



Gemlik Çeşidi Salamura Zeytin Üretiminde Diffüzyon Katsayısının Belirlenmesi ve Farklı Tuz Derişiminin Laktik Asit ve İndirgen Şeker Üzerine Etkisi

Ömer Faruk Gamlı*

Korkut Ata Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Karacaoğlan Yerleşkesi, 80000 Osmaniye, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Geliş 01 Mayıs 2016
Kabul 30 Ekim 2016
Çevrimiçi baskı, ISSN: 2148-127X

Anahtar Kelimeler:

Tuz konsantrasyonu
Gemlik
Yayılm katsayısı
Laktik asit
İndirgen şeker

*Sorumlu Yazar:

E-mail: farukg69@gmail.com

Ö Z E T

Bu çalışmada, farklı tuz derişimindeki (%8-14) salamuralar kullanılarak Osmaniye’de yetiştirilen Gemlik çeşidi yeşil ve siyah zeytinlerden sofralık, salamura zeytin üretimi gerçekleştirilmiştir. Salamuralardaki tuz konsantrasyonlarının artması ile birlikte yeşil zeytinlerde nem değerlerinin %45,23-54,90, siyah zeytinlerde %46,04-56,53 arasında değiştiği; yeşil zeytinlerde tuz miktarlarının %1,21-5,22 arasında, siyah zeytinlerde ise %2,32-5,57 arasında değiştiği belirlenmiştir. Artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak yayılım katsayılarının da arttığı belirlenmiştir. Yeşil zeytinlerde yayılım katsayıları 4.38×10^{-8} - 6.59×10^{-7} (m^2s^{-1}) arasında, siyah zeytinlerde ise 3.79×10^{-8} - 3.56×10^{-7} (m^2s^{-1}) arasında değişim göstermiştir. Yeşil siyah zeytinlerde laktik asit konsantrasyonlarının %0,43-0,45, siyah zeytinlerde ise %0,41-0,44 arasında değiştiği tespit edilmiştir. %10-12’ lik salamuralarda laktik asit oluşumunun diğerlerine oranla daha fazla olduğu belirlenmiştir. İndirgen şeker miktarlarının yeşil zeytinlerde olgunlaşmanın ilerlemesiyle birlikte %4,76-1,88, siyah zeytinlerde ise %4,89-2,01 arasında değişim gösterdiği görülmüştür.

Turkish Journal Of Agriculture - Food Science And Technology, 4(11): 940-945, 2016

Determination of Effective Diffusion Coefficient of Gemlik Olives in Table Olive Production and The Effects of Salt Concentration On Lactic Acid and Reducing Sugar

ARTICLE INFO

Article history:

Received 01 May 2016
Accepted 30 October 2016
Available online, ISSN: 2148-127X

Keywords:

Salt Concentrations
Gemlik olives
Diffusivity
Lactic acid
Reducing sugar

*Corresponding Author:

E-mail: farukg69@gmail.com

ABSTRACT

One of the significant crops in Mediterranean countries is olive (*Olea europaea*) and an important amount of this fruit are manufactured for direct human consumption. In this study, table olives were produced from Gemlik type of green and black cultivars that grown in Osmaniye, Turkey by using different salt concentrations (8-14%). By the increase of salt concentrations in brines, moisture contents of olives also increased and moisture values of green and black types ranged between 45.24-54.90% and 46.04-56.53% respectively. Salt contents of olives were in the interval of 1.21-5.22% for green olives and 2.32-5.58% for black olives. It was also established that the diffusivity coefficients (Deff) increased due to increasing salt concentrations and found between 4.38×10^{-8} - 6.59×10^{-7} (m^2s^{-1}) for green olives and black olives as 3.79×10^{-8} - 3.56×10^{-7} (m^2s^{-1}). The lactic acid concentration of green olives was higher than black ones and calculated as between 0.439-0.452% and 0.412-0.441%. On the other hand, it was determined that lactic acid production was higher for Gemlik olives that fermented in 10% and 12% brine solutions in comparison with others. Reducing sugar contents of green olives were lower than black ones and recorded in the gap of 4.76-1.88% and 4.89-2.01% during fermentation process.

Giriş

Zeytin, özellikle Akdeniz ülkelerinin tarım sektöründe önemli rol oynayan ve ekonomik değeri yüksek olan bir meyvedir. Sofralık olarak değerlendirilmesinin yanı sıra yağa işlenebilmesi, değerli bir besin maddesi olması ve insan sağlığı açısından önemli olması nedeniyle zeytin, çok daha değerli hale gelmektedir. Dünya genelinde üretilen zeytinin yaklaşık olarak %90'ı yağlık, %10'u sofralık olarak değerlendirilmektedir. Ülkemizde de zeytin, önemli tarımsal ürünlerden birisi olup dünyada zeytin yetiştiren ülkelerin başında gelmektedir. Ülkemizde zeytin üretiminin yaklaşık %26,7' sinin sofralık olarak değerlendirildiği ve bunun %82 sinin siyah zeytinler, %11,3 ünün yeşil ve %6,7' sinin ise rengi dönmüş zeytinlerden oluştuğu belirtilmektedir (Arıcı ve Aktan1997). Osmaniye ilinin, Doğu Akdeniz Bölgesinde zeytin dikili alanların en hızlı geliştiği bir bölge olduğu ifade edilmekte ve 2010 yılı itibarıyla ilde yetiştirilen zeytinlerin %67'sinin yağlık, %33'ünün ise sofralık çeşitlerden oluştuğu belirtilmektedir. Güneyde yer alan Hatay ve Kahramanmaraş illerinin aksine Osmaniye ilinde yağlık çeşitlerin dikim alanındaki artışın sofralık çeşitlerin dikim alanındaki artıştan daha yüksek olduğu ve bununla birlikte yağlık olarak yetiştirilen çeşitlerin ise son yıllarda (2004-2010) yaklaşık 3 kat arttığı belirtilmektedir. 2004 yılında Osmaniye'de 4 bin ton sofralık zeytin üretimi gerçekleşirken bu değer 2010 yılında yaklaşık olarak 16 bin ton olarak üretildiği, yağlık zeytin üretiminin ise 3,5 bin tondan düzeyinden 32 bin tona ulaştığı ifade edilmektedir (Dogaka 2011).

