

Farklı Koşullarda Saklanan Taşköprü Sarımsağında Bazı Kimyasal Özelliklerin Belirlenmesi

*Nezahat TURFAN¹, Aslı KURNAZ², Mehtap ALAY¹, Temel SARIYILDIZ³

¹Kastamonu Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü

²Kastamonu Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü

³Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi

*Sorumlu Yazar: nturfan@kastamonu.edu.tr

Geliş Tarihi: 17.06.2016

Özet

Sarımsak, kükürtlü bileşikler (alisin, alliin), karbohidratlar (sakkaroz, glikoz), protein, lif ve serbest amino asitler, enzimler, fenolik bileşikler, flavonoidler, β -karoten, vitaminler, makro ve mikro elementler açısından zengin bir bitkidir. Bu nedenle de yıllardır yemeklere lezzet vermek ve birçok hastalığın tedavisinde ilaç olarak kullanılmıştır. Çiğ olarak tüketildiği gibi kurutulmuş sarımsak, sarımsak tozu, sarımsak suyu, sarımsak püresi ve uçucu sarımsak yağı gibi sarımsaktan doğrudan elde edilen ürünler olarak da tüketilmektedir. Sarımsağın tadı, besin değeri, kimyasal kompozisyonu, rengi ve görüntüsü hasat öncesi ve sonrası yapılan uygulamaları depolama ömrü ve koşulları, muhafaza şekilleri gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Çalışmada farklı saklama koşullarının sarımsağın kalitesi üzerine etkileri, prolin, serbest amino asit, toplam çözünür protein, β -karoten, toplam fenolik bileşikler, flavonoidler, lipid peroksidasyonu seviyesi (malondialdehit), sakkaroz ve toplam çözünür karbohidrat, APx, CAT ve SOD enzim aktiviteleri gibi kimyasal bileşenlerin değişimleri belirlenerek değerlendirilmiştir. Analizler kontrol grup, -18 °C, saf zeytinyağı ve %2 NaCl içeren sirkede karanlık ve serin koşullarda 10 ay süresince bekletilen sarımsak dişlerinde gerçekleştirilmiştir. Bulgulara göre sirkede bekleyen sarımsak örneklerinde, prolin, amino asit, flavonoid, zeytinyağında bekleyen örneklerde protein, fenolik bileşik, APx ve SOD aktivitesi; -18 °C'de β -karoten, sakkaroz ve toplam çözünür karbohidrat miktarı ve kontrol grubu sarımsak örneklerinde ise CAT aktivitesi yüksektir. Lipid peroksidasyonu seviyesi -18 °C ve sirkede bekletilen örneklerde düşüktür.

Sonuç olarak sarımsağın kimyasal bileşenleri en iyi sirke ve zeytinyağında korunmuştur. En düşük değerler ise doğal koşullarda bekletilen ve -18 °C'de saklanan sarımsak örneklerinde saptanmıştır. Veriler doğrultusunda sarımsağın farklı konsantrasyonlardaki sirke ve zeytinyağı içerisinde bekletilmesi ile besin değeri ve antioksidant özellikleri yüksek sarımsak ürünlerinin elde edilebileceği söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Kimyasal Bileşik, Sarımsak, Sirke, Zeytin yağı

Determining of Some Chemical Properties in Taşköprü Gralic Stored in Different Conditions

Abstract

Garlic (*Allium sativum*) is the most important plant species that richer for α -sulphur-containing compounds (allysin, alliin), carbohydrates (saccharos, glycose), protein, fiber, free amino acids, enzymes, minerals, β -caroten and vitamins. Because of those properties it has been used to treat many diseases as well as a food flavoring for many years. Garlic can be consumed as dried, powder, juice of garlic, pure, volatile oil forms which prooducted from garlic bulb directly as well as freshly. However, taste of garlic, nutrients, chemical composition, colour and shape can be changed according to pre and postharvest treatments, storage life and conductions and preservation types. In this presentstudy, the effect of different preservation condition on cloves quality in Taşköprü garlic was evaluated by analyzing the chemical composition of garlic such as proline, free amino acids, total soluble proteins, β -caroten, total phenoloic compound and flavonoid, saccharose and total soluble carbohydrates amounts, level of lipid peroxadation (as malondialdehyde), APx, CAT and SOD activity. All analyses were performed in control group, stored in -18 °C and kept in pure oil, vinegar which contained 2% NaCl, and left for 10 mounths in dark and warm conduction. Based on the data, the proline, free amino acid, total flavonoid amount were the highest for the stored in vinegar, whereas total soluble protein, total phenoloic compound content and APx and SOD activity increased in the olive oil samples. The highest β -caroten, saccharose and total soluble carbohydrate value obtained from the samples kept in -18 °C; the highest CAT activity was found in the control group. Level of lipid peroxadation was lower in the cloves belonged -18 °C and vinegar but it was higher in others garlic samples.

Finally, we have concluded that we can obtain different garlic products by using olive oil and vinegar in different concentrations. In addition, the results have shown that Taşköprü garlic have higher nutrients and antioxidant capacity.

Key Words: Chemical compounds, Garlic, Olive oil, Vinegar

Giriş

Sarımsak (*Allium sativum* L.), kültür sebzeleri arasında kültüre alınan en eski bitkilerden birisidir. Uzun yıllar yiyeceklere lezzet ve tat vermek için taze ya da kuru olarak tüketildiği gibi ilaç olarak da kullanılmıştır. Mikroorganizmaların etkisini engelleyici özelliği nedeniyle yüzyıllardır birçok hastalıkta ilaç olarak kullanılmış ve geniş spektrumlu bir antibiyotik olarak nitelendirilmiştir. Yapısında sarımsağın büyüme ve gelişim fizyolojisinin düzenlenmesinde rol oynadığı gibi beslenmede önemli yer tutan protein, serbest amino asitler, allinaz, peroksidaz, mirosinaz gibi enzimler, glikoz ve sakkaroz gibi çözünür şekerler, fenolik bileşikler ve flavonoidler, A, B, C ve E vitaminleri gibi kimyasal bileşenler, alliin, allisin vb sarımsağa has özel ve keskin kokuyu veren sülfür bileşikler, selenyum, germanyum, tellur, potasyum, fosfor, kalsiyum, demir ve rubidyum gibi mineraller bulunmaktadır (Gorinstein ve ark., 2008; Ichikawa ve ark., 2006; Lanzotti, 2006; Beato ve ark., 2011).

