activities”. 48:107–110, 2011 LLC ISSN: 0036-8121 print / 1940-1302 online DOI: 10.1080/00368121.2010.535223.
- Linden. E, McClements, G.J and Ubbink. J. (2008). “Molecular Gastronomy: A Food Fad or an Interface For Science-based Cooking?”. *Food Biophysics* (2008) 3: 246–254.
- Marshall, R.T., Goff, H.D and Hartel, R.W. (2003). Ice Cream. 6th Ed. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, pp, 346-375.
- Nguyen, B. D. (2010). “Aesthetics Of Contemporary Music Programming Through The Lens Of Molecular Gastronomy”. University Of California, San Diego.
- Özel, K ve Durlu-Özkaya, F. (2016). “Moleküler Gastronomide Zeytinyağı”. *Zeytin Bilimi*, 6(2), 49-59.
- Russell, A. B., Cheney, P. E., & Wantling, S. D. (1999). “Influence of Freezing Conditions on Ice Crystallisation in Ice Cream”. *Journal of Food Engineering*, 39(2), 179-191.
- Sezgi, G ve Durlu - Özkaya, F. (2016). “Moleküler Gastronomide Zeytin”. *Zeytin Bilimi*, 6(2), 111-117.

- This, H. (2006), "Food for tomorrow?", *European Molecular Biology Organization Reports*, Vol. 7, pp. 1062-6.
- This, H. (2011). "Molecular Gastronomy in France", *Journal of Culinary Science & Technology*, 9:3, 140-149.
- This, H. (2013). "Molecular Gastronomy is a Scientific Discipline and Note by Note Cuisine is The Next Culinary Trend". *Flavour Journal*, 2:1, 1-8.
- Torre, D., Varela, C., Ugliano, M., Ancin-Azpilicueta, C., Francis, I.L and Henschke, P.A. (2011). "Comparison of İnorganic and Organic Nitrogen Supplementation of Grape Juice – Effect on Volatile Composition and Aroma Profile of A Chardonnay Wine Fermented with *Saccharomyces Cerevisiae* Yeast". *Food Chemistry*, Volume 127, Issue 3, Pages 1072-1083.
- Yılmaz, H ve Bilici, S. (2013). "Yemeğin Kimyası: Moleküler Gastronominin Dünü, Bugünü ve Yarını (Chemistry of Meal: Past, Current and Future of Molecular Gastronomy)". *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 1(4), 20-25.