Zeytinlerde meyve etinin nispeten fazla olması, yağ oranlarının %20'lerde olması, zeytinlerde yüksek miktardaki fermente olabilir karbonhidrat miktarının fazla olması, bununla birlikte meyve sertliğinin yeterli düzeyde, meyve etlerinin kolay ayrılabilir olmaları ve elastik meyve kabuğunun olması salamura fermantasyonu açısından istenen özellikler arasındadır. Laktik asit bakterilerinin gelişebilmesi için en uygun tuz yoğunluğu %5-6 seviyelerinde olup salamura zeytin üretiminin başlangıcında tuz konsantrasyonu %9-10 olarak kullanılabilmekte ve fermantasyonun başlaması ile birlikte zeytin ile salamura arasında gerçekleşen ozmos sonucunda 1-2 gün içerisinde tuz yoğunluğu azalarak laktik asit bakterileri için elverişli ortam gerçekleşmektedir. Kahvaltılık salamura zeytin üretiminde 230-280 tane kg⁻¹ kalibre zeytinler, %10-14 arasında salamura içeren ortamlarda fermantasyona bırakılmak suretiyle laktik asit konsantrasyonlarının 5-7 ay içerisinde %0,5-1,0' e ulaşması sağlanmakta ve daha sonra fermantasyonu tamamlanan sofralık zeytinlerin yeni salamuralar içerisine alınmak suretiyle uygun kaplara yerleştirilerek pazarlanmaktadır. Salamura zeytin üretiminde uygulanan geleneksel yöntemlerde genellikle zeytinler olgunlaşma aşamasının sonunda hasat edilip toplanmakta ve üretim başlangıcında yüksek tuz konsantrasyonlarındaki salamuralarda (%12-15) olgunlaşmaya bırakılarak fermantasyonun tamamlanması sağlanmaktadır. Zeytinlerde aşırı olgunlaşmanın, salamura zeytinlerde daha çabuk doku yumuşamasına, aşırı tuz konsantrasyonlarındaki zeytinlerde gereğinden fazla buruşma ve iç kısımlarının boşalması gibi kusurların ortaya çıktığı belirtilmektedir (Ozay ve ark.1994). Bu

çalışmada Osmaniye' de yetiştirilen Gemlik çeşidi siyah ve yeşil zeytinler 20°C de farklı tuz derişimlerinde (%8-14) fermantasyona bırakılarak fermantasyon süresince laktik asit ve indirgen şeker takibi yapılarak laktik asit oluşumu için en uygun tuz derişiminin belirlenmesi ile birlikte farklı tuz derişimlerindeki yeşil ve siyah zeytinlerin nem ve tuz geçişlerine bağlı olarak difüzyon sabiti değerlerinin belirlenmesine çalışılacaktır.

Materyal ve Metot

Siyah ve Yeşil Zeytinlerde Salamura Fermantasyonu

Osmaniye'de yetiştirilen Gemlik çeşidi yeşil ve siyah zeytinler, sınıflandırılarak 18-20 mm' den daha büyük olanlar (230-280 adet kg⁻¹) salamura zeytin üretimi için seçilip yıkanmış ve salamura zeytin üretimi için hazırlanan %8,10,12 ve 14 lük salamuralarda 3 lt hacimli kaplar içerisine aynı miktarlarda (1 kg) yerleştirilmiş ve zeytinlerin hava ile temas etmemesi için üzerlerine baskı uygulaması yapılarak zeytinlerin tamamen salamura içerisindedir kalmaları sağlanmıştır. Gemlik çeşidi yeşil ve siyah zeytinlerin tuz, yağ, kül miktarı, protein miktarı, indirgen şeker, nem ve serbest asitlik değerleri IOOC'nin titrimetrik yöntemlerine göre yapılmıştır (Anon.,1990; Cemeroglu 2007; Nas ve ark.,1992). Olgunlaşma aşamasından sonra yeşil ve siyah zeytinler, kerevetlere alınarak fazla suları giderilmiş ve doğal hava ortamında son nem içeriğine kadar kurumaları sağlanmıştır.

