



## Dondurulmuş Bazı Meyve ve Sebzelerin Toplam Fenolik Madde, Antioksidan Kapasite ve Mikrobiyal Yük Açısından Değerlendirilmesi

Canan DAĞDELEN<sup>1</sup>, Buket SEYHAN<sup>1</sup>, Bige İNCEDAYI<sup>1\*</sup>

**Öz:** Bu çalışmada piyasa koşullarından temin edilen farklı firmalara ait dondurulmuş meyve (ahududu, böğürtlen, çilek, vişne) ve sebzeler (ıspanak, bezelye, mısır, patates) fiziksel kalite parametrelerinin (hasarlı, kusurlu, lekeli, çürük, kırık, yabancı madde, renk farklılığı ve bloklama durumu) yanı sıra, biyoaktif bileşenlerden fenolik maddeler ve antioksidan kapasite yönünden değerlendirilmiştir. Ayrıca ürünlerde toplam canlı, maya-küf, toplam koliform ve *Escherichia coli* sayısı saptanmış; patojenite açısından *E. coli O157:H7* ve *Listeria monocytogenes* varlığı araştırılmıştır. Bireysel hızlı dondurulmuş meyve ve sebzelerin fiziksel kusurları kabul edilebilir sınırlar içinde bulunurken, yalnızca 1 kodlu firmaya ait ıspanakta ve ahudududa yüksek miktarda bloklama görülmüştür. Toplam fenolik madde miktarı meyvelerde 8.88-37.36 mg GAE g<sup>-1</sup> kurumadde, sebzelerde 0.75-11.34 mg GAE g<sup>-1</sup> kurumadde arasında saptanmıştır. Troloks eşdeğeri ve askorbik asit eşdeğeri cinsinden ortaya konan antioksidan kapasite sonuçlarına göre meyve grubundan ahududu, sebze grubundan ise ıspanak en yüksek değerleri vermiştir. Ürünler genel olarak toplam canlı, maya-küf, toplam koliform, *E. coli* sayısı ile *E. coli O157:H7* ve *L. monocytogenes* yönünden kodekse uygun bulunmuş, ancak 1 kodlu firmaya ait dondurulmuş mısırlarda *L. monocytogenes* pozitif çıkmıştır. Her ne kadar piyasada bulunan dondurulmuş ürünlerin çoğu tüketilebilir özellikte bulunmuş olsa da, sonuçlar uygun nitelikte hammadde kullanımının, hijyen

\* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** <sup>1</sup> Bige İNCEDAYI, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa Türkiye, [bige@uludag.edu.tr](mailto:bige@uludag.edu.tr), [OrcID 0000-0001-6128-7453](https://orcid.org/0000-0001-6128-7453)

<sup>1</sup> Canan DAĞDELEN, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa Türkiye, [cnn.dagdelen@gmail.com](mailto:cnn.dagdelen@gmail.com), [OrcID 0000-0002-0641-8091](https://orcid.org/0000-0002-0641-8091)

<sup>1</sup> Buket SEYHAN, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa Türkiye, [buketseyhan.bkt@gmail.com](mailto:buketseyhan.bkt@gmail.com), [OrcID 0000-0002-9948-4433](https://orcid.org/0000-0002-9948-4433)

koşullarının üretimin her aşamasında sağlanmasının ve olası kontaminasyonların önüne geçilmesinin önemini bir kez daha ortaya koymuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Antioksidan kapasite, dondurulmuş meyve ve sebze, patojen, toplam fenolik madde.

## Evaluation of Total Phenolic Content, Antioxidant Capacity and Microbial Load of Some Frozen Fruits and Vegetables

**Abstract:** In this study, the physical quality parameters (damaged, defective, stained, rotten, broken, foreign material, color difference and blocking) as well as bioactive phenolic components and antioxidant capacity of frozen fruits (raspberry, blackberry, strawberry, sour cherry) and vegetables (spinach, peas, corn, potatoes) were evaluated. Additionally, total viable, yeast-mold, total coliform and *Escherichia coli* counts were determined in the products and existence of *E. coli O157:H7* and *Listeria monocytogenes* were researched in terms of pathogenicity. While the physical defects of individually quick frozen fruits and vegetables were found within acceptable limits, a large amount of blocky structure was observed only in spinach and raspberries of firm 1. Total phenolic content was found between 8.88-37.36 mg GAE g<sup>-1</sup> dry matter in frozen fruits and 0.75-11.34 mg GAE g<sup>-1</sup> dry matter in vegetables. According to the results of antioxidant capacity in terms of both trolox equivalent and ascorbic acid equivalent, raspberry from fruit group and spinach from vegetable group had the highest values. In general, the products were found to be suitable for total viable, yeast-mold, total coliform, *E. coli* counts and *E. coli O157:H7* and *L. monocytogenes*, except frozen maize of firm 1 contaminated with *L. monocytogenes*. Although most of the frozen products on the market have been found to be consumable, the results have once again demonstrated the importance of using appropriate raw material, ensuring hygiene conditions at all stages of production and avoiding possible contamination.

**Keywords:** Antioxidant capacity, frozen fruit and vegetable, pathogene, total phenolic content.

## Giriş

Gıda sektörünün temel amacı, tarımsal hammaddeyi işleyerek yüksek kalitede, sağlıklı, güvenilir, uzun ömürlü ve besleyici gıdalar üretmektir (Hekimoğlu ve Altındağ, 2016). Bu özelliklere sahip gıda ürünlerinin üretilebilmesi ise, hammaddenin miktar ve kalitesinde oluşacak minimum kayıpla muhafaza edilmesini sağlayacak işleme yöntemlerinin uygulanması ile mümkün olmaktadır (Tülek ve ark., 1999; Xu ve ark., 2017). Gıdalara yaygın olarak uygulanan kurutma, konserveleme, asit, tuz ve şeker ile muhafaza gibi yöntemler arasında en az kalite kaybının dondurarak muhafazada görüldüğü bilinmektedir (Karabağlı ve Alpkent 1998; Ozan ve Bilişli 2008; Çurkan ve ark., 2012; Sürel, 2012). Dondurma yaygın olarak kullanılan etkin bir gıda

muhafaza yöntemi olup, modern toplumun gelişmesiyle birlikte, gıda endüstrisi içerisinde büyük sektörlerden biri haline gelmiştir (Hekimoğlu ve Altındağ, 2016; Sun, 2016; Zhoa ve Takhar, 2017).

Dondurma işlemi gıda ürünlerinde mevcut olan serbest suyu buza dönüştüren ve gıda matriksindeki su aktivitesinin azalmasıyla kimyasal ve enzimatik bozulma reaksiyonlarının daha yavaş ilerlemesini sağlayan bir süreçtir (Fellows, 2000; Singh ve Heldman, 2009; Sun, 2016; Gonçalves ve Junior, 2018). Böylece, renk ve dokudaki bozulmalar, besin kaybı ve depolama sırasında istenmeyen lezzet gelişimi büyük ölçüde yavaşlatılmaktadır (Cheng ve ark., 2015; Wu ve ark., 2017). Yapılan çalışmalar, taze materyalle karşılaştırıldığında, dondurarak muhafazanın, ürünün antosiyanin, C vitamini ve antioksidan kapasite içeriğinde nispeten küçük değişikliklere neden olduğunu göstermektedir (Karabağlı ve Alpkent, 1998; Allan-Wojtas ve ark., 1999). Meyvelerle kıyaslandığında, sebzelerin haşlanması ile dondurulmuş üründe yavaş da olsa devam eden enzimatik değişimler önemli oranda ortadan kaldırılmaktadır (Cemeroğlu, 2005; Demiray ve Tülek, 2010).

Dondurulmuş meyve ve sebze üretim prosesinde öncelikle yıkama, ayıklama, sınıflandırma, haşlama (sebzeler için), çekirdek çıkarma, dilimleme gibi bazı ön işlemler uygulanmaktadır. Ardından uygun dondurma sistemi kullanılarak, ürün sıcaklığı donma noktasının altındaki bir sıcaklığa kadar düşürülmektedir (James ve ark., 2015; Anonim, 2017). Dondurulmuş gıda kalitesi, donma hızı, depolama sıcaklığı ve süresi, paketleme, sıcaklık dalgalanmaları gibi birçok faktöre bağlıdır (Songsaeng ve ark., 2010). Donma hızı, gıda dokusunun zarar görmesini ve çözülme sırasında görülen kayıpları önlemek için dondurma işlemindeki en kritik faktörlerden biridir (Alexandre ve ark., 2013; Bulut ve ark., 2018). Bu amaçla uygulanan hızlı dondurma prosesi sayesinde oluşan daha küçük yapılı buz kristallerinin kalite üzerine olumlu etkiler sağladığı bilinmektedir (Poulsen, 1977; Spiess, 1979; Jul, 1984; Ullah ve ark., 2014). Ayrıca donma süresinin kısaltılması, enerji tüketiminin azaltılmasını sağlarken, verimliliğin artırılması yönüyle de avantaj sağlamaktadır (James ve ark., 2015). Bu amaçla geliştirilen bireysel hızlı dondurma sistemleri (IQF), günümüzde ticari üretim amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Hammaddenin niteliği ve uygulanan üretim parametreleri ise bireysel hızlı dondurulan ürünlerin kalitesini etkileyen temel unsurlardır (Demiray ve Tülek, 2010; Alexandre ve ark., 2013; Attrey, 2016).

