

# Taze ve Hazır Meyve Sularında Karşılaştırmalı $\alpha$ -Tokoferol Miktar Tayini ve Antioksidan Aktivite Araştırması

[A Comparative Assessment of  $\alpha$ -Tocopherol Content and Antioxidant Activity of Some Fresh and Commercial Fruit Juices]

Tuba Mert Gönenç,  
Hüsniye Kayalar,  
Tuğçe Erdoğan,  
Bijen Kıvıçak

Ege Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmakognози  
Anabilim Dalı, 35100, İzmir, Türkiye

Yazışma Adresi  
[Correspondence Address]

Tuba Gönenç

Ege Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmakognози  
Anabilim Dalı, 35100, İzmir, Türkiye  
Tel.0535 9752660  
E-mail. Tuba.mert@ege.edu.tr

Kayıt Tarihi: 2 Eylül 2013; Kabul Tarihi: 9 Aralık 2013  
[Registered: 2 September 2013; Accepted: 9 December 2013]

## ÖZET

**Amaç:** Meyve ve sebzeler antioksidan özellikteki maddelerin ve vitaminlerin ana kaynaklarıdır.  $\alpha$ -tokoferol, E vitamininin doğada en sık rastlanan ve biyolojik olarak en aktif formudur. Bu çalışmada, ticari olarak satılan ve taze sıkılmış meyve sularında antioksidan aktivite araştırmaları yanında  $\alpha$ -tokoferolün miktar tayini amaçlanmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** Elma, kayısı ve domatesten hazırlanan taze sıkılmış ve ticari olarak satılan meyve sularının potansiyel antioksidan aktiviteleri, radikal süpürücü kapasite yöntemleri olan DPPH ve ABTS<sup>+</sup> deneyleri ile değerlendirilmiştir. Meyve sularının toplam fenolik ve flavonoid madde içeriği sırasıyla Folin-Ciocalteu ve Alüminyum klorid kolorimetrik yöntemleri ile tayin edilmiştir. Meyve sularındaki  $\alpha$ -tokoferol miktarı ise HPLC-UV kromatografi sistemi ile araştırılmıştır.

**Bulgular:** En yüksek  $\alpha$ -tokoferol miktarı taze sıkılmış domates suyunda saptanmıştır (0.0761±0.20mg/100g). Meyve sularının toplam fenolik madde içeriği Folin-Ciocalteu yöntemiyle saptanmış ve değerler 100ml'de 2.10-12.83mg gallik aside eşdeğer (mg GAE/100mL) toplam fenolik madde olarak saptanmıştır. Örneklerin toplam flavonoid içeriği, kersetin eşdeğer miktarlar olarak (mg QE/100ml) bildirilmiştir. Hazır domates suyunda en yüksek flavonoid madde içeriği saptanırken (4.10±0.0126 mg QE/100mL), bunu sırasıyla taze sıkılmış elma ve kayısıdan hazırlanan meyve suları takip etmiştir. Taze sıkılmış domates suyunda ise en düşük flavonoid miktarı ve en yüksek toplam fenolik madde miktarı tespit edilmiştir. DPPH ve ABTS<sup>+</sup> denemelerinde, taze sıkılmış elma ve kayısı sularında en yüksek antioksidan aktivite gözlenmiştir.

**Sonuç:** Taze sıkılmış meyve sularının  $\alpha$ -tokoferol miktarları, toplam fenolik madde ve flavonoid miktarları ve antioksidan kapasiteleri, ticari olarak satışa sunulan hazır meyve sularından daha yüksek bulunmuştur.

**Anahtar Sözcükler:** Meyve suyu,  $\alpha$ -tokoferol, antioksidan aktivite

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar hiçbir çıkar çatışması olmadığını bildirmektedir.

## ABSTRACT

**Aim:** Fruits and vegetables are the main sources of antioxidant compounds and vitamins. In nature,  $\alpha$ -tocopherol, is the most abundant and biologically active form of Vitamin E. The current study was aimed to investigate the antioxidant activity and  $\alpha$ -tocopherol content of commercial and freshly squeezed fruit juices.