Nem ve tuz (NaCl) Transferi için Kullanılan Matematiksel Eşitlikler

Katılarda maddelerin yayılımları için, katı maddenin yapısına bağlı olarak gerçekleşmemektedir. Yayılım, akışkan ya da az çözünen veya çok homojen bir çözelti meydana getirmek için katı maddede gerçekten çözünme olduğunda meydana gelmektedir. Katı maddelerdeki yayılım durumları için basitleştirilmiş eşitlikler kullanılmakta olup bu eşitlik, küre şeklindeki yapılarda başlangıçtaki nem konsantrasyonu, eksen boyunca ve radyal olarak

$$dc/dt= d/dx (D dc/dx) + 1/r d/dr (r D dc/dr) \quad (1)$$

$$t=0; 0 \leq x \leq R; 0 \leq r \leq R; c=c_i \quad (2)$$

$$t>0; x=0; 0 \leq r \leq R; dc/dx=0 \quad (3)$$

$$t>0; 0 \leq x \leq R; r=0; dc/dr=0 \quad (4)$$

$$t>0; x=R; 0 \leq r \leq R; c=c_s \quad (5)$$

$$t>0; 0 \leq x \leq R; r=R; c=c_s \quad (6)$$

olup eşitlikteki c, zeytinlerdeki su konsantrasyonunu, c_i başlangıçtaki su miktarını, c_s ise yüzeydeki su miktarını, D ise zeytinlerdeki nem yayılım katsayısını ifade etmektedir. Bu eşitlik küre şeklinde olan katı maddelerdeki yayılımın radyal olarak ve eksen boyunca gerçekleştiğini belirtmekte ve yayılım sırasında katı madde de herhangi bir hacimsel bir değişimin olmadığı düşünülmektedir. Katı maddelerdeki yayılımların belirlenmesinde kullanılan eşitliklerde (1-6) zeytinlerdeki tuz konsantrasyonları katı maddedeki su ile yer değiştirdiğinden zeytin tanelerinde herhangi bir hacimsel kayıp meydana gelmediği ifade edilmekte ve absorpsiyon sonrasında kazanılan nem değerlerinin belirlenmesi bu

varsayımına göre yapılmaktadır (Porciuncula ve ark., 2013).

Katı maddelerde yayılım eşitlikleri, Fick yasası çerçevesinde katı maddenin gerçek yapısına bağlı olmayıp yayılım, akışkan maddenin homojen, gerçek bir çözelti oluşturduğu durumda gerçekleşmektedir. Küre şeklindeki yapılar için yayılım eşitliğinin türetilmesinde r yarıçaplı bir katı madde de akışkan maddenin yayılımı için

$$N_a = -c D \int dc_a/dr + c_a/c (N_a + N_b) \quad (7)$$

olup c_a/c çok küçük olduğundan ikinci terim sifıra yakın olacak ve ihmal edileceğinden eşitlik

$$N_a = -D \int dc_a/dr \quad (8)$$

olacaktır. Radyal ve eksen boyunca akışkan maddenin yayılımı durumunda ise

$$N_a/4\pi = -D \int r^2 dc_a/dr \quad (9)$$

$$N_a/(4\pi) = -D(c_{a1} - c_{a2}) \cdot [(1/r_1) - (1/r_2)] \quad (10)$$

şeklinde olacaktır (Geankoplis 2003). Eşitlikte N_a , yayılan maddenin miktarını ($\text{kg mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$), D çözünen maddenin yayılım katsayısını ($\text{m}^2 \text{s}^{-1}$), c_a çözünen maddenin konsantrasyonunu (kg mol m^{-3}), r ise küre şeklindeki maddenin yarıçapını (m) ifade etmektedir.

Difüzyon Sabitinin Belirlenmesi

Katı maddelerde yayılım katsayılarının belirlenmesinde eşitlikte (10) tuz derişimi referans alınarak küre yapısındaki maddeler için absorbe edilen tuz miktarının belirlenmesi titrimetrik yöntemle göre belirlenmiş ve zamana bağlı olarak kazanılan tuz derişimi ($\text{kgmol s}^{-1} \text{m}^{-2}$), küre şeklindeki katı maddenin yarıçapına bağlı olarak konsantrasyon derişimi (kgmol m^{-3}) karşı grafiğe alınmış ve elde edilen lineer doğru yardımıyla yayılım katsayısı belirlenmiştir.

Yayılım katsayısının belirlenmesi için kullanılan diğer bir matematiksel eşitlik ise Fick yayılım kanununa bağlı olarak küre yapısındaki maddeler için Crank (1975) tarafından geliştirilen diğer eşitlik

$$M_t = C_t/C_{\text{sat}} = 1 - [(6/\pi^2) \sum 1/(2n+1)^2 \exp(-D(2n+1)^2 \pi^2 t/a^2)] \quad (11)$$

olup eşitlikteki D , zamana bağlı olmayıp yayılım mesafesi ve yayılan maddenin konsantrasyonu ile bağımlı olan bir terimdir. Uzun süre gerektiren bir nem absorpsiyonu sonrası eşitlik yeniden düzenlendiğinde

$$M_t = C_t/C_{\text{sat}} = 1 - [(6/\pi^2) \cdot \exp(-D \pi^2 t/a^2)] \quad (12)$$

şeklinde yazılabilir. Eşitlikte M_t , oransal nem sabitini, C_t , herhangi bir zamandaki nem miktarını, C_{sat} ise nem miktarı açısından ulaşılan doymuşluk derecesini, a küre şeklindeki yapılar için yarıçap, düzlem yapıdaki yapılarda ise kalınlığın yarısını ve D ise nem yayılım katsayısını ifade etmektedir (Seyhan ve ark., 2001; Joannes ve ark. 2014; Porciuncula ve ark. 2013). Farklı tuz derişimlerdeki yeşil ve siyah zeytinlerde zamana bağlı olarak kazanılan nem miktarları belirlenerek eşitlikte (12) başlangıç ve herhangi bir zamandaki nem derişimleri oranlanmak suretiyle nem yayılım katsayısı belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Osmaniye’de yetiştirilen Gemlik çeşidi yeşil ve siyah zeytinlerin salamura öncesindeki meyve etlerinde yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre meyvede çekirdek oranının yeşil ve siyah zeytinlerde %18,7-19,1, nem derişimlerinin %45,23-46,04 arasında, yağ içerikleri %42,37-43,14, serbest asitlik %0,06-0,07, tuz %0,04-0,05, kül %1,59-1,68, protein miktarı %2,31-2,46 ve indirgen şeker içeriklerinin %4,76-4,89 arasında deriştiği belirlenmiştir (Tablo 1). Zeytin meyvesinin kimyasal bileşimindeki farklılık, tür, hasat esnasındaki olgunluk durumu gibi faktörlere bağlı olmakla birlikte coğrafik alan, toprak kalitesi, sulama ve yetiştirme şekilleri gibi faktörler de etki etmektedir (Fernandez, 1983).