Codex Alimentarius (2017)'a göre hızlı dondurulmuş meyve ve sebzelerde herhangi bir yabancı tat veya koku olmamalı, ürün yabancı maddelerden arınmış ve sağlam olmalıdır. Bununla birlikte tüketici isteklerine uygun olarak tolere edilebilecek belirli limite kadar leke, renk kaybı, kesim hatası, sınıflandırma hatası veya mekaniksel alet ve ekipmanlardan kaynaklanan hatalar olabilmektedir.

Dondurulmuş meyve ve sebzeler mikrobiyolojik açıdan bozulmaya ve gıda kaynaklı hastalıklara neden olan bazı mikroorganizmaları içerebilmektedir. Bu ürünlerde özellikle *Listeria monocytogenes* ve *Escherichia coli* (O157:H7) gibi patojen mikroorganizmalarla birlikte toplam aerobik canlı mikroorganizma, toplam koliform bakteri ve maya-küf sayısı da önem taşımaktadır (Günşen ve Büyükyörük, 2005). Bu mikroorganizmalar bitkisel veya toprak kökenli olabildiği gibi, hijyenik olmayan üretim ve depolama koşulları da ürünün ilgili mikroorganizmalarca bulaşmasına neden olmaktadır. Yapılan çalışmalarda meyve sebzelerde gram (+) bakterilerin, gram (-) bakterilere göre donma işlemine daha dayanıklı olduğu ve uygun olmayan dondurma prosesi sonucunda aerob mezofilik ve psikrofilik mikroorganizma sayısında artış olduğu ortaya konmuştur (Manani ve ark., 2006).

Meyve ve sebzeler yüksek konsantrasyonda biyoaktif bileşenler içermekte olup, bunlardan dolayı yüksek antioksidan kapasiteye sahiptir (Liu, 2013). Yapılan çalışmalar taze meyve ve sebzelerin IQF sistemlerinde dondurularak muhafaza edilmesi sırasında antioksidan kapasite ve fenolik madde içeriklerinin büyük ölçüde korunduğunu ortaya koymuştur (Mullen ve ark., 2002; Hager ve ark., 2008; De Ancos ve ark., 2010; Kluszczyńska ve Sowińska, 2014; Radočaj ve ark., 2014; Nayak ve ark., 2015; Li ve ark., 2017; Sadowska ve ark., 2017).

Bu çalışmada piyasa koşullarından temin edilen ticari üç firmaya ait dondurulmuş ahududu, böğürtlen, çilek, vişne, ıspanak, bezelye, patates ve mısır fizikokimyasal ve mikrobiyolojik açıdan değerlendirilmiştir. Ürünler fiziksel özelliklerin yanı sıra toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasiteleri yönünden analiz edilmiştir. Ayrıca gıda güvenliği açısından ürünlerin toplam canlı mikroorganizma sayısı ile maya-küf miktarları ortaya konmuş; toplam koliform ve *E.coli*'nin yanı sıra patojen mikroorganizmalardan *E.coli* O157:H7 ve *L. monocytogenes*' in varlığı da irdelenmiştir.

## Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada sektörde faaliyet gösteren üç farklı firmaya (F1, F2 ve F3) ait sekiz çeşit dondurulmuş ürün analiz edilmiştir. Bunlar arasında dondurulmuş ahududu, böğürtlen, çilek, vişne, ıspanak, bezelye, patates ve mısır yer almaktadır. Temin aşamasında tüm meyve ve sebzelerin IQF ile dondurulmuş ve yakın üretim tarihine sahip olmasına özen gösterilmiştir. -18 °C'de muhafaza edilen ürünler kısa bir süre içerisinde analize alınmıştır.

## Analiz Metotları

### Fiziksel Analizler

Bu amaçla dondurulmuş sebze ve meyvelerde kalite kusurlarından yabancı, kırık ve hasarlı madde, sap miktarı ile çürük ve lekeli ürün oranları belirlenmiştir. Ayrıca bireysel hızlı dondurulmuş ürünlerde istenmeyen bloklaşma durumu da ortaya konmuştur. Analizler 1000 g üründe gerçekleştirilmiş olup, sonuçlar gravimetrik olarak saptanmıştır (Anonim, 1981 a-f).

### Ekstraksiyon Metodu

Dondurulmuş meyve ve sebzelerden fenolik madde ve antioksidan özellik gösteren bileşenlerin ekstraksiyonu Beta ve ark. (2005) ile Vitali ve ark. (2009)'na göre gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 2 g örnek üzerine 20 mL ekstraksiyon çözeltisi (1:80:10 oranlarında HCL, metanol ve su) eklenmiştir. Örnekler 20 °C'de 2 saat çalkalanmış (Memmert WNB 22 çalkalamalı su banyosu), süre sonunda 10 dk boyunca 3500 rpm'de santrifüjlenmiştir (Sigma 3K30 soğutmalı santrifüj). Santrifüjden alınan supernatant kaba filtre kağıdından

geçirilerek, ekstrakte edilebilir polifenollerin ayrımı sağlanmıştır. Ekstraktlar analiz edilinceye dek derin dondurucu ortamında depolanmıştır.

### Antioksidan Kapasite Analizi

Antioksidan kapasite (AK), DPPH serbest radikali kullanılarak analiz edilmiştir (Türkmen Erol ve ark., 2009). Ürün ekstraktları ön denemelerle belirlenen uygun konsantrasyonlara seyreltikten sonra, 50 µL seyreltilmiş ekstrakt üzerine, metanolde hazırlanmış 1950 µL DPPH radikali ( $6 \times 10^{-5}$  M) eklenmiştir. Kontrol (kör) için ekstrakt yerine saf su kullanılmıştır. Reaksiyon karışımı vortekste 15 saniye süreyle homojenize edildikten sonra, karanlıkta oda sıcaklığında 60 dk bekletilmiştir. Süre bitiminde karışımın ve kontrol örneğinin absorbansı, spektrofotometrede (Shimadzu UV-1800 model) 517 nm'de saf metanole karşı okunmuştur. Elde edilen absorbanslar üzerinden aşağıdaki formüle göre % inhibisyon değerleri ve bu değerler üzerinden de dondurulmuş meyve ve sebzelerin troloks ve askorbik asit eşdeğeri cinsinden antioksidan kapasiteleri hesaplanmıştır.

$$AK (\% \text{ İnhibisyon}) = \frac{Abs_{Kontrol} - Abs_{\text{örnek}}}{Abs_{Kontrol}} \times 100 \quad (1)$$

*Abs<sub>kontrol</sub>* : örnek içermeyen DPPH çözeltisinin absorbansı,

*Abs<sub>örnek</sub>* :örnek içeren DPPH çözeltisinin absorbansı

Antioksidan kapasitenin hesaplanmasında referans antioksidan olarak askorbik asit kullanılmış olup, farklı konsantrasyonlarda (0-200 µg mL<sup>-1</sup> aralığında) çözeltiler hazırlanarak aynı koşullarda analiz yapılmış ve bir kalibrasyon eğrisi elde edilmiştir. Örneklerin antioksidan kapasitesi bu eğri kullanılarak askorbik asit eşdeğeri cinsinden mmol askorbik asit eşdeğeri (A.E.A.K.) 100 g<sup>-1</sup> toplam kuru madde (KM) olarak belirlenmiştir.

Literatürle kıyaslama yapabilmek için sonuçlar troloks üzerinden de hesaplanmıştır. Bunun için 0.0063-0.0756 mg aralığında troloks çözeltileri hazırlanmış ve aynı işlem basamakları uygulanarak elde edilen kalibrasyon grafiğine ait formül üzerinden örneklerin antioksidan kapasitesi mmol troloks eşdeğeri (T.E.) 100 g<sup>-1</sup> KM cinsinden de belirlenmiştir.

### Toplam Fenolik Madde Analizi

Toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu ayracı kullanılarak spektrofotometrik yöntemle tespit edilmiştir. Ürün ekstraktları ile ön denemeler gerçekleştirilerek uygun seyreltme oranları tespit edildikten sonra 0.25 mL örnek, 1.25 mL Folin-Ciocalteu (1:10) ile karıştırılıp, ortalama 5 dakika sonra bu karışıma 1 mL sodyum karbonat çözeltisi (% 7.5) ilave edilmiş ve karışım vortekslenmiştir. Elde edilen tüp içeriği oda sıcaklığında 60 dakika karanlıkta bekletildikten sonra oluşan mavi rengin absorbansı 765 nm'de saf su ile hazırlanan köre karşı okunmuştur. Bu analiz için standart galik asit çözeltisinin 0.005-0.05 mg mL<sup>-1</sup> aralığındaki farklı konsantrasyonları ile aynı şartlarda analiz yapılarak kalibrasyon eğrisi elde edilmiştir. Kalibrasyon eğrisinin

regresyon eşitliğinden yararlanılarak sonuçlar mg gallik asit eşdeğeri (GAE) 100 g<sup>-1</sup> KM olarak hesaplanmıştır (Anonim, 2005 a).