Sarımsak üretiminde ülkemiz söz sahibi ülkeler arasında olup, Dünya sarımsak üretimi içerisinde yaklaşık %4'lük pay ile yedinci sırada yer almaktadır. Ülkemizde yetiştiricilik açısından en önemli sayılabilecek il ise yaklaşık %14'lük payı ile Kastamonu'dur. Kastamonu'da üretilen sarımsağın tamamına yakını (%85-90'ı) ise 1850 ha'lık ekim alanı ile Taşköprü yöresinde gerçekleştirilmektedir. Taşköprü (Kastamonu) yöresinde yetiştirilen sarımsağın selenyum içermesi ($15 \mu\text{g kg}^{-1}$) (Artık ve Poyrazoğlu, 1994; İzgi, 2001) bu sarımsağın özellikle tercih edilmesini ve piyasalarda aranmasını sağlamaktadır. Günümüzde selenyumun antioksidan olarak kullanılması ayrıca özel bir önem arz etmektedir. Yüz ölçümünün yaklaşık %66'sı ormanlık alanlarla kaplı olan Kastamonu İli'nde ormanlara bitişik veya orman içerisinde yerleşik yaşayan orman köylülerinin ve yöre insanlarının ormanlardan ekonomik anlamda yararlanmalarını ve ormanlar üzerine olan sosyal baskılarını daha düşük seviyelerde tutmak amacıyla gerçekleştirilecek sosyal projelerde Taşköprü'de olduğu gibi ekonomik olarak katkı sağlayacak tarımsal

üretimin desteklenmesi ve üreticilerin karşılaştıkları sorunların çözülmesi gerekmektedir. Bu bakımdan sarımsağın morfolojik, anatomik ve kimyasal özelliklerinin ve bunlar üzerinde etkili olan çevresel faktörlerin çalışılması yanında, sarımsağın kalitesi üzerine sarımsağın farklı saklama koşullarının etkileri konusunda da çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Sarımsak genel olarak baharat, püre, konserve, kurutulmuş sarımsak tozu, sarımsak suyu, dondurulmuş sarımsak, zeytinyağı, şarap ya da sirkede bekletilmiş sarımsak ve turşu olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, kapsüllenmiş sarımsak yağı veya suyu, kokusu alınmış sarımsak tozu tabletleri, yağda bekletilmiş sarımsak yağı diğer ticari preparatlardır. Sarımsakta kaliteyi belirleyen faktörler arasında renk, koku, nem oranı ve şekil bulunmaktadır.

Ancak saklama koşullarına bağlı olarak oluşan filizlenme, kök oluşumu, renk kaybı, su ve tekstür bozukluğu; sarımsağın kimyasal kompozisyonu, şekil, görünüm, tat ve lezzet kalitesini etkilemektedir. Bu durum sarımsağın raf ömrünü kısaltmaktadır. Bu nedenle kullanım ve muhafaza şekilleri, saklama şekilleri için hazırlanma şekilleri, pişirme yöntemleri; sarımsağın kimyasal kompozisyonu, besin değeri, koku, ve lezzetin korunması ve ayrıca gıda zehirlenmesine yol açacak kanserojen mitotoksinlerin, malondialdehit ve reaktif oksijen türlerinin birikmesinin engellenmesi açısından ayrı bir önem arz etmektedir (Akan ve Halloran, 2012; Nizamlioğlu, 2010; Saldamlı, 2007; Cantwell ve Suslow, 2003).

Kurutulmuş ya da dondurulmuş formda saklanan sarımsak dişlerinde; glikoz, fruktoz ve sakkaroz gibi çözünür şekerler, indirgen olmayan şekerler ve fruktoglikosakkaritlerin değiştiği (Cardella ve ark., 2009); 0°C ve 20°C'de saklanan sarımsakların çimlenmediği buna karşın, 5-10°C'da saklanan sarımsaklarda çimlenmenin başladığı, diş kalitesinin bozulduğu ve depolama süresince sarımsaklarda karbohidrat miktarının sürekli azaldığı (Küşümler ve ark., 2006; Cantwell ve Suslow, 2002); 0°C'de saklanan sarımsaklarda çürüme, su kaybı, kahverengi beneklenme, filizlenme ve köklenme

nedeniyle kalitenin düştüğü (Park, 1999); sebze ve meyvelerde dondurarak saklamanın, enzimatik reaksiyonları, senesensi ve mikrobial bulaşımı engelleyerek kalite, mineraller, amino asitler, vitaminler ve antioksidan bileşiklerin korunmasında etkili olduğu (Gökmen ve ark., 2005; Bahceci ve ark., 2005; Demir ve ark., 2004); allinaz enzim aktivitesinin dondurma işlemi ile baskılandığı (Lawson ve Wang, 1994); +4°C’de saklanan sarımsaklarda allinin azalıp izoallinin arttığı (Hughes ve ark., 2006; Ichikawa ve ark., 2006); -18°C’de 30 gün, 2°C’de 3 gün bekletilen soyulmuş sarımsak örneklerinde çimlenmenin hızlandığı ve bakteri üretiminin arttığı, -18°C’de bekletilen örneklerde ise çimlenme ve bakteri üretiminin olmadığı ancak ağırlık kaybının arttığı, 2°C’de kıyılmış örneklerde pürivik asit miktarının 2.5 kat fazla olduğu, depolama süresi uzadıkça kıyılmış örneklerde pürivik asit miktarının azaldığı buna karşın soyulmuş örneklerde arttığı (Park ve ark., 2012); zeytinyağı ve ayçiçeği bol miktarda çoklu doymamış yağ asitleri içerdiği için daha az okside olması nedeniyle sarımsağın saklanması için ideal bir ortam olduğu (Abo ve ark., 2014; Iqbal ve Bhanger, 2007) ve ayrıca bu ürünlerin sentetik antioksidanlardan daha faydalı olduğu bildirilmektedir.

Gıda kaynaklarının en verimli şekilde kullanılması, doğallıktan ödün vermeden, taze ürüne en yakın özellikte ürün muhafazası hem sağlık açısından hem de tüketici tercihleri açısından oldukça önemlidir. Sarımsak yetiştiriciliği, sarımsak hastalıkları, kimyasal kompozisyonu, sarımsağın antimikrobial ve antioksidan özellikleri üzerine yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. Ancak sarımsağın saklama koşullarının sarımsağın kimyasal bileşenlerinin değişimi üzerine etkilerine ilişkin yapılan çalışma oldukça azdır. Çalışmada -18°C’de, saf sızma zeytinyağı ve tuzlu sirke (%20) bekletilmiş ve hiç işlem görmemiş (kontrol) Taşköprü sarımsağında toplam protein, glikoz, sakkaroz ve toplam şeker miktarı, serbest amino asitler, prolin, toplam fenolik bileşik ve flavonid miktarları, lipid peroksidasyonu seviyesi (malondialdehit-MDA) ve askorbat peroksidaz (APx), katalaz (CAT) ve

süperoksit dismutaz (SOD) enzim aktivite değişimleri kıyaslanmıştır. Bu yönüyle, çalışma bu alanda yapılmış ilk çalışmayı oluşturmaktadır.