**Material and Methods:** Apple, apricot and tomatoes fresh and commercial fruit juices were evaluated for their potential antioxidant activities using DPPH and ABTS<sup>+</sup> radical scavenging capacity assays. The total phenolic and flavonoid content of juices were determined by Folin-Ciocalteu and Aluminium chloride colorimetric methods respectively. The  $\alpha$ -tocopherol contents of juices were investigated by HPLC-UV chromatographic method.

**Results:** The highest  $\alpha$ -tocopherol concentration was found in freshly squeezed tomatoes juice (0.0761±0.20mg/100g) the total phenolic content of freshly squeezed fruit juices measured by Folin-Ciocalteu assay, ranged between 2.10-12.83mg gallic acid equivalents (mg GAE/100ml). The total flavonoid content of samples was expressed as quercetin equivalents (mg QE/100ml). The commercial tomatoes juice showed higher content of flavonoid (4.10±0.0126 mg QE/100ml), followed by freshly squeezed apple and apricot fruit juices. The fresh fruit juices of tomatoes showed the lowest content of flavonoid and highest content of total phenolic compounds. Freshly squeezed apple juice and apricot juice were found to exert higher antioxidant activities in ABTS<sup>+</sup> and DPPH assays respectively.

**Conclusion:** It was observed that  $\alpha$ -tocopherol content and antioxidant capacities and total phenolic and flavonoid concentrations of freshly squeezed juices were higher than commercial ones.

**Key Words:** Fruit juice,  $\alpha$ -tocopherol, antioxidant activity

**Conflict of Interest:** The authors declare no conflict of interest.

## Giriş

E vitamini, yağda çözünen, esansiyel bir antioksidandır. Epidemiyolojik çalışmalar E vitamini ve diğer bazı antioksidanların düşük dozlarda bile, kanser, Parkinson hastalığı ve kalp hastalıklarına karşı koruyucu olarak rol oynadığını göstermektedir [1,2]. Bitkisel yağlar, tahıl ve kuru yemişlerde bol miktarda bulunan ve sadece bitkiler tarafından sentezlenebilen E vitamini hayvanlar ve insanlar için esansiyel besin öğelerinden birisi olup biyolojik sistemlerde güçlü antioksidan özellik göstermektedir [3,4]. Tokoferol ve tokotrienollerden oluşan E vitamininin doğada en sık rastlanan ve biyolojik olarak en aktif formu olan  $\alpha$ -tokoferol, çok kolay oksitlenilme yeteneğine ve yüksek antioksidan aktiviteye sahiptir. Antioksidan özelliği nedeniyle  $\alpha$ -tokoferol, aktif radikallerle reaksiyona girerek, radyasyon, ilaçlar, zehirli kimyasallar ile anabolik ve katabolik süreçler sonucu ortaya çıkabilecek serbest radikalleri yakalamak suretiyle hücre zarını korumakta ve lipidlerin peroksidasyonunu önleyebilmektedir [5-8].

Kanser ve kalp hastalıklarından korunmak için E vitamini içeren kapsüllerin alınması yerine E vitamini içeriği bakımından zengin doğal besinlerin tüketilmesinin daha yüksek antioksidan etki sağlayıp sağlamadığı çeşitli tıbbi araştırmalara konu olmuştur. Bitkisel kaynaklı gıdalar, flavonoidler, lignanlar, tanen bileşikler, antrasen, kumarin ve iridoit gibi farklı yapıdaki fenolik bileşikler ile bunların glikozitleri yanında C ve E vitamini gibi güçlü antioksidanlara da kaynak oluşturmaktadırlar [9].

Son yıllarda, özellikle meyve ve sebzelerde antioksidan aktivitenin tespiti ve bu aktiviteye sahip bileşiklerin araştırılması önem kazanmıştır. Vitaminler açısından zengin besin kaynaklarının başında meyveler gelmektedir. Meyveler, askorbik asit, karotenoid, fenoller, flavonoidler ve E vitamini gibi antioksidan maddeler açısından zengin kaynaklardır [10].