## Mikrobiyolojik Analizler

Toplam canlı mikroorganizma, toplam koliform bakteri, *E. coli* ve maya-küf sayısının belirlenmesinde 3M Petrifilm kullanılmıştır. Her üründen steril koşullarda peptonlu su (BPW-Buffered Pepton Water) kullanılarak elde edilen 1:10'luk dilüsyon homojenize edildikten sonra, petrifilmin ortasına 1 mL olacak şekilde inoküle edilmiş ve hazır besiyerine eşit olarak yaydırılmıştır. Petrifilm, toplam mezofil aerob canlı sayısı için 30 °C'de 48 saat, toplam koliform bakteri sayısı için 35 °C'de 24 saat, *E. coli* sayısı için 42 °C'de 24 saat ve maya-küf miktarı için 25 °C'de 36 saat inkübasyona bırakılmıştır (Anonim, 1994 a-b; Anonim, 2000). Aşağıdaki formüle göre yapılan hesaplama sonrasında, sonuçlar kob g<sup>-1</sup> cinsinden verilmiştir (Halkman ve Ayhan, 2000).

$$N = C / [V \times (n_1 + 0.1 \times n_2) \times d] \quad (2)$$

*N* = Gıda örneğinin 1 gram ya da 1 mL'sinde bulunan mikroorganizma sayısı

*C* = Sayımı yapılan tüm petri kutularındaki koloni sayısı toplamı

*V* = Sayımı yapılan petri kutularına aktarılan hacim (mL)

*n*<sub>1</sub> = İlk seyreltiden yapılan sayımlarda sayım yapılan petri kutusu adedi

*n*<sub>2</sub> = İkinci seyreltiden yapılan sayımlarda sayım yapılan petri kutusu adedi

*d* = Sayımın yapıldığı ardışık 2 seyreltiden daha konsantre olanın seyreltme oranı

*Listeria monocytogenes* patojen mikroorganizması için her üründen steril koşullarda 25 g tartılıp, üzerine 225 mL lauryl sulfat MUG X-gal (LMX) Broth ve 0.5 mL LMX supplement eklenmiştir. Elde edilen dilüsyon stomacher (Easymix) kullanılarak homojenize edilip, 37 °C'de 26-30 saat inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda 250 µL numune heat&go (Techne, OSA, UK) cihazında 131 °C'de 5 dk ısıtılmış ve Mini Vidas (Biomerieux, France) cihazına konularak, bu organizmaların varlığı negatif veya pozitif olarak belirlenmiştir (Anonim, 2013).

*E. coli* O157:H7 patojen mikroorganizması için her üründen yine steril koşullarda 25 g tartılıp, üzerine 225 mL BPW ve 1 mL vanco supplement eklenmiştir. Elde edilen dilüsyon stomacher ile homojenize edilip, 41.5 °C'de 15-24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda 500 µL numune heat&go cihazında 100 °C'de 5 dk ısıtılmış ve Mini Vidas cihazında söz konusu patojenin varlığı negatif veya pozitif olarak ortaya konmuştur (Anonim, 2004).

## İstatiksel Analiz

Yapılan analizler sonucunda elde edilen veriler "Tesadüf Parselleri Deneme Deseni"ne göre üç tekerrürlü varyans analizine tabi tutulmuştur (Turan, 1998). Ortalamalar arasındaki farklılığın saptanmasında ise %5

olasılık düzeyinde LSD testi kullanılmıştır. Hesaplamalar “JMP 7” yazılımı (sürüm 7.0, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) ile yapılmıştır (Anonim, 2005 b).

## Bulgular ve Tartışma

Sebzelerin dondurulmadan önce meyvelerden farklı olarak haşlama ön işlemine tabi tutulması, sonuçlar arasında farklılığa neden olacağı için, dondurulmuş meyve ve sebzeler ayrı ayrı değerlendirilmiş ve analizlere ait çizelge ve şekiller aşağıda verilmiştir. Örnekler fiziksel açıdan hasarlı, kusurlu, lekeli, çürük, kırık madde miktarları ile renk farklılığı, yabancı madde ve bloklaşma durumu yönünden değerlendirilmiştir.

Bireysel hızlı dondurulmuş (IQF) meyvelerde önemli bir kalite kriteri olan bloklaşma vişne ve çilekte görülmezken, 3 ile kodlanan firmanın dondurulmuş ahududu ve böğürtlen ürünlerinde %1.7 ve %1.4 oranında görülmüştür. Tüm ürünlerde meyve dışındaki yabancı maddelere rastlanmamıştır. Lekeli, hasarlı, çürük ve kırık ürün miktarı oldukça düşük düzeyde olup, en yüksek değerler 2 ile kodlanan firmanın ürünlerinde saptanmıştır.

Her üç firmanın dondurulmuş sebzelerinden yalnızca ıspanakta %12.5 oranında bloklaşma görülmüştür. Çürük ve lekeli ürün oranı en yüksek patatesten saptanmış olup, 3 ile kodlanan firmanın ürününde bu değer diğer firmalardan daha düşük bulunmuştur. Kullanılan hammaddeye bağlı olarak, dondurulmuş bezelyelerde yaklaşık %1 oranında renk farklılığı ortaya çıkmıştır. 1 ile kodlanan firmanın dondurulmuş patateslerinde %1.5 oranında kabağa rastlanmıştır. Meyve ve sebzelerde görülen söz konusu kusurların bir kısmı hammaddeye bağlı olmakla birlikte, büyük bir kısmının uygulanan ön işlemler ve proses hatalarından kaynaklandığı düşünülmüştür. Genel olarak bloklaşma dışındaki fiziksel kusurlar kabul edilebilir limitler içerisinde saptanmıştır.

Meyvelerin ortalama kurumadde değerleri çilek, vişne, ahududu ve böğürtlen için sırasıyla 10.8 g 100g<sup>-1</sup>; 23.1 g 100g<sup>-1</sup>; 10.3 g 100g<sup>-1</sup> ve 19.2 g 100g<sup>-1</sup> olarak saptanmış ve farklı firmaların ürünleri arasında bu yönden önemli bir farklılık bulunmamıştır. Sebzelerde ise ortalama kurumadde değerleri ıspanak, bezelye, mısır ve patates için sırasıyla 8.1 g 100g<sup>-1</sup>, 37.8 g 100g<sup>-1</sup>, 29.5 g 100g<sup>-1</sup> ve 33.4 g 100g<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Donmuş meyvelerde olduğu gibi sebzelerde de toplam kurumadde değerleri birbirine yakın saptanmıştır. Sadowska ve ark. (2017) taze ahududu ve böğürtlenin toplam kurumadde içeriğini 15.1 g 100 g<sup>-1</sup> ve 17.7 g 100 g<sup>-1</sup> olarak bulmuştur. USDA verilerine göre ise bu değerler çilek, vişne, ahududu ve böğürtlen için sırasıyla 9.5 g 100g<sup>-1</sup>, 13.9 g 100g<sup>-1</sup>, 14.3 g 100g<sup>-1</sup>, 11.9 g 100g<sup>-1</sup>; ıspanak, bezelye, mısır ve patates için sırasıyla 8.6 g 100g<sup>-1</sup>, 10.7 g 100g<sup>-1</sup>, 21.8 g 100g<sup>-1</sup> ve 16.7 g 100g<sup>-1</sup>'dir (Anonim, 2019). Sonuçlar arasında hammaddenin olgunluk, çeşit ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak farklılıklar saptanmıştır.

## Dondurulmuş Bazı Meyvelere Ait Analiz Sonuçları

Dondurulmuş bazı meyvelerin antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde miktarı Çizelge 1'de, mikrobiyolojik analiz sonuçları ise Çizelge 2'de verilmiştir. Karşılaştırma yapabilmek amacıyla antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde miktarına ilişkin veriler grafik halinde de gösterilmiştir (Şekil 1 ve Şekil 2).

**Çizelge 1.** Dondurulmuş bazı meyvelerin antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik madde miktarı

Ürün	Antioksidan Kapasite (mmol TE 100 g <sup>-1</sup> KM)	Antioksidan Kapasite (mmol AEAK 100 g <sup>-1</sup> KM)	Toplam Fenolik Madde (mg GAE g <sup>-1</sup> KM)
Ahududu F1	7349.78±447.72 <sup>c</sup>	9896.80±602.87 <sup>c</sup>	14.72±1.34 <sup>e</sup>
Ahududu F2	9692.21±465.36 <sup>a</sup>	13051.0±626.63 <sup>a</sup>	37.36±2.21 <sup>a</sup>
Ahududu F3	7278.82±116.43 <sup>c</sup>	9801.20±156.77 <sup>c</sup>	8.88±0.74 <sup>g</sup>
Böğürtlen F1	3158.31±28.16 <sup>d</sup>	4252.81±37.92 <sup>d</sup>	12.17±0.35 <sup>f</sup>
Böğürtlen F2	3217.62±18.61 <sup>d</sup>	4332.73±25.05 <sup>d</sup>	10.39±0.70 <sup>f,g</sup>
Böğürtlen F3	3244.45±43.18 <sup>d</sup>	4368.82±58.14 <sup>d</sup>	17.54±1.57 <sup>d</sup>
Çilek F1	7511.30±905.76 <sup>c</sup>	10114.34±1219.64 <sup>c</sup>	19.74±1.77 <sup>c</sup>
Çilek F2	3203.32±54.76 <sup>d</sup>	4313.41±73.73 <sup>d</sup>	17.12±0.55 <sup>d</sup>
Çilek F3	8270.46±98.74 <sup>b</sup>	11136.53±132.96 <sup>b</sup>	24.05±0.79 <sup>b</sup>
Vişne F1	3366.39±39.16 <sup>d</sup>	4533.06±52.72 <sup>d</sup>	9.81±0.72 <sup>g</sup>
Vişne F2	3459.74±104.50 <sup>d</sup>	4658.71±140.71 <sup>d</sup>	10.61±1.20 <sup>f,g</sup>
Vişne F3	3483.26±296.47 <sup>d</sup>	4690.44±399.20 <sup>d</sup>	10.14±0.32 <sup>g</sup>