Materyal ve Metot

Analizlerde kullanılan sarımsaklar, 11.03.2014’te Taşköprü sarımsak üreticilerinden temin edilmiştir. 2014 yılına ait sarımsakların bir kısmı buzdolabında -18°C’de, zeytinyağı ve sirke karanlık ve serin koşullarda 10 ay süresince bekletilirken bir kısmı da kontrol grup olarak ayrılmıştır. Kontrol gruba ait analizler örnekler alındıktan hemen sonra yapılmıştır.

Prolin miktarı Bates ve ark. (1973), toplam çözünür protein miktarı Bradford, (1976), lipid peroksidasyonunun ölçümü (MDA-malondialdehit) Lutts ve ark. (1996) yöntemine göre belirlenmiştir. Serbest amino asit miktarı, Mooer and Stein (1948) metoduna göre yapılmıştır. β -karoten ölçümleri Nagata ve Yamashita (1992) metoduna göre gerçekleştirilmiştir. β -karoten miktarı aşağıdaki denklem ile belirlenmiştir.

β -karoten mg/100 mg=0.216*A663-0.304*A505+0.452*A453

Örneklerde enzim aktivitelerinin belirlenmesinde, taze yaprak örneğinin 0,5 g’ı sıvı azotta ezilmiş ve içinde 0.1 mM Na-EDTA bulunan 50 mM’lık (pH=7.6) KH₂PO₄ (pH=7) 5 ml tampon çözeltisi ile homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnekler 15 dk süre ile 15000 g ve +4°C’de santrifüjlenmiştir.

Katalaz aktivitesi (CAT) spektrofotometrik olarak Bergmeyer (1974) yöntemi ve askorbat peroksidaz (APx) aktivitesi spektrofotometrik olarak Nakano ve Asada (1981) yöntemine göre saptanmıştır. Süperoksit dismutaz (SOD) enzim aktivitesi nitro blue tetrazolium kloridin (NBT) ışık altında O₂ tarafından indirgenmesi yöntemine göre ölçülmüştür (Çakmak, 2002). CAT, APX ve SOD aktivitesi EU/mg Protein olarak verilmiştir.

Toplam çözünür karbohidrat miktarının belirlenmesi Anthron metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Pearson ve ark., 1976; Hedge ve ark., 1962).

Toplam fenolik madde analizi spektrofotometrik Folin-Ciocalteu yöntemine göre (Singleton ve ark., 1999) yapılmıştır.

1mg/ml'ye metanol ile seyreltilmiş 0,5 ml ekstrakta 2,5 ml Folin-Ciocalteu reaktifi (% 10'luk) ilave edilip karıştırılmıştır. Karışım üzerine 2,5 ml %7,5'lik sodyum karbonat ilave edilerek iyice karıştırılmıştır. Elde edilen karışım inkübatörde 45°C'de 45 dk bekledikten sonra oluşan mavi rengin absorbansı spektrofotometrede 765 nm'de okunmuştur. Standart olarak gallik asitten 0,007813-0,125 mg/ml aralığındaki 5 farklı konsantrasyonu ile bir kalibrasyon eğrisi elde edilmiş ve sonuçlar elde edilen eğrinin regresyon eşitliğinden yararlanılarak hesaplanmış ve mg gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak ifade edilmiştir.

Toplam flavonoid tayini spektrofotometrik olarak yapılmıştır (Kumaran ve Karunakaran, 2006). 10 mg/ml'ye metanol ile seyreltilmiş 100 µl bitki ekstraktı %20' lik 100 µl alüminyum klorür ile karıştırıldıktan sonra üzerine 1 damla asetik asit eklenmiştir. Metanol ile son hacim 5 ml'ye tamamlanmış ve oda koşullarında 40 dk beklenmiştir. Örneklerin 415 nm'de absorbansları okunmuş ve kuersetinden hazırlanan (0.03125-0.5 mg/ml) standartlardan elde edilen grafik eğrisi ile toplam flavonoid miktarı mg kuersetin eşdeğeri (QE) olarak ifade edilmiştir.

İstatiksel analiz

Farklı ortamlarda bekletilen ve hiç işlem görmemiş sarımsak örneklerinin kimyasal bileşikleri (prolin, toplam çözünür protein, serbest amino asit, β-karoten, fenolik bileşikler, flavonoidler, sakkaroz, toplam çözünür karbohidratlar, lipit peroksidasyon seviyesi (MDA, malondialdehit), APx, CAT ve SOD aktiviteleri arasında önemli bir farklılığın olup olmadığı üzerine SPSS programı (11. Versiyon) kullanılarak Varyans Analizi (ANOVA) uygulandı. ANOVA sonuçları doğrultusunda, farklılığın önem derecesi Tukey's testi yardımıyla belirlenmiştir.

Bulgular

Dondurulmuş, zeytinyağı ve sirkede bekletilmiş sarımsak örnekleri ile hiç işlem görmemiş sarımsak örneklerinde prolin, serbest amino asit, toplam çözünür protein, β-karoten, sakkaroz, toplam çözünür karbohidrat, toplam fenolik bileşikler ve flavonoidler miktarı, lipit peroksidasyonu seviyesi, APx, CAT ve SOD aktiviteleri ve element içeriklerinin belirlenmesine yönelik analiz sonuçları Tablo 1 ve 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Dondurulmuş, sirkede ve zeytinyağında bekletilmiş, ve kontrol grubu sarımsak örneklerinde prolin, serbest amino asit, toplam çözünür protein miktarı, lipit peroksidasyonu seviyesi (MDA), sakkaroz, toplam çözünür karbohidrat miktar değişimleri ($p < 0.05$, a, b, c, d, e < 0.000)

Saklanma Koşulları	Prolin µg/g	Serbest Amino asit µg/g	Protein mg/g	MDA µmol/d	Sakkaroz mg/g	Toplam Çözünür Karbohidratlar r
Kontrol	315.62±0.002*	325.68±0.11*b	38.46±0.022*	33.72±0.15*	4.71±0.001*	9.9±0.006*c
-18 °C	282.51±0.003*	311.19±0.077*	33.62±0.022*	33.72±0.15*	6.18±0.5*d	11.61±0.008*d
Sirke	364.91±0.001*	400.85±0.061*	50.74±0.018*	37.64±0.15*	4.03±0.003*	5.27±0.013*b
Zeytinyağ	321.62±0.001*	315.9±0.031*a	67.14±0.025*	53.59±0.15*	3.93±0.003*	4.25±0.009*a

Prolin, serbest amino asit ve toplam çözünür protein miktar değişimleri

Bulgulara göre prolin, serbest amino asit ve toplam çözünür protein miktarları -18°C'de bekletilen sarımsak örneklerinde düşük bulunmuştur. Örneklerde kontrole göre en yüksek prolin miktarı %15.62 ile sirkede bekletilen örneklerde, en düşük prolin içeriği ise %12.6 ile -18°C'de

bekletilen sarımsak örneklerinde; en yüksek amino asit miktarı %23.1 ile sirkede, en düşük amino asit miktarı %4.5 ile -18°C'de bekletilen örnekler; en yüksek toplam çözünür protein değeri %74.55 ile zeytinyağında ve %31.91 ile sirkede bekletilen örneklerde belirlenmiştir ($p < 0.05$, Tablo 1). Verilere göre prolin, serbest amino asit ve protein miktarı en fazla -18°C

uygulamasından zarar görmüştür. Buna karşın sirke; prolin ve serbest amino asit, zeytinyağı ise protein miktarında artışa neden olmuştur ($p<0.05$, Tablo 1).