Farklı tuz derişimlerinde yeşil ve siyah zeytinlerin kazanmış oldukları nem derişimleri yeşil zeytinlerde %54,90-56,61 arasında iken bu değer siyah zeytinlerde %53,65-56,53 arasında derişim göstermiştir. Yeşil ve siyah zeytinlerde farklı tuz derişimlerinde zeytinlerin absorbe ettikleri tuz miktarları farklı olmuş; %8’lik salamura içerisindeki yeşil ve siyah zeytinlerde kazanılan tuz miktarı %1,21-2,32 arasında derişirken bu değer %10’luk zeytinlerde %2,62-4,04, %12’lik zeytinlerde %4,39-4,62 ve %14’lük salamuralardaki zeytinlerde ise %5,22-5,57 arasında derişim gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 1).

Yeşil ve siyah zeytinlerde artan salamuradaki tuz derişimine bağlı olarak Gemlik çeşidi zeytinlerin kazanmış oldukları tuz miktarlarının istatistiksel anlamda ($P < 0,05$) önemli olduğu belirlenmiş; bununla birlikte yeşil ve siyah zeytinler arasında ise %12 ve %14’lük salamuralardaki zeytinlerin kazanmış oldukları tuz derişimlerinin istatistiksel anlamda ($P < 0,05$) önemsiz olduğu, %8 ve %10’luk salamuralardaki yeşil ve siyah zeytinler arasında kazanılan tuz konsantrasyonlarının ise istatistiksel anlamda ($P < 0,05$) önemli olduğu tespit edilmiştir. Zeytinlerde tüketim açısından tuz seviyelerinin %3-4’ler düzeyinde (Uylaser ve Sahin, 2004; Sahin ve ark., 2004), %10-12’lik salamuralardaki yeşil ve siyah zeytinlerin absorbe ettikleri tuz miktarlarının ise tüketim için uygun oldukları belirlenmiştir.

Farklı tuz derişimlerdeki Gemlik çeşidi yeşil ve siyah zeytinlerde nem ve tuz geçişlerine bağlı olarak yayılım katsayıları 10 ve 12. eşitliklere bağlı olarak belirlenmiş ve bu derişimlerin yeşil zeytinlerde nem absorpsiyonu açısından derişimler, sırasıyla $4,337 \times 10^{-8}$ - $4,622 \times 10^{-7}$ ($\text{m}^2 \text{s}^{-1}$) arasında derişim gösterirken tuz için bu derişimlerin $1,96 \times 10^{-7}$ - $6,59 \times 10^{-7}$ ($\text{m}^2 \text{s}^{-1}$) arasında deriştiği ve artan tuz derişimine bağlı olarak yayılım katsayısının da arttığı belirlenmiştir (Tablo 2).

Gemlik çeşidi siyah zeytinlerde yayılım katsayılarının belirtilen eşitliklere göre nem absorpsiyonu açısından derişimlerin, sırasıyla $3,790 \times 10^{-8}$ - $2,580 \times 10^{-7}$ ($\text{m}^2 \text{s}^{-1}$) arasında derişim gösterirken tuz için bu derişimlerin $1,640 \times 10^{-7}$ - $3,560 \times 10^{-7}$ ($\text{m}^2 \text{s}^{-1}$) arasında deriştiği ve artan tuz derişimine bağlı olarak yayılım katsayısının da arttığı belirlenmiştir (Şekil 2).

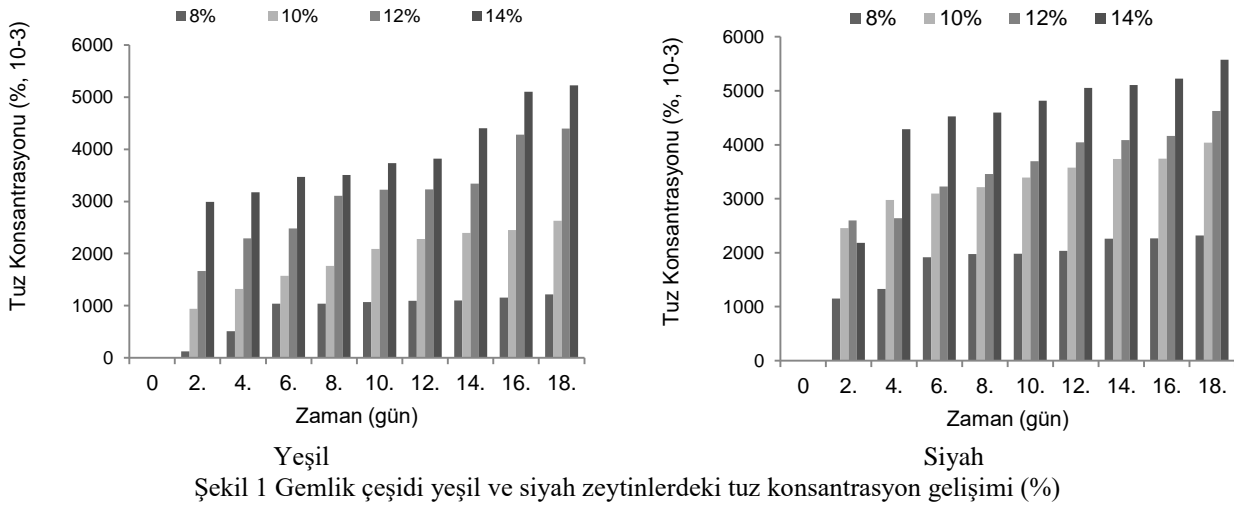
Yayılım katsayıları ile ilgili farklı sıcaklıklarda (15-40°C) baklagillerde su absorpsiyon yeteneği üzerine yapılan bir çalışmada yayılım sabitlerinin Crank (1975) tarafından geliştirilen eşitliğe (12. eşitlik) bağlı olarak belirlenmesine çalışılmış ve bu derişimlerin nohutlarda