Antioksidan kapasite tayini DPPH radikali kullanılarak gerçekleştirilmiş ve sonuçlar farklı çalışmalarla kıyaslama yapabilmek amacıyla oluşturulan troloks ve askorbik asit kurvelerinden yararlanılarak farklı birimler üzerinden hesaplanmıştır. Buna göre troloks ve askorbik asit üzerinden ortaya konan antioksidan kapasite sonuçları böğürtlen ve vişnede yakın değerlerde bulunurken, farklı firmaların diğer meyvelerinde sonuçlar arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Her iki kurve üzerinden yapılan hesaplama sonuçlarına göre dondurulmuş ahududunun en yüksek, böğürtlenin ise en düşük kapasiteye sahip olduğu ortaya konmuştur. Çileğin antioksidan kapasitesi, farklı markalar arasında en fazla dalgalanmayı göstermiş ve 2 nolu firmanın ürününe diğer firmaların dondurulmuş çileklerine göre oldukça düşük değerler bulunmuştur (Şekil 1). Bu durum kullanılan hammaddenin bileşim farklılığı ile ilişkilendirilmiştir. Hesaplamanın yapılması sırasında bulunan değerlerin molekül ağırlığına [(Askorbik Asit,  $M(C_6H_8O_6)=176.13 \text{ g mol}^{-1}$ ; Trolox,  $M(C_{14}H_{18}O_4)=250.29 \text{ g mol}^{-1}$ )] bölünmesi nedeniyle, askorbik asit üzerinden saptanan antioksidan kapasite sonuçları, troloks eşdeğeri cinsinden bulunan sonuçlardan daha yüksek çıkmıştır.

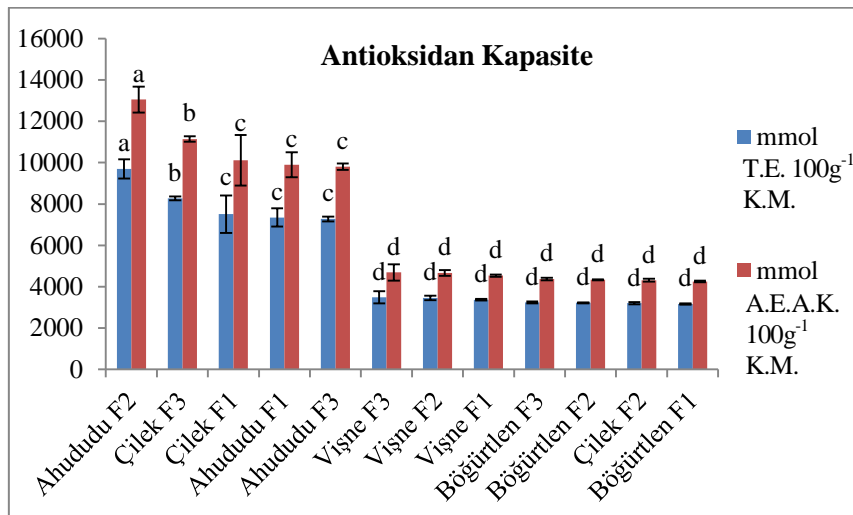
Zeliou ve ark. (2018) farklı çilek çeşitlerinin antioksidan kapasitesini 28.67-36.49 mg AA g<sup>-1</sup> yaş ağırlık arasında bulmuştur. Bu çalışmada saptanan sonuçlar aynı birim üzerinden hesaplandığında, farklı firmaların dondurulmuş çileklerinde antioksidan kapasite yaklaşık 5-6 kat daha yüksek olmaktadır. Bu durum çeşitler arasındaki bileşim farklılıklarıyla birlikte, bizim ürünümüzün işlenmiş bir ürün olmasıyla ve analizdeki farklı ekstraksiyon metoduyla da ilişkilendirilebilir. Bulut ve ark. (2018), yavaş dondurulan çilek ve fasulyenin antioksidan kapasitesini DPPH yöntemiyle analiz etmiş ve depolama boyunca hammaddeye göre bir miktar yükselen değerleri, analiz öncesi örneğin çözündürülmesi sırasında hücresel bozulmaya bağlı olarak bu bileşenlerin açığa çıkmasına bağlamıştır. Poiana ve ark. (2010) dondurulmuş çilekte, González ve ark. (2003) ise dondurulmuş böğürtlende biyoaktif bileşenlerin stabil kaldığını bildirmiştir.

Toplam fenolik madde miktarı açısından yalnızca dondurulmuş vişne örnekleri arasında istatistiksel olarak benzerlik bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Ahududu ve çilek örneklerinin ortalama fenolik madde miktarları birbirine yakın olmakla birlikte, en yüksek fenolik madde içeriği 2 nolu firmanın dondurulmuş ahududu ürününe

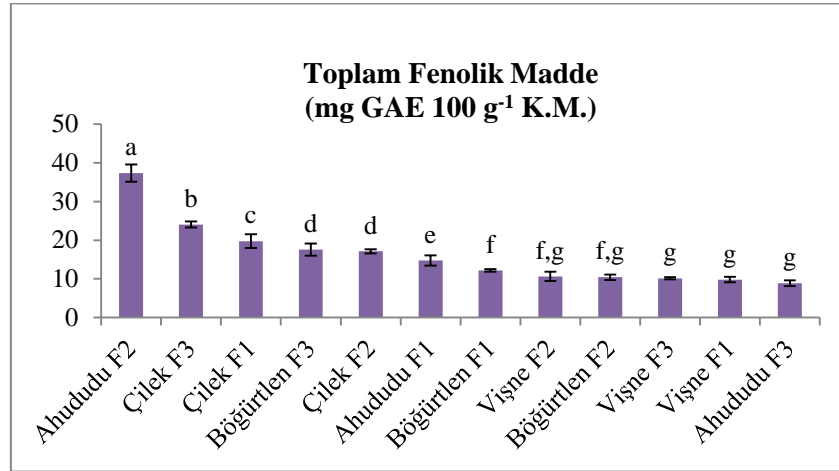


saptanmıştır (Şekil 2). Aynı örneğin yüksek fenolik madde içeriği nedeniyle yüksek antioksidan kapasiteye de sahip olduğu Çizelge 1’de görülmektedir. De Ancos ve ark. (2000) yaptıkları çalışmada 12 ay boyunca  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ’de depolanan dondurulmuş ahududu örneklerinin toplam fenolik madde içeriğinde önemli bir değişiklik olmadığını ortaya koymuştur.

Bulut ve ark. (2018), dondurulmuş ve depolanmış çileğin fenolik madde içeriğini 183.25-227.05 mg GAE  $100\text{ g}^{-1}$  yaş ağırlık aralığında saptamış ve farklı çalışmalarda bu değer 168-244 mg GAE  $100\text{ g}^{-1}$  yaş örnek arasında bulunduğunu bildirmiştir. Dondurulmuş çilekte söz konusu bileşenlerin miktarında taze meyveye kıyasla önemli bir değişim olmadığı göz önüne alındığında ve bu çalışmada kurumadde üzerinden elde edilen veriler yaş örnek üzerinden hesaplandığında, sonuçlar literatür verileri ile uyumlu bulunmuştur (Örneğin bu çalışmadaki çilek F1 numunesinin kurumadde üzerinden  $19.74\text{ mg GAE g}^{-1}\text{ KM}$  olan fenolik içeriği  $212.76\text{ mg GAE }100\text{ g}^{-1}$  yaş ağırlığa denk gelmektedir). Pallag ve ark. (2018) 6 ay boyunca depoladıkları çilek, vişne ve ahududunun toplam fenolik madde miktarlarında önemli bir değişim olmadığını ve her üç meyvenin de bu maddeler yönünden yakın içeriklere ( $500\text{-}600\text{ mg GAE }100\text{ g}^{-1}\text{ KM}$ ) sahip olduğunu ortaya koymuştur. Benzer şekilde Zeliou ve ark. (2018), farklı çilek çeşitlerinin toplam fenolik madde miktarını  $0.52\text{-}0.72\text{ mg GAE g}^{-1}$  yaş ağırlık arasında bulmuştur. Sonuçlar bu çalışmadan elde edilen verilerden düşük olup, bunun ekstraksiyon metodu, meyve çeşidi ve yetiştirilme koşulları ile ilişkili olduğu düşünülmüştür. Wolfe ve ark. (2008) çilek, ahududu, böğürtlen ve vişne için toplam fenolik madde miktarlarını yaş ürün üzerinden sırasıyla  $235\text{ mg GAE }100\text{ g}^{-1}$ ,  $239\text{ mg GAE }100\text{ g}^{-1}$ ,  $412\text{ mg GAE }100\text{ g}^{-1}$  ve  $151\text{ mg GAE }100\text{ g}^{-1}$  olarak bulmuştur. Sonuçlar bu çalışmadan elde edilen verilerle uyum göstermekle birlikte, mevcut farklılıklar yukarıda bahsedilen nedenlerden kaynaklanmış olabilir.