Sakkaroz ve toplam çözünür karbohidrat miktar değişimleri

Sakkaroz miktarı -18°C 'de bekletilen örneklerde kontrole göre %31.3 artış gösterirken, zeytinyağında bekletilen örneklerde %16.6, sirkede bekletilen örneklerde ise %14.42 oranında azalmıştır ($p<0.05$, Tablo 1). Toplam çözünür karbohidrat miktarı sakkaroz benzerlik göstermiştir. Kontrole göre en yüksek

karbohidrat miktarı -18°C 'de (17.23) bekletilen örneklerde, en düşük karbohidrat miktarı ise zeytinyağında bekletilen örneklerde (%57.1) belirlenmiştir ($p<0.05$, Tablo 1).

Malondialdehit miktar değişimleri

Sarımsak örneklerinde kontrole göre en düşük malondialdehit (MDA) konsantrasyonu -18°C (% 35.82) ve sirkede (% 28.37), bekletilen örneklerde, en yüksek MDA ise zeytinyağında (% 2) bekletilen sarımsak örneklerinde saptanmıştır ($p<0.05$, Tablo 1).

Tablo 2. Dondurulmuş, sirkede ve zeytinyağında bekletilmiş, kontrol grubu sarımsak örneklerinde toplam β -karoten, fenolik bileşikler ve flavonoid miktarı, askorbat peroksidaz (APx), katalaz (CAT) ve süperoksit dismutaz (SOD) enzim aktivite değişimleri ($p<0.05$, a, b,c,d,e <0.000)

Saklanma Koşulları	β -Karoten mg/g	Toplam Fenolik Bileşikler	Flavonoid mg/g	APx EU mg/protein	CAT EU mg/protein	SOD EU mg/protein
Kontrol	0.027 $\pm$ 0.0001*b	31.39 $\pm$ 0.011*a	21.04 $\pm$ 0.022*a	0.081 $\pm$ 0.0001*b	0.205 $\pm$ 0.001*c	22.35 $\pm$ 0.003*a
-18 °C	0.132 $\pm$ 0.0006*d	46.4 $\pm$ 0.05*b	26.6 $\pm$ 0.015*b	0.081 $\pm$ 0.001*b	0.06 $\pm$ 0.0001*a	28.3 $\pm$ 0.003*b
Sirke	0.099 $\pm$ 0.0003*a	59.66 $\pm$ 0.01*c	124.55 $\pm$ 0.03*d	0.076 $\pm$ 0.0001*a	0.10 $\pm$ 0.001*b	34.3 $\pm$ 0.003*c
Zeytinyağı	0.051 $\pm$ 0.0002*c	83.86 $\pm$ 0.01*d	98.94 $\pm$ 0.03*c	0.12 $\pm$ 0.0001*c	0.2 $\pm$ 0.001*c	38.7 $\pm$ 0.003*d

β -karoten, toplam fenolik ve flavonoid miktar değişimleri

Sarımsak örneklerinde en düşük β -karoten miktarı kontrol grubu örneklerde bulunmuştur. Diğer örneklerdeki β -karoten miktarının kontrole göre değişimi, -18°C 'de bekletilen örneklerde 4.93 kat, sirkede bekleyen örneklerde 3.7 kat ve zeytinyağında bekletilen örneklerde ise %90 daha yüksek olarak belirlenmiştir ($p<0.05$, Tablo 2). Bulgulara göre toplam fenolik ve flavonoid miktarı kontrol grupta en düşük değerdedir. Zeytinyağında toplam fenolik bileşik miktarı kontrole göre 2.67 kat, sirkede bekleyen örneklerde % 90 ve -18°C 'de bekleyen örneklerde ise % 47.8 daha yüksektir. Toplam flavonoid miktarı, sirkede bekleyen örneklerde kontrole göre 5.92 kat, zeytinyağında bekleyen örneklerde 4.7 kat ve -18°C 'de bekletilen örneklerde ise %26.1 daha yüksektir ($p<0.05$, Tablo 2).

Askorbat peroksidaz, katalaz ve süperoksit dismutaz aktivite değişimleri

Sarımsak örneklerinde APx aktivitesi önemli bir değişim göstermemiştir. En yüksek enzim aktivitesi zeytinyağında bekletilen örnekte kaydedilirken en düşük enzim aktivitesi ise sirkede bekletilen örneklerde görülmüştür. CAT aktivitesi kontrol grupta en yüksek değerdedir. Enzim aktivitesi özellikle de -18°C ve sirkede bekleyen örneklerde, kontrole göre %71.49 ve %49.77 oranında düşmüştür. SOD aktivitesi zeytinyağında bekleyen örneklerde %59.38, sirkede bekleyen örnekte %53.47 ve -18°C 'de bekleyen örneklerde ise %26.7 oranında kontrole göre artmıştır ($p<0.05$, Tablo 2).

Tartışma

Bitkilerin çiçek, meyve, yaprak ve kök gibi farklı organlarında bulunan karotenoidler, şekerler, alkaloidler, tokoferoller ve askorbik asit gibi vitaminler, prolin, metionin, glutamin gibi amino asitler, proteinler, antioksidan enzimler, fenolik bileşikler, mineral maddeler, steroidler,

indoller ve lifler, bitki hücrelerinde biyotik ve abiyotik stres koşullarına karşı savunma sistemlerini uyarak toleransı artırdığı gibi insan beslenmesi ve sağlığı üzerinde de önemli rol oynamaktadırlar. Bu bileşiklerin bitki doku ve hücrelerindeki miktarı çeşit, yetiştirme ortamı, hasat öncesi ve sonrası koşullar, hasat edildiği dönemdeki olgunlaşma derecesi, kullanım ve kullanım amacına bağlı olarak hazırlanma şekli, depolama ve muhafaza tipleri ve ayrıca pişirme yöntemlerine göre değişebilmektedir (Volk ve Stern, 2004; Pardo ve ark., 2007). Bununla birlikte meyve ve sebzeler doğal ortamlarda bile olgunlaşma derecesi, mevsimsel değişim ve çevresel faktörler nedeniyle kolaylıkla bozulmakta, renk, koku, lezzet, şekil, görüntü ve besin değerlerinde kayıplar oluşmaktadır (Fei ve ark., 2015; Optimal Fresh, 2011; Verssimo ve Gil, 2010; Cardella ve ark., 2009; Hodges ve ark., 1999; Gregory, 1996; Kaynaş ve ark., 1995).