Tablo 1 Gemlik çeşidi yeşil ve siyah zeytinlerin kimyasal bileşimleri

Zeytin	(%)						
	Serbest a.	İndirgen ş.	Protein	Yağ	Nem	Kül	Tuz
Yeşil	0,07	4,76	2,31	43,14	46,044	1,68	0,05
Siyah	0,06	4,89	2,46	42,37	45,238	1,59	0,04

Tablo 2 Yeşil ve siyah zeytinlerin farklı tuz derişimlerindeki yayılım katsayıları ve regresyon sabitleri

Zeytin		Tuz Konsantrasyonu (%)			
		8	10	12	14
Yeşil	D (m ² s ⁻¹)r ²	4,377 10 ⁻⁸ 0,9147	8,270 10 ⁻⁸ 0,9416	2,348 10 ⁻⁷ 0,9567	4,622 10 ⁻⁷ 0,9658
	D (m ² s ⁻¹)	1,960 10 ⁻⁷	2,910 10 ⁻⁷	3,240 10 ⁻⁷	6,590 10 ⁻⁷
	r ²	0,9068	0,9341	0,9349	0,9211
Siyah	D (m ² s ⁻¹)r ²	3,790 10 ⁻⁸ 0,9158	6,943 10 ⁻⁸ 0,9461	1,472 10 ⁻⁷ 0,9549	2,580 10 ⁻⁷ 0,9637
	D (m ² s ⁻¹)	1,640 10 ⁻⁷	1,820 10 ⁻⁷	1,830 10 ⁻⁷	3,560 10 ⁻⁷
	r ²	0,9076	0,9750	0,9608	0,9722

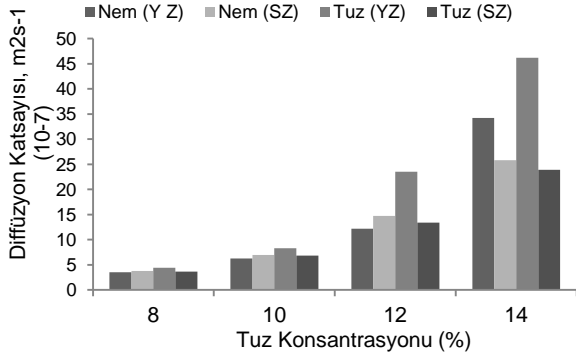


9,71 × 10⁻¹¹ - 5,98 × 10⁻¹⁰ (m²s⁻¹) arasında, mercimeklerde 3,53 × 10⁻¹⁰ - 1,330 × 10⁻⁹ (m²s⁻¹) arasında ve fasülyelerde ise 4,350 × 10⁻¹¹ - 3,79 × 10⁻⁹ (m²s⁻¹) arasında değiştiği ve artan sıcaklığa bağlı olarak yayılım katsayılarının da arttığı belirtilmektedir (Seyhan ve ark., 2001). Komposit yapıların 40-70°C arasında farklı nem değerlerinde ve su içerisinde absorpsiyon yetenekleri üzerine gerçekleştirilen diğer bir çalışmada yayılım katsayılarının 8,16 × 10⁻⁸ - 4,406 × 10⁻⁷ (m²s⁻¹) arasında değiştiği, artan nem değerleri ve sıcaklığa bağlı olarak yayılım katsayılarının da arttığı belirtilmektedir (Joannes ve ark., 2014). Tohumlarda yayılım katsayılarının farklı nem ve sıcaklık değerlerinde belirlenmesi ile ilgili yapılan çalışmada, Vizcarra ve ark. (2003) tarafından nem ve sıcaklığa bağlı olarak geliştirilen bir eşitlik ile yayılım katsayısının belirlenebildiği belirtilmekte ve horoz ibiği tohumu için 40-70°C arasında bu değerlerin 0,7-2,0 × 10⁻¹¹ (m²s⁻¹) arasında değiştiği ve artan sıcaklıklarda yayılım katsayısının arttığı belirtilmektedir (Vera ve ark., 2005).