Şekil 1. Dondurulmuş bazı meyvelerin antioksidan kapasitesi



Şekil 2. Dondurulmuş bazı meyvelerin toplam fenolik madde miktarı

Çizelge 2. Dondurulmuş bazı meyvelerin mikrobiyolojik analiz sonuçları (kob g<sup>-1</sup>)

Ürün	Toplam canlı	Maya	Küf	Toplam Koliform	<i>E.coli</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>E. coli</i> O157:H7
Ahududu F1	6.0x10 <sup>3</sup>	2.0x10 <sup>1</sup>	8.0x10 <sup>1</sup>	1.3x10 <sup>3</sup>	5.0x10 <sup>1</sup>	Negatif(-)	Negatif(-)
Ahududu F2	3.2x10 <sup>2</sup>	<10	1.3x10 <sup>2</sup>	1.1x10 <sup>2</sup>	4.0x10 <sup>1</sup>	Negatif(-)	Negatif(-)
Ahududu F3	7.9x10 <sup>2</sup>	3.0x10 <sup>1</sup>	7.0x10 <sup>1</sup>	<10	<10	Negatif(-)	Negatif(-)
Böğürtlen F1	2.7x10 <sup>2</sup>	<10	2.1x10 <sup>3</sup>	5.5x10 <sup>1</sup>	<10	Negatif(-)	Negatif(-)
Böğürtlen F2	5.9x10 <sup>2</sup>	<10	8.1x10 <sup>2</sup>	5.0x10 <sup>2</sup>	1.0x10 <sup>1</sup>	Negatif(-)	Negatif(-)
Böğürtlen F3	5.1x10 <sup>2</sup>	4.0x10 <sup>1</sup>	7.0x10 <sup>1</sup>	<10	<10	Negatif(-)	Negatif(-)
Çilek F1	5.6x10 <sup>2</sup>	<10	5.0x10 <sup>2</sup>	1.0x10 <sup>2</sup>	<10	Negatif(-)	Negatif(-)
Çilek F2	5.4x10 <sup>2</sup>	<10	6.3x10 <sup>2</sup>	8.0x10 <sup>2</sup>	4.0x10 <sup>1</sup>	Negatif(-)	Negatif(-)
Çilek F3	5.0x10 <sup>2</sup>	2.0x10 <sup>1</sup>	5.0x10 <sup>1</sup>	<10	<10	Negatif(-)	Negatif(-)
Vişne F1	2.5x10 <sup>2</sup>	7.0x10 <sup>1</sup>	8.1x10 <sup>2</sup>	1.0x10 <sup>1</sup>	<10	Negatif(-)	Negatif(-)
Vişne F2	4.4x10 <sup>2</sup>	<10	3.0x10 <sup>1</sup>	1.3x10 <sup>3</sup>	5.0x10 <sup>1</sup>	Negatif(-)	Negatif(-)
Vişne F3	9.1x10 <sup>2</sup>	1.0x10 <sup>1</sup>	<10	1.0x10 <sup>1</sup>	<10	Negatif(-)	Negatif(-)

Dondurulmuş meyveler arasında farklı firmaların ürünü olan çilekte toplam canlı mikroorganizma sayısı birbirine yakın değerlerde bulunurken, diğer firmaların ürünlerinde farklı sayılarda saptanmıştır. En fazla toplam canlı sayısının 1 numaralı firmaya ağıt dondurulmuş ahudududa bulunması, hammadde özelliklerinin yanında, firmanın uygun olmayan üretim ve depolama koşullarından veya işleme sonrası ürünün kontamine olmasından kaynaklanmış olabilir. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği (2009)'ne göre çeşitli gıda ürünlerinde bulunabilecek toplam canlı sayısı ürün çeşidine göre en fazla 10<sup>4</sup>-10<sup>6</sup> kob g<sup>-1</sup> arasında değişmektedir. Bu limitlerin üzerinde mikroorganizma içeren gıdalar güvenilir kabul edilmemektedir (Anonim, 2009). Bu açıdan ürünler toplam canlı sayısı yönünden uygun bulunmuştur. Aynı tebliğde dondurulmuş meyvelerde en fazla 10<sup>5</sup> kob/g maya ve küf bulunabileceği bildirilmiştir. Ürünlerin hepsi maya-küf içeriği yönünden de tebliğe uygundur. İşlenmiş meyvelerde sebzelere kıyasla daha yoğun saptanan maya-küf miktarı bir kalite indikatörü olarak değerlendirilmektedir.

*Enterobacteriaceae* üyeleri olan *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter cloacae*, *Citrobacter freundii* ve *Klebsiella pneumoniae* koliform grup bakteriler olarak tanımlanmaktadır. Gıda güvenliği indikatörü olarak gıdalarda önce koliform grubu bakteriler aranmakta ve test sonuçları pozitif olduğunda *E. coli* varlığı ve sayısı belirlenmektedir. Fekal kontaminasyonun ve hijyen sorununun göstergesi olan toplam koliform ve *E. coli* 3 numaralı firmanın ürünlerinde bulunmamıştır. Türk Gıda Kodeksi Hızlı Dondurulmuş Gıdalar Tebliği (Tebliğ No: 2014/47), dondurulmuş gıdaların hijyen durumunu Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği (2011)'ne atfetmiştir. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği (2011)'ne göre ise tüketime hazır meyve ve sebzelerde *E. coli* limiti  $10^3$  kob  $g^{-1}$  olarak bildirilmiştir. Aynı yönetmelikte *L. monocytogenes* ve *E. coli* O157:H7 limitleri her iki mikroorganizma için de 0/25 g-ml olacak şekilde belirtilmiştir (Anonim, 2011). Tüm dondurulmuş meyve örnekleri söz konusu patojenler yönünden yönetmeliğe uygun bulunmuştur. *E. coli* O157:H7 gibi düşük pH'da da gelişebilen patojen mikroorganizmalar meyve ve sebzelere ağırlıklı olarak su kaynaklarından bulaşabilmekte ve limitin üzerindeki değerlerde toksik etki göstererek sağlığı olumsuz yönde etkilemektedir (Knudsen ve ark. 2001).

Marketlerde satılan çeşitli dondurulmuş meyve ve sebzelerin kalitesini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, dondurulmuş meyve ve sebzelerde yapılan yıkama, ayıklama ve haşlama gibi ön işlemlerin yetersiz olması halinde toplam aerobik canlı sayısında artış olacağı ve bunun da sağlık açısından tehlike yaratabileceği belirtilmiştir. Aynı çalışmada dondurulmuş sebze ve meyvelerde fekal koliform ve *E. coli* tespit edilememiştir (Manani ve ark. 2006).

Donmuş ürünlerin biyolojik kalitesini belirlemede en önemli patojen bakterilerden biri olan *Listeria monocytogenes* ile kontamine olmuş gıdaların tüketilmesi şiddetli bir sistemik enfeksiyona neden olmakta ve hatta yüksek maruziyet ölüme neden olan listeriozis ile sonuçlanmaktadır (McLennon ve ark. 2018). Bu mikroorganizma ürünün bulaşma düzeyine bağlı olarak, dondurma işleminden sonra, soğuk koşullarda gelişebilmekte ve raf ömrünü sınırlamaktadır (Szabo ve ark. 2000). Dondurulmuş meyvelerin *Listeria monocytogenes* ve *E. coli* O157:H7 patojenleri yönünden negatif bulunması, ürünün biyolojik açıdan güvenilirliğini ortaya koymuştur (Anonim, 2011).

### **Dondurulmuş Bazı Sebzelere Ait Analiz Sonuçları**

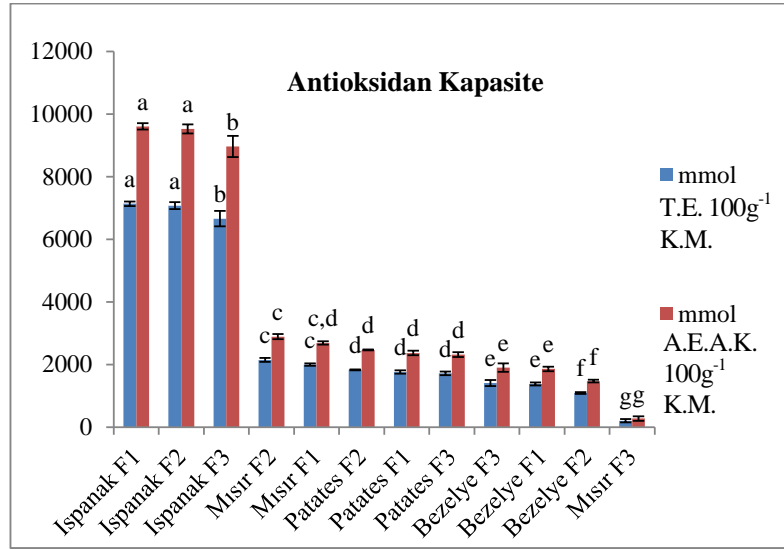
Dondurulmuş sebzelere ait antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde miktarları Çizelge 3'te, mikrobiyolojik analiz sonuçları ise Çizelge 4'te verilmiştir. Antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde miktarına ilişkin grafikler ise Şekil 3 ve Şekil 4'te gösterilmiştir.