Sarımsak örneklerinde toplam prolin ve serbest amino asit miktarı sirke; toplam çözünür protein miktarı, zeytinyağı ve sirke bekletilen örneklerde yüksek değerde iken -18°C’de bekletilen örneklerde her üç bileşiğin değeri düşüktür ($p<0.05$, Tablo 1). Bulgulara göre protein, amino asit ve prolin miktarı en fazla -18°C uygulamasında düşmüştür. Bu durum -18 °C uygulamasının amino asit ve protein sentezinden sorumlu enzimleri inhibe etmesinden ve bu bileşiklerin yapısını bozmuş olmasından kaynaklanmış olabilir. Sarımsağın farklı sıcaklıklarda saklanmasıyla ilişkin yapılan çalışmalarda allinaz, α -amilaz ve çeşitli proteazların enzim aktivitelerinin ve protein miktarının sıcaklık değişimlerinden etkilendiği, renk ve görünümde bozulmalar olduğu (Mashayekhi ve ark., 2015; Nei ve ark., 2007; Volk ve ark., 2004; Lawson ve ark., 1991) bildirilmiştir.

Karotenoidler, fenolik asitler ve flavonoidler bitkilerin kendine has koku, tat ve renklerini veren, antioksidan özelliğe sahip bileşiklerdir (Beato ve ark., 2011; Drozd ve ark., 2011; Hernandez ve ark., 2004; Palett, 1993). Bu bileşikler, besinlerde bulunan ve kolaylıkla okside olabilen maddeleri oksidasyondan korumaktadır (Beato ve ark., 2011; Nizamlioglu ve Nas, 2010; Saldamlı, 2007; Ergün ve ark., 2002).

β -karoten miktarı kontrol grubu ve zeytinyağında bekletilen sarımsak örneklerinde düşük, -18°C ve sirke bekletilen örneklerde ise yüksektir. Sarımsaklarda en yüksek toplam fenolik bileşik değeri zeytinyağında bekletilen, en yüksek flavonoid miktarı ise sirke bekletilen örneğe aittir. Kontrol grubu örneklerde hem fenolik bileşik hem de flavonoid değeri diğer örneklerle göre en düşük değerdedir ($p<0.05$, Tablo 2). Bu verilere göre sarımsak örneklerinde toplam fenolik bileşik ve flavonoid miktarı sirke ve zeytinyağında artarken, β -karoten miktarı ise -18°C’de saklanan örneklerde yükselmiştir (Tablo 2).

Yapılan çalışmalarda gıdalardaki karotenoid, β -karoten, toplam fenolikler ve flavonoidlerin düşük/yüksek sıcaklık, saklama koşulları, pişirme yöntemleri ve hazırlama şekillerine göre değiştiği bildirilmektedir. Mashayekhi ve ark. (2016) +4-21°C arası sıcaklıkların sarımsakta çimlenmeyi uyardığını ve çimlenme sonrası sarımsaklarda flavonoid miktarının azaldığını, Serrano ve ark. (2007) 1°C’de polipropilen paketlerle saklanan sebzelerde şekil, renk, su ve ağırlığın korunduğunu, toplam fenolik bileşikler ve diğer antioksidanlarının değişmediğini ve polipropilen filmlerin gıdaların saklanmasında iyi olduğunu, Jung-Eun ve Seung-Koo (2008), organik asitler içerisinde fenolik bileşiklerin oksidasyonunun engellendiğini, Gliszczynska-Swiglo ve ark. (2009), Abo ve ark. (2014), Nummer ve ark. (2011) ve Ciafardin ve Zullo (2002) zeytinyağında bekletilen sarımsaklarda patojen gelişiminin engellenmesi ve raf ömrünün uzaması nedeniyle fenoliklerin, antioksidanların ve kalitenin uzun süre korunduğunu, Yuang ve ark. (2009) buharla pişirme dışındaki pişirme şekillerinin brokolide toplam klorofil, karotenoid ve fenoliklerin miktarında azalmaya neden olduğunu; DEvoli ve ark. (2013) ve Demiray ve ark. (2013) geleneksel ısı uygulamalarının domatestte β -karoten, likopen ve lutein miktarını azalttığını, Harbourne ve ark. (2009) söğüt ve keçisakalı bitki yapraklarının dondurarak ve fırında 30°C’de kurutma işlemlerinin fenolik bileşikleri etkilemediğini ancak 70°C ısı uygulamalarının ise bu

bileşiklerin miktarını indirgediğini bildirmişlerdir.

Glikoz, fruktoz ve sakkaroz gibi çözünebilir şekerler, çimlenme olayları, hücrede ozmotik dengenin düzenlenmesi, DNA ve hücre membran yapısının korunması, şeker alkaloitleri ve prolin gibi ozmolitlerin sentezlenmesinde önemli iş görmektedir (Fei ve ark., 2015; Livingston ve ark., 2009; Zeamann ve ark., 2007; Küşüm ve ark., 2006). Sakkaroz ve toplam çözünür karbohidrat miktarı -18°C'de bekletilen ve kontrol grubu örneklerde yüksek, zeytinyağı ve sirkede bekletilen örneklerde düşüktür (Tablo 1).

β-karoten, sakkaroz ve toplam çözünür karbohidrat içeriğinin -18°C'de saklanan örneklerde daha yüksek olması, düşük sıcaklıklarda karotenoidlerin kararlı yapısının korunması, solunum hızının artması sonucu polisakkaritlerin sakkaroz ve çözünür karbohidratlara dönüşmesinden kaynaklanmış olabilir. Nitekim birçok araştırmacı düşük sıcaklıklarda bitkilerde pigmentlerin, sakkaroz, toplam çözünür karbohidrat ve şeker alkollerinin arttığını, nişasta miktarının ise azaldığını bildirmektedir (Mashayekhi ve ark., 2016; İlahy ve ark., 2010; Cardella ve ark., 2009; Yuang ve ark., 2009; Tetlow ve ark., 2004; Bernal ve Leopold, 1992).

Gıdalardaki kimyasal bozulmalardan biri olan lipid peroksidasyonu, işleme ve depolama sırasında gıdanın yıkımında önemli rol oynar ve gıdanın rengi, aroması, tadı, yapısı ve özellikle besinsel değeri gibi gıdanın kalitesini değiştiren ürünlerin oluşmasına yol açar.