Farklı tuz derişimlerindeki (%8-14) yeşil ve siyah zeytinlerde olgunlaşma aşamasında laktik asit (%) oluşumu izlenmiş ve %8'lik yeşil zeytin türlerinde 5 aylık süre sonunda asit miktarının %0,07-0,43 arasında, %10'luk zeytinlerde %0,07-0,452, %12'lik zeytinlerde %0,07-0,451 arasında ve %14'lük zeytinlerde ise bu değerlerin %0,07-0,41 arasında değiştiği belirlenmiştir. Gemlik türü siyah zeytinlerde ise laktik asit miktarları

%8'lik salamuradaki zeytinlerde %0,06-0,41 arasında, %10'luk zeytinlerde %0,06-0,42, %12'lik zeytinlerde %0,06-0,44 arasında ve %14'lük zeytinlerde ise bu değerlerin %0,06-0,41 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 3). Yeşil ve siyah zeytinlerde laktik asit oluşumu (%) üzerine salamuradaki tuz konsantrasyonunun etkisi istatistiksel anlamda (P<0,05) önemsiz bulunmuştur. %14'lük salamuralardaki yeşil ve siyah zeytinlerde laktik asit (%) oluşumu diğerlerine oranla daha düşük olarak gerçekleşmiş ve bunun da aşırı tuz konsantrasyonuna bağlı olarak laktik asit bakterilerinin faaliyetinin düşük düzeylerde gerçekleşmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yüksek tuz konsantrasyonlarının salamura zeytin üretimindeki olumsuz etkilerinin giderilmesi amacıyla farklı uygulamalar bulunmakta ve özellikle olgunlaşma süresinin kısaltılması amacıyla farklı çalışmalar yer almaktadır. Bu çalışmalar arasında zeytin meyvelerinde istenen sertliğini sağlanabilmesi ve yumuşama olayının önlenmesi amacıyla salamuralara %0,5 düzeyinde CaCl₂ ve 150 mg kg⁻¹ demir glukonat ilave edilmesi (Sahin ve ark., 2002), zeytin meyvelerinde oleuropein maddesinin giderilmesi amacıyla zeytinlerin %1-2'lik NaOH çözeltisi ile muamele edilerek daha kısa sürede fermantasyon aşamasının tamamlandığı belirtilmektedir (Jimenez ve ark., 1995).



Şekil 2 Yeşil ve siyah zeytinlerde nem ve tuzlara ait yayılım katsayıları, D_{eff} (m^2s^{-1})

Bu uygulamalarda %1-2 oranında NaOH kullanımının meyvelerde acılık maddesi oleuropeinin giderilmesini sağlamakla birlikte Gemlik çeşidi zeytinlerde yağ kaybını artırdığı belirtilerek kostik uygulamasının özellikle Gemlik çeşidi zeytinlerde uygun olmadığı ifade edilmektedir (Sahin et al., 2004). Zeytinlerin olgunlaşma öncesi yıkama işlemlerinde kullanılan su sıcaklığının artması ile birlikte bileşimdeki şeker ve polifenollerin salamuraya geçme hızları üzerine etkili olduğu ve 40°C de yapılan yıkama işleminin 22°C ye oranla çok daha iyi sonuç verdiği ve olgunlaşmanın daha kısa sürede tamamlandığı belirtilmektedir (Sanchez ve ark., 1995). Zeytinlerdeki oleuropein maddesinin fermantasyonda mikrobiyal gelişiminin etkisi üzerine yapılan bir çalışmada bu acılık veren maddenin laktik asit bakterilerinin faaliyetini engellemediği fakat hidroliz sonucu açığa çıkan aglikon ve elenolik asitin etkilendiği; β -3,4 dihidroksifenil etil alkolün ise inhibe etkisinin olmadığı ifade edilmektedir (Fleming ve ark., 1973). Fiorentino-pescarese adlı bir yöntemde zeytinlerde acılığın giderilmesi amacıyla *Candida veronae* mayası kullanarak oleuropein maddesinin parçalanması sağlanmış ve bu yöntemle elde edilen zeytinlerin daha iyi bir aromaya sahip olduğu belirtilmiştir (Balloni ve ark., 1976; Sanchez ve ark., 2001). Fermantasyon süresinin kısaltılması amacıyla Gemlik çeşidi zeytinlerde yapılan diğer bir çalışmada %7-10'luk salamuralara zeytinlerde doku sertleşmesi amacıyla %1'lik $CaCl_2$ çözeltisi ilave edilmiş, *Lactobacillus plantarum* ve *Streptococcus olivaceus* içeren starter kültür kullanılmak suretiyle salamuralara 10-40 kg m^{-2} arasında değişen baskı uygulamaları yapılarak gerçekleştirilen çalışmada 35-40 kg m^{-2} baskı uygulanan salamuralarda 3 aylık olgunlaşma sonrasında zeytinlerin istenilen tüketim olgunluğuna ulaştığı belirtilmektedir (Uylaser ve Sahin, 2004).

Tuz konsantrasyonu, zeytinlerde bulunan çözünür bileşenlerin yayılımlarını etkilemekte ve mikrobiyal gelişim üzerinde de etkili olmaktadır. Salamuradaki tuz derişiminin %8'in altına düşmesi durumunda ortamda laktik asit bakterileri hakim olmaktadır. Zeytinlerin fermantasyonlarında *L. mesentroides*, asit üretimini başlatmakta; *L. plantarum*, *L. brevis*, *L. buchneri*, *L. fermentati* ve *Pediococcus cerevisiae* gibi bakteriler de fermantasyonu tamamlayarak asit oluşumunu gerçekleştirmektedir (Pederson 1979). Zeytin üretiminde olgunlaşma sırasında laktik asit üreten bakterilerin faaliyetleri açısından salamuradaki tuz derişiminin %10 düzeyinde olmasının bu bakteriler açısından yeterli

olduğu, artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak (%15) bakterilerin faaliyetlerinin büyük ölçüde olumsuz olarak etkilendiği belirtilmektedir (Randazzo ve ark., 2004; De Castro ve ark., 2002).