**Çizelge 3.** Dondurulmuş bazı sebzelerin antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik madde miktarı

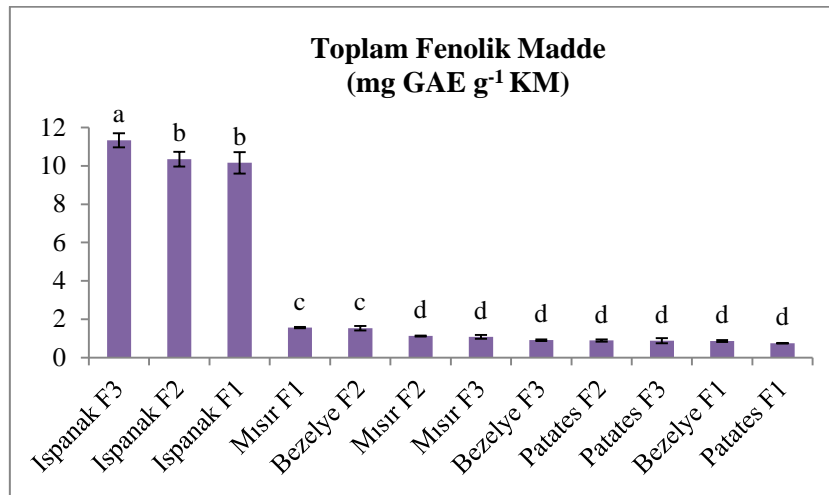
Ürün	Antioksidan Kapasite (mmol TE 100 g <sup>-1</sup> KM)	Antioksidan Kapasite (mmol AEAK 100 g <sup>-1</sup> KM)	Toplam Fenolik Madde (mg GAE g <sup>-1</sup> KM)
Ispanak F1	7136.40±75.64 <sup>a</sup>	9609.45±101.85 <sup>a</sup>	10.16±0.56 <sup>b</sup>
Ispanak F2	7075.15±110.13 <sup>a</sup>	9526.98±148.30 <sup>a</sup>	10.35±0.39 <sup>b</sup>
Ispanak F3	6659.90±248.73 <sup>b</sup>	8967.82±334.93 <sup>b</sup>	11.34±0.37 <sup>a</sup>
Bezelye F1	1380.39±51.91 <sup>e</sup>	1858.76±69.90 <sup>e</sup>	0.86±0.05 <sup>d</sup>
Bezelye F2	1091.07±32.38 <sup>f</sup>	1469.17±43.61 <sup>f</sup>	1.53±0.11 <sup>c</sup>
Bezelye F3	1409.93±99.56 <sup>e</sup>	1898.53±134.06 <sup>e</sup>	0.91±0.04 <sup>d</sup>
Mısır F1	1995.91±39.591 <sup>c</sup>	2687.58±53.31 <sup>c,d</sup>	1.56±0.03 <sup>c</sup>
Mısır F2	2146.80±61.74 <sup>c</sup>	2890.75±83.14 <sup>c</sup>	1.12±0.03 <sup>d</sup>
Mısır F3	204.81±53.80 <sup>e</sup>	275.79±72.44 <sup>e</sup>	1.09±0.10 <sup>d</sup>
Patates F1	1760.18±53.96 <sup>d</sup>	2370.15±72.66 <sup>d</sup>	0.75±0.01 <sup>d</sup>
Patates F2	1831.37±12.07 <sup>d</sup>	2466.01±16.26 <sup>d</sup>	0.89±0.06 <sup>d</sup>
Patates F3	1722.28±57.37 <sup>d</sup>	2319.11±77.25 <sup>d</sup>	0.87±0.14 <sup>d</sup>

3 nolu firmaya ait mısırların antioksidan kapasitesi, tüm sebzelere kıyasla önemli düzeyde düşük bulunmuş ( $p<0.05$ ) olup, bu durumun hammaddede bileşiminden kaynaklandığı düşünülmektedir. Farklı firmalara ait dondurulmuş patateslerin troloks ve askorbik asit eşdeğeri olarak saptanan antioksidan kapasiteleri ve fenolik madde sonuçları arasında istatistiksel olarak farklılık saptanmamıştır ( $p<0.05$ ). Meyvelerde olduğu gibi sebzelerde de askorbik asit eşdeğeri üzerinden saptanan sonuçlar, troloks eşdeğerine göre saptanan sonuçlardan daha yüksek bulunmuştur (Şekil 3). Her iki hesaplamada da beklendiği şekilde antioksidan kapasite değerleri arasında paralellik saptanmıştır. En yüksek antioksidan kapasiteye sahip sebze ıspanak olup, bu sebzenin antioksidan özelliği bulunan fenolik maddeler yönünden de zengin olduğu Çizelge 3'te görülmektedir. Mısır dışındaki diğer sebzelerin hepsinde 1 nolu firmaya ait dondurulmuş ürünlerin fenolik madde içeriği diğer firmaların ürününden düşük bulunmuştur. Sebzelerin dondurulmadan önce haşlanması sırasında uygulanan sıcaklık ve süre parametreleri bu farklılığa neden olmuş olabilir (Turkmen ve ark. 2005; Jiménez-Monreal ve ark. 2009; Nambi ve ark. 2016). Patatesin düşük fenolik madde içeriği (ortalama 0,84 mg GAE/g KM) dondurulmadan önce kızartma ön işleminden geçirilmesiyle ilişkilendirilmiştir.

Song ve ark. (2010), ıspanak, bezelye ve patatesin toplam fenolik madde miktarını sırasıyla 151 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>, 21 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> ve 24 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> olarak; Chu ve ark. (2002) ise ıspanak ve patates için aynı içeriği sırasıyla 91 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> ve 38 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> olarak bildirmiştir. Bu çalışmadan elde edilen dondurulmuş söz konusu sebzelere ait yaş ağırlık üzerinden hesaplanan fenolik madde içerikleri, literatürde saptanan sonuçlara yakın bulunmuştur.



Şekil 3. Dondurulmuş bazı sebzelerin antioksidan kapasitesi



Şekil 4. Dondurulmuş bazı sebzelerin toplam fenolik madde miktarı

Çizelge 4. Dondurulmuş bazı sebzelerin mikrobiyolojik analiz sonuçları (kob g<sup>-1</sup>)

Ürün	Toplam canlı sayısı	Maya	Küf	Toplam Koliform	<i>E.coli</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>E. coli</i> O157:H7
Ispanak F1	2.4x10 <sup>3</sup>	<10	1.6x10 <sup>2</sup>	10	1.0x10 <sup>1</sup>	Negatif(-)	Negatif(-)
Ispanak F2	6.4x10 <sup>2</sup>	1.0x10 <sup>1</sup>	3.0x10 <sup>1</sup>	5.8x10 <sup>2</sup>	2.0x10 <sup>1</sup>	Negatif(-)	Negatif(-)
Ispanak F3	1.0x10 <sup>3</sup>	<10	3.0x10 <sup>1</sup>	2.0x10 <sup>1</sup>	<10	Negatif(-)	Negatif(-)
Bezelye F1	1.0x10 <sup>3</sup>	<10	<10	<10	<10	Negatif(-)	Negatif(-)
Bezelye F2	7.2x10 <sup>2</sup>	<10	<10	<10	<10	Negatif(-)	Negatif(-)
Bezelye F3	4.5x10 <sup>2</sup>	<10	3.0x10 <sup>1</sup>	<10	<10	Negatif(-)	Negatif(-)
Mısır F1	1.7x10 <sup>3</sup>	<10	<10	<10	<10	<b>Pozitif(+)</b>	Negatif(-)
Mısır F2	5.0x10 <sup>1</sup>	1.0x10 <sup>1</sup>	5.0x10 <sup>1</sup>	3.8x10 <sup>2</sup>	<10	Negatif(-)	Negatif(-)
Mısır F3	7.0x10 <sup>1</sup>	4.0x10 <sup>1</sup>	1.0x10 <sup>1</sup>	<10	<10	Negatif(-)	Negatif(-)
Patates F1	<10	<10	<10	<10	<10	Negatif(-)	Negatif(-)
Patates F2	<10	<10	<10	2.0x10 <sup>2</sup>	<10	Negatif(-)	Negatif(-)
Patates F3	1.0x10 <sup>1</sup>	<10	<10	<10	<10	Negatif(-)	Negatif(-)

Dondurulmuş sebzeler toplam canlı sayısı bakımından tüketim limitleri içerisinde yer almakla birlikte, patatesin en düşük yüke sahip olduğu görülmektedir. Bu durum dondurulmadan önce patatesin kızartma önişleminde geçirilmesiyle ilişkilendirilmiştir. Vorria ve ark. (2004), kızartılmış gıdalar üzerine yaptığı araştırmada kızartma önişleminin gıda güvenliği ve potansiyel tehlikeler açısından kritik kontrol noktası olduğunu belirtmiştir. Meyvelerde olduğu gibi, 1 numaralı firmanın sebzelerinde de genel olarak toplam canlı sayısının yüksek olması hijyenik koşulların ve uygun proses şartlarının sağlanamamasına bağlanmıştır. Ispanak ve mısır ürünlerinde maya ve küfe rastlanılmış olup, saptanan miktarlar Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği (2011)'nde belirtilen limitlere uygun bulunmuştur.

Toplam koliform bakterileri bezelye hariç 2 numaralı firmanın diğer sebzelerinde saptanırken, ispanağın *E.coli* ile bulaşmış olduğu görülmektedir. Ispanak gibi toprak kökenli ve doğrama ön işleminden geçen sebzelerde hijyenin istenen düzeyde sağlanması daha zorlaşmakta ve özellikle yıkama ve doğrama proseslerinin daha özenli yapılması gerekmektedir (Splittstoesser ve ark., 1980; Baert ve ark., 2008). Uluslararası Gıdalar İçin Mikrobiyolojik Özellikler Komisyonuna (ICMSF) göre haşlanmış sebzelerde *E. coli* bir kalite kriteri olarak belirlenmiştir (Anonim, 2018). Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği (2011)'ne uygun olarak, 1 numaralı firmanın dondurulmuş mısırı hariç, diğer tüm ürünlerde patojen mikroorganizmalardan *L. monocytogenes* ve *E. coli* O157:H7 saptanmamıştır (Anonim, 2011).