Yüksek seviyede malondialdehit (MDA) birikimi, hücrelerdeki lipid peroksidasyonu seviyesini göstermektedir. Lipid peroksidasyonu ile meydana gelen toksik maddeler karsinojenize neden olmaktadır (Nizamlioğlu, 2010; Saldamlı, 2007; Ergün ve ark., 2002). Sebze ve meyvelerde normal koşullarda bile çürüme, küflenme, kokma, renk ve şekil kaybı olabilmektedir. Gıdalarda oluşan bu değişimler doku ve hücrelerdeki lipid peroksidasyonu seviyesini artırarak hücrelerde malondialdehit (MDA) ve reaktif oksijen türlerinin birikimine neden olmaktadır. Oluşan oksidatif stres ise APx, CAT ve SOD gibi antioksidan enzim

aktivitelerini uyarmaktadır. APx, CAT ve SOD gibi enzimler lipid peroksidasyonu ve oksidatif stresin neden olduğu toksik maddelerin, reaktif oksijen türlerinin (ROS) etkisini yok etmektedir. Ayrıca hücrel membranların kararlılığını koruyarak sebze ve meyvelerde tekstür, renk ve koku kaybının önlenmesine katkıda bulunmaktadır (Hagen ve ark., 2009; Shalata ve ark., 2001; Shahidi, 2000; Penel ve ark., 1992).

Bulgulara göre en düşük malondialdehit (MDA) konsantrasyonu -18°C ve sirkede, en yüksek MDA ise zeytinyağında bekletilen sarımsak örneklerine aittir (Tablo 1). APx aktivitesi sarımsağın saklanma koşullarından fazla etkilenmemiştir ancak en düşük enzim aktivitesi sirkede bekletilen örneklerde görülmüştür. CAT aktivitesi kontrol grubu ve zeytinyağında bekletilen örneklerde yüksek, -18°C ve sirkede bekletilen örneklerde düşüktür. SOD aktivitesi ise zeytinyağı ve sirkede bekleyen örnekte yüksek, kontrol grubu ve -18°C bekletilen örneklerde düşüktür (Tablo 2).

Verilere göre zeytinyağında ve sirkede bekletilen sarımsak örneklerinde enzim aktivitesi daha yüksektir. Bu durum, zeytinyağındaki doymamış yağ asitlerinin daha az okside olmasından ve antioksidant kapasitesinin çok yüksek olmasından kaynaklanmış olabilir. Sirkede %0.2 NaCl oranında tuz olmasına rağmen, CAT ve SOD aktivitelerinin yüksek olması, sirkenin elde edildiği üzümün antioksidan kapasitesinin yüksekliğine işaret etmektedir.

Birçok araştırmacı bitki doku ve hücrelerinde oksidatif stres ve lipid peroksidasyonunun MDA miktarını ve buna bağlı olarak da membran hasarını artırdığını, buna karşın APx, CAT ve SOD gibi enzimatik antioksidanların, karotenoidler, fenolikler ve C vitamini gibi non enzimatik bileşiklerin membran bütünlüğünü koruduğunu, oksidatif hasarı en aza indirgediğini bildirmişlerdir (Eraslan ve ark., 2007; Welti ve ark., 2002; Benkeblia ve Selselet-Attou, 1999).

Sonuç

Meyve ve sebzeler beslenmemizde önemli yer tutan besin kaynaklarıdır. Mevsimsel değişimler, yetiştirme ortamları, hasat zamanı, hasat öncesi ve sonrası yapılan uygulamalar,

saklama ve kullanım şekilleri, pişirme yöntemleri meyve ve sebzelerdeki besin değerlerini, kimyasal kompozisyonu, renk, koku ve şekli etkilemektedir. Bu çalışmada kontrol grubu, -18 °C, saf zeytinyağı ve %0.2 NaCl içeren sirkede bekletilen Taşköprü sarımsağının bazı kimyasal bileşimlerinin değişimi incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre prolin, amino asit, flavonoid, zeytinyağında bekleyen örneklerde protein, fenolik bileşik, APx ve SOD aktivitesi; -18 °C’de β -karoten, sakkaroz ve toplam çözünür karbohidrat miktarı ve kontrol grubu sarımsak örneklerinde ise CAT aktivitesi yüksektir. Lipit peroksidasyonu seviyesi -18 °C ve sirkede bekletilen örneklerde düşüktür. Tüm veriler doğrultusunda sarımsağın kimyasal bileşenlerinin korunduğu en iyi muhafaza şekli sirke ve zeytinyağında bekletme; kimyasal bileşenlerin en fazla zarar gördüğü yöntem ise doğal ortamda ve -18 °C’de bekletme olduğu anlaşılmıştır.

Sonuç olarak, zeytinyağı ve sirke, sarımsağın saklanması ve yeni sarımsak ürünlerinin elde edilmesinde kullanılabileceği söylenebilir.