Zeytinlerin olgunlaştırılmasında etkili olan faktörlerden birisi de zeytinlerde bulunan indirgen şeker miktarıdır. Salamuralar içerisindeki zeytinlerde bulunan indirgen şekerler, fermantasyon aşamasında yavaş bir şekilde sıvı ortama geçmekte ve ortamdaki laktik asit bakterileri tarafından kullanılarak laktik asite çevrilmektedirler. Gemlik çeşidi zeytinlerdeki indirgen şeker miktarları olgunlaşma aşamasında sırasıyla yeşil zeytinlerde %4,76-2,01, siyah zeytinlerde ise %4,89-1,88 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Salamura zeytin üretiminde olgunlaşma sırasında zeytin meyvelerinde bulunan indirgen şekerler yavaş bir şekilde sıvı kısma geçmekte ve ortamda bulunan laktik asit bakterileri tarafından laktik aside çevrilmektedir. İndirgen şekerlerin salamuraya geçişlerini etkileyen faktörler arasında meyvenin sertlik durumu, ortam sıcaklığı, ortamın mikroflorası ve tuz konsantrasyonları gibi faktörlerin yer aldığı belirtilmektedir (Fernandez, 1984; Ozay ve ark., 1994).

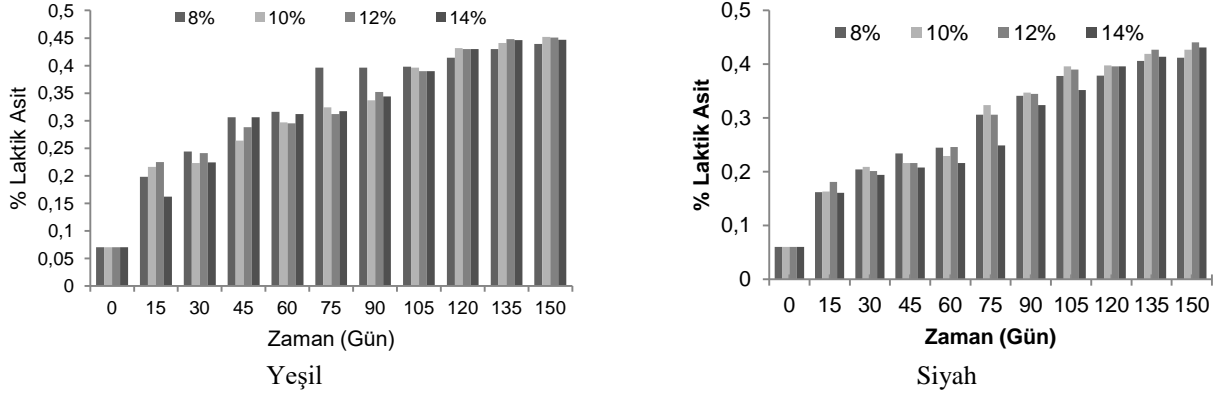
Salamurada indirgen şeker miktarındaki azalmanın ortamda yer alan mikroorganizmaların tip ve aktivitelerine bağlı olduğu, yüksek indirgen şeker içeriğine sahip zeytinlerde yoğun maya faaliyetine bağlı olarak indirgen şekerlerin kısa sürede kullanılarak asetik asit, CO_2 üretiminin gerçekleştiği ve olgunlaşmanın 7-8. aylarında ortamda %1,8 düzeylerinde indirgen şeker bulunduğu belirtilmektedir (Ozay ve ark., 1994). Çetin ve Pamir (1980) tarafından gerçekleştirilen Gemlik çeşidi zeytinler ile ilgili diğer bir çalışmada ise %10' luk salamuralardaki zeytinlerde olgunlaşmanın yine aynı dönemlerinde %1 düzeyinde ortamda indirgen şeker bulunduğu belirtilmektedir. Gemlik türü yeşil ve siyah zeytinlerde olgunlaşma sonrasında indirgen şeker miktarının %1,88-2,01 arasında olmasının temel nedeninin ise tuz konsantrasyonlarının yüksek olmasına bağlı olarak mikroorganizma faaliyetinin düşük düzeylerde olmasının neden olduğu düşünülmektedir.

Sonuç

Yeşil ve siyah Gemlik çeşidi zeytinlerinden salamura zeytin üretiminde nem ve tuz absorpsiyonu açısından artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak zeytinlerin daha fazla nem içerdiği, tuzu absorbe ettikleri ve buna bağlı olarak da yayılım katsayılarının arttığı belirlenmiştir. Artan tuz derişimlerine bağlı olarak yeşil ve siyah zeytinlerin difüzyon katsayılarının arttığı belirlenmiştir. Difüzyon katsayıları yardımıyla tasnifleri yapılmış ve kalibre edilen zeytinlerin salamura fermantasyonu sonunda kazanabileceği tuz miktarları ve nem içeriklerinin belirlenebilmesi (Eşitlik 7-10) mümkün olabilecektir. Farklı tuz derişimleri kullanılarak (%8-14) arasındaki tuz derişimlerinde fermantasyonu gerçekleştirilen yeşil ve siyah zeytinlerde %10-12'lik salamuralarda yer alan zeytinlerde diğerlerine oranla laktik asit içeriklerinin daha fazla olduğu ve bu değerlerin laktik asit bakterilerinin faaliyetleri açısından daha uygun olduğu belirlenmiştir. Tuz derişiminin artmasına bağlı olarak laktik asit oluşumunun azaldığı, bununla birlikte bu

salamuralardaki yeşil ve siyah zeytinlerin daha fazla tuz içerdiği ve bu tuz seviyelerinin de tüketim açısından aşırı tuz içeriğine bağlı olarak uygun olmadığı belirlenmiştir. Yeşil ve siyah zeytinlerde indirgen şeker miktarlarının olgunlaşma aşamasının sonunda azaldığı belirlenmiş ve

yüksek tuz konsantrasyonunda kalıntı, indirgen şeker miktarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Gemlik çeşidi, yeşil ve siyah zeytinler için 5 aylık gibi bir sürenin tüketim olgunluğu açısından salamura fermantasyonu için yeterli bir süre olduğu belirlenmiştir.