## Sonuç

Bu çalışmada ticari üretimi yapılan dondurulmuş meyve ve sebzelerin bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin ortaya konması ve ürünlerin patojenite yönünden değerlendirilerek tüketime uygunluğu araştırılmıştır. Ürünlerin temin edildiği her üç firma da meyve ve sebzeleri benzer ön işlemler sonrası bireysel hızlı dondurma tekniği ile dondurmıştır. Ancak buna rağmen 1 numaralı firmanın ürünlerinde istenmeyen bloklaşma düzeyinin yüksek çıkması ve özellikle dondurulmuş mısırdaki *L. monocytogenes* varlığının saptanması, bu firmanın üretim şartlarına yeteri kadar özen göstermediğini ortaya koymuştur. Meyvelerden böğürtlen ve vişnede, sebzelerden ise patatesteki antioksidan kapasite açısından firmalar arasında bir farklılık saptanmamıştır. Benzer şekilde farklı firmalara ait dondurulmuş vişne ve patateslerin toplam fenolik madde içeriği de benzer bulunmuştur. Bileşime ait farklılıkların hammaddenin özelliği ve uygulanan ön işlemlerden; mikrobiyolojik farklılıkların ise hammadde, ortam, su ve personel hijyenindeki eksikliklerden kaynaklandığı düşünülmüştür. Besin kalitesinin yanı sıra, mikrobiyal kalitenin sağlanması ve korunabilmesi için işletmelerin daha hassas bir yaklaşımla ve tüm gereklilikleri yerine getirerek üretimlerini gerçekleştirmesi gerekmektedir.

## Kaynakça

- Alexandre, E.M.C., Brandao, T.R.S. and Silva, C.L.M. 2013. Frozen food and technology. In: Visakh, P.M., Thomas, S., Iturriaga, L.A., Ribotta, P.D. (Eds.), *Advances in Food Science and Technology*. Scrivener publishing LLC, pp. 123–150.
- Allan-Wojtas, P., Goff, H.D. and Carbyn, S. 1999. The effect of freezing method and frozen storage conditions on the microstructure of wild blueberries as observed by cold-stage scanning electron microscopy. *The Journal of Scanning Microscopies*, pp.334-347.
- Anonim 1981 a. Standard for quick frozen blueberries. Codex Alimentarius. Codex Stan 103-1981.  
[http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandard%252FCODEX%2BStan%2B103-1981%252FCXS\\_103e.pdf](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandard%252FCODEX%2BStan%2B103-1981%252FCXS_103e.pdf) (Erişim tarihi: 29.11.2018).
- Anonim 1981 b. Standard for quick frozen raspberries. Codex Alimentarius. Codex Stan 69-1981.  
[http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandard%252FCODEX%2BStan%2B69-1981%252FCXS\\_069e.pdf](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandard%252FCODEX%2BStan%2B69-1981%252FCXS_069e.pdf) (Erişim tarihi: 29.11.2018).
- Anonim 1981 c. Standard for quick frozen strawberries. Codex Alimentarius. Codex Stan 52-1981.  
[http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandard%252FCODEX%2BStan%2B52-1981%252FCXS\\_052e.pdf](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandard%252FCODEX%2BStan%2B52-1981%252FCXS_052e.pdf) (Erişim tarihi: 29.11.2018).
- Anonim 1981 d. Standard for quick frozen peas. Codex Alimentarius. Codex Stan 41-1981.  
[http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandard%252FCODEX%2BStan%2B41-1981%252FCXS\\_041e.pdf](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandard%252FCODEX%2BStan%2B41-1981%252FCXS_041e.pdf) (Erişim tarihi: 29.11.2018).
- Anonim 1981 e. Standard for quick frozen french fried potatoes. Codex Alimentarius. Codex Stan 114-1981.  
[http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandard%252FCODEX%2BStan%2B114-1981%252FCXS\\_114e.pdf](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandard%252FCODEX%2BStan%2B114-1981%252FCXS_114e.pdf) (Erişim tarihi: 29.11.2018).
- Anonim 1981 f. Standard for quick frozen spinach. Codex Alimentarius. Codex Stan 77-1981.  
[http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandard%252FCODEX%2BStan%2B77-1981%252FCXS\\_077e.pdf](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandard%252FCODEX%2BStan%2B77-1981%252FCXS_077e.pdf) (Erişim tarihi: 29.11.2018).
- Anonim 1994 a. AOAC Official method 990.12. Aerobic plate count in foods. Dry rehydratable film (Petrifilm aerobic count plate) method. [https://www.edgeanalytical.com/wp-content/uploads/Food\\_AOAC-990.12.pdf](https://www.edgeanalytical.com/wp-content/uploads/Food_AOAC-990.12.pdf) (Erişim tarihi 29.11.2018).

- Anonim 1994 b. AOAC Official method 991.14. Coliform and E.coli counts in foods. Dry rehydratable film (Petrifilm E.coli/Coliform count plate and petrifilm Coliform count plate) methods. [http://edgeanalytical.com/wp-content/uploads/Food\\_AOAC-991.14.pdf](http://edgeanalytical.com/wp-content/uploads/Food_AOAC-991.14.pdf) (Erişim tarihi 29.11.2018).
- Anonim 2000. AOAC Official method 997.02. Yeast and mold counts in foods. Dry rehydratable film method (Petrifilm method). [http://edgeanalytical.com/wp-content/uploads/Food\\_AOAC-997.02.pdf](http://edgeanalytical.com/wp-content/uploads/Food_AOAC-997.02.pdf) (Erişim tarihi 29.11.2018).
- Anonim 2004. AOAC Performance tested method vidas E.coli O157(eco) and O157:H7 plate. [https://www.biomerieux-usa.com/sites/subsidiary\\_us/files/doc/eco\\_v03-1.pdf](https://www.biomerieux-usa.com/sites/subsidiary_us/files/doc/eco_v03-1.pdf) (Erişim tarihi 29.11.2018).
- Anonim 2005 a. ISO 14502-1:2005 (E). Determination of substances characteristic of green and black tea. Part 1: Content of total polyphenols in tea-colorimetric method using Folin Ciocalteu reagent.8 p.
- Anonim, 2005 b. JMP (Six Sigma) JMP Statistical Software, Version 6. SAS Institute, Cary, NC 27513, USA.
- Anonim 2009. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği. Tebliğ No: 2009/6.
- Anonim 2011. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği. Sayı: 28157 (3. Mükerrer). <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111229m3-6.htm>
- Anonim 2013. AOAC Official method 2013-11. Listeria monocytogenes in a variety of foods vidas *Listeria monocytogenes* xpress (LMX) method.
- Anonim 2014. Türk Gıda Kodeksi Hızlı Dondurulmuş Gıdalar Tebliği(Tebliğ No: 2014/47). Resmî Gazete Sayısı: 29149. <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Asp?MevzuatKod=9.5.20147&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=2014/47> (Erişim tarihi: 24.02.2019)
- Anonim 2017. Standard for quick frozen vegetables. Codex Alimentarius. CXS 320-2015. [http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandard%252FCODEX%2B320-2015%252FCXS\\_320e.pdf](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandard%252FCODEX%2B320-2015%252FCXS_320e.pdf) (Erişim tarihi : 30.11.2018).
- Anonim 2018. ICMSF, International Commission on Microbiological Specifications for Foods. <http://www.icmsf.org/> (Erişim tarihi: 20.02.2019).
- Anonim 2019. USDA Food Composition Databases. United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service. <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list> (Erişim tarihi: 20.02.2019).
- Attrey, D.P. 2016. Food Safety in the 21st Century Public Health Perspective. Elsevier Inc. DOI: 10.1016/B978-0-12-801773-9.00044.
- Baert, L., Uyttendaele, M., Vermeersch, M., Coillie, E.V. and Debevere, J. 2008. Survival and Transfer of Murine Norovirus 1, a Surrogate for Human Noroviruses, during the Production Process of Deep-Frozen Onions and Spinach. *Journal of Food Protection*, 71(8), pp. 1590-1597.
- Beta, T., Nam, S., Dexter, J.E., and Sapirstein, H.D. 2005. Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions. *Cereal Chemistry*, 82(4), pp. 390-393.