Kaynaklar

- Abo B., Bevan J., Greenway S., Healy, B., McCurdy S.M., Peutz J., Wittman G. 2014. Acidification of garlic and herbs for consumer preparation of infused oils. *Food Protection Trends* 34 (4), 247-257.
- Akan S., Halloran N. 2012. Hasat Öncesi ve Hasat Sonrası Uygulamaların Sarımsakta Depo Ömrü ve Kaliteye Etkisi. *GIDA*, 37 (4), 227-234.
- Artık N., Poyrazoğlu ES. 1994. Kastamonu sarımsağının (*Allium sativum* L.) kimyasal bileşiminin belirlenmesi üzerine araştırma. *Gıda Teknolojisi Derneği (GTD) Yayın Organı*. 19(1), 3-9 s.
- Atashi S., Akbarpour V., Mashayekhi K., Mousavizadeh SJ. 2011. Garlic physiological characteristics from harvest to sprouting in response to low temperature. *Journal of Stored Products and Postharvest Research*, 2 (15), 285-291.
- Bahçeci S.K., Serpen A., Gökmen V., Acar J. 2005. Study of lipoxygenase and peroxidase as indicator enzymes in green beans: change of enzyme activity, ascorbic acid and chlorophylls during frozen storage. *J.of Food Eng*, 66,187-192.
- Bates L.S., Waldern R.P., Teare ID. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, 39, 205-207.
- Beato V.M., Orgaz F., Mansilla F., Montano A. 2011. Changes in Phenolic Compounds in Garlic (*Allium sativum* L.) Owing to the Cultivar and location of growth. *Plant Foods Hum Nutr.*, 66, 218-223.
- Benkeblia N., Selselet-Attou G. 1999. Effects of low temperatures on changes in oligosaccharids, phenolics and peroxidase in inner bud of onion (*Allium cepa* L.) during break of dormancy. *Acta Agric. Scand.*, 49, 98-102.
- Bergmeyer H.U. 1974. *Methods of Enzymatic Analysis*. New York, Academic Press.
- Bradford M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analyt. Biochem.*,72(1-2), 248-254.
- Cantwell M.I., Kang J., Hong G. 2003. Heat treatments control sprouting and rooting of garlic cloves. *Postharvest Biol. Technol.*, 30, 57-65.
- Cantwell, M., Suslow T. 2002. *Post Harvest Technology of Horticultural Crops*. University of California, pp. 445-463 (Publication 3311).
- Cardelle-Cobas A., Costo R., Corzo N., Villamiel M. 2009. Fructo-oligosaccharide changes during the storage of dehydrated commercial garlic and onion samples. *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 947-952.
- Ciafardini G., Zullo B.A. 2002. Survival of microorganisms in extra virgin olive oil during storage. *Food. Microbiol.*, 19,105-109.
- Close T.J. 1997. Dehydrins: A commonality in the response of plants to dehydration and low temperature. *Physiol. Plantarum*, 100, 291-296.
- D’evoli L., Lombardi-Boccia G., Lucarini M. 2013. Influence of Heat Treatments on Carotenoid Content of Cherry Tomatoes. *Foods*, 2, 352-363.
- Demiray E., Tulek Y., Yilmaz Y. 2013. Degradation kinetics of lycopene, β -carotene and ascorbic acid in tomatoes during hot air drying. *LWT Food Sci. Technol.* 2013, 50, 172-176.
- Drozd M., Thomas M., Nowak R. 2011. Determination of phenolic acids in raw garlic (*Allium Sativum*) and onion (*Allium cepa*) bulbs. *Ann. UMCS Sect DDD*, 24 (14), 121-127.
- Eraslan F., İnal A., Savaşürk O., Güneş A. 2007. Changes in antioxidative system and membrane damage of lettuce in response to salinity and boron toxicity. *Sci Hortic.*, 114 (1), 5-10.
- Ergün A., Tuncer Ş.D., Çolpan İ., Yalçın S., Yıldız G., Küçükersan M.K., Küçükersan S., Önel A.G., Muğlalı Ö.H., Şehu A., 2002. *Yemler, Yem Hijyeni ve Teknolojisi*. A.Ü. Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Ankara, 465 s.

- Fei M.L.I., Tong L.I., Wei L.I., Yang L.D. 2015. Changes in antioxidant capacity, levels of soluble sugar, total polyphenol, organosulfur compound and constituents in garlic clove during storage. *Industrial Crops and Products*, 69, 137-142.
- Gliszczynska-Świgło A., Ciska E., Pawlak-Lemanska K., Chmielewski J., Borkowski T., Tyrakowska B., 2006. Changes in the content of health-promoting compounds and antioxidant activity of broccoli after domestic processing. *Food Addit. Contam.*, 23(11), 1088-1098.
- Gökmen V., Bahçeci K.S., Serpen A., Acar J. 2005. Study of Lipoxxygenase and Peroxidase as Indicator Enzymes in Peas: Change of enzyme activity, ascorbic acid and chlorophylls during frozen storage. *LWT, Food Science and Technology*, 38(8), 903-908.
- Gregory J. 1996. Vitamins. In *Food Chemistry*. O. Fennema (Ed.), p. 531-567. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Hagen S.F., Borge G.I.A., Solhaug K.A., Bengtsson G.B. 2009. Effects of cold storage and harvest date on bioactive compounds in curly kale (*Brassica oleracea* L var. *Acephala*). *Post Harvest Biology and Technology*, 51, 36-42.
- Harbourne N. Marete E. Jacquier J.C. O'Riordan D. 2009. Effect of drying methods on the phenolic constituents of meadowsweet (*Filipendula ulmaria*) and willow (*Salix alba*). *LWT-Food Sci. Technol.*, 42, 1468-1473.
- Hernandez I., Alegre L., Munne-Bosch S. 2004. Drought-induced changes in flavonoids and other low-molecularweight antioxidants in *Cistus clusii* plants grown under Mediterranean field conditions. *Tree Physiology*, 24, 1303-1311.
- Hodges D.M., DeLong J.M., Forney C.F., Prange R.K. 1999. Improving the thiobarbituric acid-reactive-substances assay for estimating lipid peroxidation in plant tissues containing anthocyanin and other interfering compounds. *Planta*, 207, 604-11.
- Hughes J., Collin H.A., Tregova A., Tomsett A.B., Cosstick R., Jones M.G. 2006. Effect of low storage temperature on some of the flavour precursors in garlic (*Allium Sativum*). *Plant Foods for Human Nutrition*, 61(2), 81-85.
- Hughes J., Collin H.A., Tregova A., Tomsett A.B., Cosstick R., Jones M.G. 2006. Effect of low storage temperature on some of the flavour precursors in garlic. (*Allium sativum*). *Plant Foods for Human Nutrition*, 61, 78-82.
- Ichikawa, M., Ide, N., Ono K. 2006. Changes in organosulfur compounds in garlic cloves during storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 4849-4854.
- Ilahy R., Hdider C., Lenucci M.S., Tlili I., Dalessandro G. 2011. Antioxidant activity and bioactive compound changes during fruit ripening high-lycopene tomato cultivars. *J Food Comp Anal.*, 24, 588-595.
- Iqbal S., Bhanger M.I. 2007. Stabilization of sunflower oil by garlic extract during accelerated storage. *Food Chemistry*, 100, 246-254.
- İzgi B. 2001. Biyolojik ve gıda örneklerinde selenyum tayini ve fraksiyonlama (türlendirme) çalışmaları. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Bursa.
- Jung-Eun C., Seung-Koo L. 2008. Current Research Status of Postharvest Technology of Garlic (*Allium sativum* L.) Current Research Status of Postharvest Technology of Garlic (*Allium sativum* L.). *Korean Society of Horticultural Science*, 26 (3), 350-356.
- Kacar B., Katkat V., Öztürk Ş. 2002. Bitki Fizyolojisi. Uludağ Üniv. Güçlendirme Vakfı, Yayın no: 198, Bursa, s. 493, 494, 510-513.
- Kaynaş K., Beşirli G., Özelkök S. 1995. Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Sarımsakların Dinlenme Süresi ve Dinlenme Süresince Yumru İçsel Hormon Değişimlerinin Saptanması. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü-Yalova, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler, Yayın No: 87.
- Kumaran A., Karunakaran R.J. 2006. Antioxidant and free radical scavenging activity of an aqueous extract of *Coleus aromaticus*. *Food Chemistry*, 97, 109-114.
- Lanzotti V. 2006. The analysis of onion and garlic. *J chromatogr.*, A1112, 3-22.
- Lawson L.D., Wang Z.Y.J., Hughes B.G. 1991. Identification and HPLC quantitaion of the sulphides and dialkenyl thiosulfinates in commercial garlic products. *Planta Medica*, 57 (4), 363-70.
- Li L., Hu D., Jiang Y., Chen F., Hu X., Zhao G. 2008. Relationship between γ -Glutamyl Transpeptidase Activity and Garlic Greening, as Controlled by Temperature. *J. Agric. Food Chem.*, 56 (3), 941-945.
- Livingston D.P., Hinch D.K., Heyer A.G. 2009. Fructan and its relationship to abiotic stress tolerance in plants. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 66, 2007-2023.
- Lutts S., Kinet J.M., Bouharmont J. 1996. NaCl-Induced Senescence in Leaves of Rice (*Oryza sativa* L.) Cultivars Differing in Salinity Resistance. *Annals Of Botany*, 78: 389-398.
- Mashayekhi K., Chiane S.M., Mianabadi M., Ghaderifar F., Mousavizadeh S.J. 2016. MasChange in carbohydrate and enzymes from harvest to sprouting in garlic. *Food Science & Nutrition*, 4 (3), 370-376.