Kaynaklar

- Anon. 1990. Table olive processing. International Olive Oil Council, 109 p. Madrid, Spain.
- Arıcı O, Aktan N. 1997. Farklı tuz derişimlerinin Memecik ve Uslu siyah zeytin türlerinin duysal ve kimyasal özellikleri üzerine etkisi. *Gıda*, 22 (2): 147-154.
- Balloni W, Paoletti C, Florenzano G, Pelagatti O, Cucurachi A. 1976. Un nuovo metodo di preparazione delle olive da mensa per via microbiologica, *La Rivista Italiana Delte Sostenze Grasse*, 54: 351-355.
- Cemeroglu B. 2007. *Gıda Analizleri*. Gıda Derneği Yayınları, Ankara.
- Crank J. 1975. *The mathematics of diffusion*. Oxford: Clarendon Press. pp 47-49, 90-91.
- Çetin HH, Pamir MH. 1980. Salamura siyah zeytin üretiminde oleuropein maddesinin laktik asit fermantasyondaki etkisi üzerine bir araştırma. *Mezuniyet Tezi*. Ankara Üniversitesi Yayınları.
- De Castro A, Montano A, Casado FJ, Sanchez AH, Rejano L. 2002. Utilization of *Enterococcus casseliflavus* and *L. pentosus* as starter cultures for Spanish-Style green olive fermentation. *Food Microbiology*, 19: 637-644.
- Doğaka. 2011. TR 63 Bölgesi zeytinlik sektör raporu ve fizibilite çalışması.
- Fernandez DMJ. 1984. Changes in the chemical components during the processing of the table olives and their relation to the quality. In: *Proceedings M.O.C.C.A.* 1: 301-308.
- Fleming HP, Walter WM, Etchells JL. 1973. Antimicrobial properties of oleuropein and products of its hydrolysis from Green olives, *Applied Microbiology*, 26(5):772-782.
- Geankoplis CJ. 2003. *Transport processes and separation process principles*. 4 th Edition. Pearson Education Inc. New Jersey, USA.
- Jimenez A, Guillien R, Sanchez C, Fernandez-Bolanos J, Heredia A. 1995. Changes in texture and cell wall polysaccharides of olive fruit during Spanish green olive processing, *Journal of Agr. And Food Chemistry*, 43 (8): 2240-2246.
- Joannes S, Maze L, Bunsell A R. 2014. A concentration-dependent diffusion coefficient model for water sorption in composite. *Composite Structure* 108:111-118.
- Nas S, Gokalp HY, Unsal M. 1992. *Bitkisel Yağ Teknolojisi*. Ders Kitabı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum.
- Pederson CS. 1975. *Microbiology of food fermentations*. Avi Publishing Com. Inc. Connecticut, 384 p.
- Porciuncula BDA, Zotarelli MF, Carciofi BAM, Laurindo J. B. 2013. Determining the effective diffusion coefficient of water in banana (Prata Variety) during osmotic dehydration and its use in predictive models. *Journal of Food Engineering*, 119: 490-496
- Randazzo CL, Restuccia C, Romano AD, Caggia C. 2004. *Lactobacillus casei*, dominant species in naturally fermented Sicilian green olives. *International Journal of Food Microbiology*, 90: 9-14.
- Sanchez AH, Rejano L, Montano A, Castro A. 2001. Utilization at high pH of starter cultures of *Lactobacilli* for Spanish-Style green olive fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 67: 115-122.
- Sanchez A, Garcia P, Rejano L, Brenes M, Garrido A. 1995. The effect of acidification and temperature during washing Spanish-Style green olives on the fermentation process, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 68 (2):197-202.
- Seyhan-Gürtas F, Ak MM, Evranuz EÖ. 2001. Türkiye’de yetiştirilen bazı bakliyat türlerinin nem yayılım katsayıları üzerine sıcaklık ve türlerin etkisi. *Turkish J Agric For.* 25: 297-304
- Şahin I, Korukluoğlu M, Gurbuz O. 2004. Laktik starter kültür, maya, varyete ve katkı maddeleri kullanımının fermantasyon süresi ve ürün kalitesi üzerine bir araştırma. *Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Konseyi, Tubitak*. (20-34).
- Ozay G, Borcaklı M, Alperden I, Ozsan E, Erdek Y. 1994. Gemlik ve Edincik zeytin türlerinin fermantasyon esnasındaki mikrobiyal ve kimyasal bileşimlerindeki değişimler. *Gıda* 19 (1): 37-43
- Vera CM, Mendoza MG, Espinosa H, Caballero F. 2005. Moisture diffusion coefficient of Amaranth seeds determined by the regular regime method. *Biosystem Engineering*, 92 (4): 439-443.
- Vizcarra MM, Martinez VC, Caballero DFV. 2003. Thermal and moisture diffusion properties of Amaranth seeds. *Biosystem Engineering*, 86 (4): 441-446.
- Uylaser V, Sahin I. 2004. Geleneksel Gemlik siyah zeytin üretiminin günümüz şartlarına adaptasyonu. *Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi* 18 (1): 105-113.