- Bulut, M., Bayer, Ö., Kırtıl, E. and Bayındırlı, A. 2018. Effect of freezing rate and storage on the texture and quality parameters of strawberry and green bean frozen in home type freezer. *International Journal of Refrigeration*, pp. 360–369.
- Cemeroğlu, B. 2005. *Gıda Mühendisliğinde Temel İşlemler*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No:29, Ankara.
- Cheng, X., Zhang, M., Xu, B., Adhikari, B. and Sun, J. 2015. The principles of ultrasound and its application in freezing related processes of food materials: a review. *Ultrasonics Sonochemistry*, pp. 576–585.
- Chu, Y.F., Sun, J., Wu, X. and Liu., R.H. 2002. Antioxidant and antiproliferative activities of common vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, pp. 6910–6916.
- Çurkan A., Tamer, C.E., ve Çopur, Ö.U., 2012. Dondurulmuş Meyve Sebze İhracatının Analizi. *Bursa Uludag Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 26(1): 73-82.
- De Ancos, B., Gonzalez, E.M., and Cano, M.P. 2000. Ellagic acid, vitamin C, and total phenolic contents and radical scavenging capacity affected by freezing and frozen storage in raspberry fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, pp. 4565–4570.
- Demiray, E. ve Tülek, Y. 2010. Donmuş Muhafaza Sırasında Meyve ve Sebzelerde Oluşan Kalite Değişimleri. *Akademik Gıda*, 8 (2), pp. 36-44.
- Fellows, P.J. 2000. *Freezing In Freezing Food Processing Technology: Principles and Practice* (pp. 418–440). CRC Press, Woodhead Publishing Limited: Boca Raton, FL, USA.
- Gonçalves, M.P., and Junior, V.S. 2018. Energy consumption reduction strategy for freezing of packaged food products. *Food Science and Technology*, 38(2): 341-347.
- González, E.M., De, B., and Cano, M.P. 2003. Relation between bioactive compounds and free radical-scavenging capacity in berry fruits during frozen storage. *Journal of Food Science and Agriculture*, 83 (7): 722-726.
- Günşen, U. ve Büyükyörük., İ., 2005. Bazı dondurulmuş gıdalarda mikrobiyolojik kalite. *Gıda ve Yem Dergisi*, pp. 36-44.
- Halkman A.K. ve Ayhan K. 2000. *Mikroorganizma Sayımı. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları, 2000. 06. Bölüm. Genişletilmiş 2. Baskı*; Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü yayını. Sim Matbaası, Ankara.
- Hager, A., Howard, L.R., Prior, R.L. and Brownmiller, C. 2008. Processing and storage effects on monomeric anthocyanins, percent polymeric color, and antioxidant capacity of processed black raspberry products. *J. Food Sci.* pp. 134–140.
- Hekimoğlu, B. ve Altındağ, M., 2016. Gıda/Dondurulmuş Gıda Sektör Potansiyeli. T.C. Samsun Valiliği İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü-Strateji Geliştirme Birimi. Ekim 2016. Samsun.
- James, C., Purnell, G. and James, S.J. 2015. A Review of Novel and Innovative Food Freezing Technologies. *Food Bioprocess Technol.*, pp.1616–1634.

- Jiménez-Moneral, A.M., García-Diz, L., Martínez-Tomé, M., Mariscal, M. and Murcia, M. A. 2009. Influence of Cooking Methods on Antioxidant Activity of Vegetables. *Journal of Food Science*, 74(3): 97-103.
- Jul, M. 1984. The Quality of Frozen Foods. Academic Press. Orlando, FL.
- Karabağlı, A ve Alpken, N. 1998. *Türkiye ve AB'de Dondurulmuş Gıda Sanayinin Durumu ve Dış Ticaretinde Gelişmeler*. Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, No:628, Ankara.
- Kluszczyńska, D. and Sowińska, W. 2014. Effect of technological processes on content of bioactive substances in bilberry fruits. *Żywność Nauka Technologia. Jakość*. pp.30 – 42.
- Knudsen, D.M., Yamamoto, S.A. and Harris, L.J. 2001. Survival of *salmonella spp.* and *escherichia coli* O157:H7 on fresh and frozen strawberries. *Journal of Food Protection*, 64(10): 1483-1488.
- Li, L., Pegg, R.B., Eitenmiller, R.R., Chun, J. and Kerrihard, A.L. 2017. Selected nutrient analyses of fresh, fresh-stored, and frozen fruits and vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis*. pp.8–17.
- Liu, R.H., 2013. Health-promoting components of fruits and vegetables in the diet. *Adv. Nutr.*, pp.384-392.
- Manani, T. A., Collison, E.K. and Mpuchane, S. 2006. Microflora of minimally processed frozen vegetables sold in Gaborone, Botswana. *Journal of Food Protection*, 69(11): 2581-2586.
- McLennon, J., Borza, A., Eisebraun, M. and Garduno, R. 2018. Improved Recovery of Stressed *Listeria monocytogenes* from Frozen Foods. *Food Analytical Methods*. 11 (2): 403-414.
- Mullen, W., Stewart, A.J., Lean, M.E.J., Gardner, P., Duthie, G.G. and Crozie, A. 2002. Effect of freezing and storage on the phenolics, ellagitannins, flavonoids, and antioxidant capacity of red raspberries. *J. Agric. Food Chem.*, pp.5197–5201.
- Nambi, V.E., Gupta, R.K., Kumar, S. and Sharma, P.C. 2016. Degradation kinetics of bioactive components, antioxidant activity, colour and textural properties of selected vegetables during blanching. *Journal of Food Science and Technology*., 53(7): 3073-3082.
- Nayak, B., Liu, R.H. and Tang, J. 2015. Effect of Processing on Phenolic Antioxidants of Fruits, Vegetables, and Grains-A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, pp. 887-918.
- Ozan, S. ve Bilişli, A. 2008. Brokolinin (*Brassica oleracea*) Dondurularak Muhafazasında Meydana Gelen Değişmeler. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, pp.213-216. Erzurum.
- Pallag, A., Jurca, T., Sirbu, V., Honiges, A. and Jurca., C. 2018. Analysis of the amount of polyphenols, flavonoids and assessment of the antioxidant capacity of Frozen Fruits. *Revista De Chimie*. 69(2): 445- 448.
- Poiana, M.A., Moigradean, D. and Alexa, E. 2010. Influence of home-scale freezing and storage on antioxidant properties and color quality of different garden fruits. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 16(2): 163-171.
- Poulsen, K.P. 1977. The freezing process under industrial conditions. Freezing, frozen storage and Freeze drying. *Meeting of IIR Commissions C1, C2, Karlsruhe* (pp.347-353)(GDR). Section 6.

- Radočaj, O., Vujasinovic, V., Dimić, E. and Basić., Z. 2014. Blackberry (*Rubus fruticosus* L.) and raspberry (*Rubus idaeus* L.) seed oils extracted from dried press pomace after longterm frozen storage of berries can be used as functional food ingredients. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, pp.1015–1024.
- Sadowska, K., Andrzejewska, J. and Klóska., Ł. 2017. Influence of freezing, lyophilisation and air-drying on the total monomeric anthocyanins, vitamin C and antioxidant capacity of selected berries. *International Journal of Food Science and Technology*, pp.1246 –1251.
- Singh, R.P. and Heldman, D.R. 2009. *Food Engineering. In Introduction to Food Engineering* (pp. 501–541). Taylor, S.L., Ed.; Academic Press publications: San Diego, CA, USA.
- Song, W., Derito, C.M., Liu, M. K., He, X., Dong, M. and Liu, R.H. 2010. Cellular antioxidant activity of common vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, pp. 6621–6629.
- Songsaeng, S., Sophanodora, P., Kaewsrithong, J. and Ohshima, T. 2010. Quality changes in oyster (*crassostrea belcheri*) during frozen storage as affected by freezing and antioxidant. *Food Chemistry*, 123(2010), pp.286-290.
- Spieß, W.E.L. 1979. Impact of freezing rates on product quality of deep-frozen foods. *Food Process Engineering, 8th European Food Symposium* (pp.689–694). Espo, Finland.
- Splittstoesser, D.F. and Corlett, D.A. 1980. Aerobic Plate Counts of Frozen Blanched Vegetables Processed in the United States. *Journal of Food Protection*, 43(9): 717-719.
- Sun, D. 2016. *Handbook of frozen food processing and packaging*. London: CRC press. p. 936. ISBN 9781439836040.
- Sürel, C. 2012. Bazı Sebzelerde Dondurma ve Donmuş Muhafaza Sürecinde Askorbik Asit, B-Karoten ve Tekstürel Değişimlerin İncelenmesi. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.
- Szabo, E.A., Scura, K.J., and Burrows, J.M. 2000. Survey for psychrotrophic bacterial pathogens in minimally processed lettuce. *Letters in Applied Microbiology*, pp. 456-460.
- Turan, Z.M. 1998. İstatistik. Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Ders Notları No: 78, Bursa. 207 s.
- Tülek, Y., Gökalp, H.Y. ve Özkal, S.G. 1999. Gıdaların Donma ve Çözülme Zamanlarının Belirlenmesinde Kullanılan Tahmin Metotları I. Basit Eşitlikler. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, pp.943-950.
- Türkmen Erol, N., Sari, F., Polat, G. and Velioglu, Y.S. 2009. Antioxidant and Antibacterial Activities of Various Extracts and Fractions of Fresh Tea Leaves and Green Tea. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 15(4): 371-378.
- Ullah J., Takhar, P.S. and Sablani, S.S. 2014. Effect of temperature fluctuations on ice-crystal growth in frozen potatoes during storage. *Food Science and Technology*, pp. 1186-1190.
- Vitali, D., Vedrina Dragojevic, I. and Sebecic, B. 2009. Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits. *Food Chemistry*, pp.1462–1469.
- Vorria, E., Giannou, V. and Tzia, C. 2004. Hazard analysis and critical control point of frying- safety assurance of fried foods. *European Journal of Lipid Science and Technology*, pp.759-765.

- Wolfe, K.L., Kang, X., He, X., Dong, M., Zhang, Q. and Liu, R.H. 2008. Cellular antioxidant activity of common fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, pp.8418–8426.
- Wu, X., Zhang, M., Adhikari, B. and Sun, J. 2017. Recent developments in novel freezing and thawing technologies applied to foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(17): 3620-3031.
- Xu, J., Zhang, M., Mujumdar, A.S. and Adhikari, B. 2017. Recent developments in smart freezing technology applied to fresh foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(13): 2835-2843.
- Zeliou K, Papatropoulos, V., Manoussopoulos, Y. and Lamari, F.N. 2018. Physical and chemical quality characteristics and antioxidant properties of strawberry cultivars (*Fragaria×ananassa*Duch.) in Greece: assessment of their sensory impact. *Journal of Food Science and Agriculture*, pp.4065–4073.
- Zhoa Y. and P.S. Takhar. 2017. *Freezing of Foods: Mathematical and Experimental Aspects*. Food Eng Rev. 9. 1–12.