- Moore S., Stein WH. 1948. Photometric methods for use in the chromatography of amino acids. *J. Biol Chem*, 176, 307-318.
- Nei D., Nakamura N., Umehara H., Roy P., Okadome H., Ishikawa Y., Shiina T. 2007. Effect of Temperature and Gas Composition on Quality of Garlic Bulbs National Food Research Institute, Japan. *Acta Hort.*, 746, 77-82.
- Nizamlioglu, M.N., Nas S. 2010. Meyve ve Sebzelerde Bulunan Fenolik Bileşikler; Yapıları ve Önemleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*. 5(1), 20-35.
- Nummer B.A., Sfhffner D.W., Fraser, A.M., Andress E.L. 2011. Current Food Safety Issues of Home-prepared Vegetables and Herbs Stored in Oil. *Food Protection Trends*, 31(6), 336-342.
- Optimal F. 2011. Sydney Postharvest Laboratory & Food Science Australia Detailed Report Page. www.postharvest.com.au/Garlic.pdf, Australia.
- Palett K.E., Young A.J. 1993. Carotenoids. In *Antioxidants in Higher Plants* (Edited by R. G. Alscher and J. L. Hess), pp. 60-89. CRC Press Inc., Boca Raton, FL.
- Pardo J.E., Escribano J., Go'mez R., Alvarruiz A. 2007. Physical-chemical and sensory quality evaluation of garlic cultivars. *Journal of Food Quality* 30 (5), 609-622.
- Park Y. 1999. Effects of MA Packaging and shelf temperatures on the quality of garlic cloves during simulated marketing and consumption. *Proc. Int. Symp. on Quality of fresh and fermented vegetables. Acta Hort.*, 483, 331-338.
- Park Y.H., Park S., Han G.J., Choe J.S., Lee J.Y., Kang M.S. 2012. Quality Characteristics of Pre-processed Garlic during Storage according to Storage Temperature. *J Korean Soc Food Sci Nutr.*, 41(7), 994-1001.
- Pearson, D., Melon, H.K., Ronald S. 1976. *Chemical analysis of Food*, 8th edition.
- Penel C., Gaspar T.H., Greppin H. 1992. *Plant peroxidases: topics and detailed literature on molecular, biochemical and physiological aspects*. University of Geneva, 350 pp.
- Rutherford P.P. 1981. Some biochemical changes in vegetables during storage. *Ann. Appl. Biol.*, 98, 525-562.
- Saldamlı I. 2007. *Gıda Kimyası*. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 463-492.
- Sasipriya G., Maria C.L. Siddhuraj P. 2014. Influence of pressure cooking on antioxidant activity of wild (*Ensete superbum*) and commercial banana (*Musa paradisiaca* var. Monthan) unripe fruit and flower. *Journal of Food Science and Technology*, 51, 2517-2525.
- Serrano J., Goni I., Saura-Calixto F. 2007. Food antioxidant capacity determined by chemical methods may underestimate the physiological antioxidant capacity. *Food Res Int.*, 40, 15-21.
- Shahidi F. 2000. Antioxidants in Food and Food Antioxidants. *Nahrung*, 44, 158-163.
- Shalata A., Mittova V., Volokita Guy, M., Tal M. 2001. Response of the Cultivated Tomato and its Wild Salt-Tolerant Relative *Lycopersicon pennelli* to Salt-Dependent Oxidative Stress: The Root Antioxidative System. *Physiologia Plantarum*, 112, 487-494.
- Singleton V.L., Orthofer R., Lamuela-Raventos R.M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol.*, 299, 152-178.
- Smirnoff N. 2005. Ascorbate, Tocopherol and Carotenoids: Metabolism, Pathway Engineering and Functions. In: Smirnoff N, Ed. *Antioxidants and Reactive Oxygen Species in Plants*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd. p:53-86.
- Tetlow I.J., Morell M.K., Emes M.J. 2004. Recent developments in understanding the regulation of starch metabolism in higher plants. *Journal of Experimental Botany*, 55, 2131-2145.
- Velikova V., Yordanov I., Edrava A. 2000. Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants. Protective role of exogenous polyamines. *Plant Science*, 151, 59-66.
- Verbruggen N., Hermans C. 2008. Proline accumulation in plants: a review. *Amino Acids* 35, 753-759.
- Verissimo T., Gil L. 2010. Impact of Different Disinfection Treatments on the Quality Retention of Minimally Processed Garlic. *Proc. 6th International Postharvest Symposium. Acta Hort.*, 877, 627-633.
- Volk G.M., Rotondo K.E., Lyons W. 2004. Low-temperature storage of garlic for spring planting. *HortScience*, 39, 571-573.
- Welti R., Li W., Li M., Sang Y., Biesiada H., Zhou H.E., Rajashekar C.B., Williams T.D., Wang X. 2002. Profiling membrane lipids in plant stress responses. Role of phospholipase D in freezing induced lipid changes in *Arabidopsis*. *J. Biol. Chem.* 277, 31994-32002.
- Yamazaki H., Niwata E., Yano T., Nagasuga K., Inamoto K., Yamasaki A. 2010. Effect of Grower's curing condition of garlic bulbs on the occurrence of concavities on the surface of scales after subzero storage. *Tohoku Agricultural Research*, 63, 133-134.
- Yuan G., Sun B., Yuan J., Wang Q. 2009. Effects of different cooking methods on health-promoting compounds of broccoli. *J Zhejiang Univ Sci B.*, 10 (8), 580-588.
- Zeeman S.C., Thorneycroft D., Schupp N., Chapple A., Weck M., Dunstan H., Haldimann P.,

Bechtold N., Smith A.M., Smith S.M. 2004. Plastidial alpha-glucan phosphorylase is not required for starch degradation in Arabidopsis leaves but has a role in the tolerance of abiotic stress. *Plant Physiology*, 135, 849-858.