Yapılan bir araştırmada 12 meyve ve 5 hazır meyve suyunun ORAC (Oksijen Radikal Absorbans Kapasite) yöntemi ile total antioksidan aktivitesi değerlendirilmiş ve taze meyve olarak en yüksek aktivite çilek meyvesinde gözlenirken bunu sırasıyla erik, portakal, üzüm, muz, elma, domates, armut ve kavun meyveleri izlemiştir [11]. Meyve tüketiminin en kolay yollarından biri ise meyve suyu olarak tüketmektir. Taze sıkılmış meyve suları ile birlikte marketlerde satılan işlenmiş meyve sularının tüketimi de oldukça yaygındır. Taze meyve sularında bulunan vitamin içeriğinin ve antioksidan aktivitenin, marketlerde satılan hazır meyve sularında korunup korunmadığı ise ayrı bir araştırma konusu olmuştur. Yapılan bir çalışmaya göre taze sıkılmış portakal suyunda 9.25mM troloksa eşdeğer aktivite gözlenirken, hazır portakal suyunda bu değer 0.71mM olarak saptanmıştır. Aynı araştırmada limon suyunda 6.5mM troloksa eşdeğer aktivite bulunurken, ticari üründe bu aktivite 1.54 mM olarak bulunmuştur [12].

Flavonoidler, antosiyaninler, kateşinler, kalkon ve auron-

lar, hidroksibenzoik asit ve hidroksisinnamik asitler gibi fenolik yapıları antioksidanlardır. Bu bileşiklerin çoğu meyve sularında bulunmaktadır. Yüksek fenolik madde içeriği ile yüksek antioksidan kapasite arasında doğru orantı bulunmaktadır [13].

% 85 su, % 11 karbonhidrat, % 2 lif, % 0.6 yağ, % 0.5 organik asit ve % 0.3 protein içeren elma meyvesinde flavonoid miktar tayini araştırması yapılmış ve yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC) ile yürütülen bir araştırmada elma suyunda kersetin, apigenin, kemferol ve krizin majör flavonoid bileşenleri olarak sırasıyla 4.0, 0.5, 0.4 ve 0.25 mg/kg konsantrasyonlarda tespit edilmiştir. Meyve ve sebze suyu ile gıda takviyelerinde yapılan vitamin analizinde ise kayısı suyunda 184.6  $\mu$ g/100g, avokado suyunda ise 838.9  $\mu$ g/100g E vitamini olduğu rapor edilmiştir [14].

Çeşitli tahıl ürünlerinde ve sebzeler ile tıbbi bitkiler üzerinde ise tokoferol içeriğine ve antioksidan aktiviteye yönelik çok sayıda çalışma bulunmasına rağmen günlük yaşamda önemli besin öğelerinin kaynağı olan meyvelerde ve meyvelerden hazırlanan meyve sularında tokoferol tayini ile antioksidan aktivite özellikleri ile ilgili kapsamlı bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Meyve sularının  $\alpha$ -tokoferol içerikleri ve antioksidan aktiviteleri üzerinde bir araştırmada çeşitli meyve sularının ve gıda takviyelerinin değişen oranlarda  $\alpha$ -tokoferol içerdiği ve avokado (0.838mg/100g) ile domatesin (0.53mg/100g) yüksek içeriğe sahip olduğu rapor edilmiştir [14,15]. Yapılan antioksidan aktivite denemelerinde ise bergamut, çilek, erik ve portakal en aktif meyveler arasında bulunmuştur [11,16].

Bu çalışmada, sık tüketilen kayısı, elma, domatesin taze sıkılmış meyve suları ile marketlerde satışa sunulan hazır ticari ürünlerinin  $\alpha$ -tokoferol, toplam fenolik madde ve flavonoid miktarları ve antioksidan aktiviteleri karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir.

## Gereç ve Yöntemler

### *Örneklerin hazırlanması*

Taze domates, kayısı, elma ve en çok satışı olan üç farklı markanın hazır meyve suları yerel marketlerden temin edildi. Taze meyveler yıkanıp çekirdekleri ayıklandı ve katı meyve sıkacağı kullanılarak meyve suları hazırlandı. Taze ve hazır meyve sularına ait tüm örneklerden 250 g tam olarak tartıldı ve -80°C'de dondurulduktan sonra Christ Alpha 1-2 LD plus marka liyofilizatörde liyofilize edildi. Antioksidan aktivite araştırmaları için, liyofilize edilmiş meyve suları kullanıldı. İstenilen konsantrasyonlar metanolla seyreltilerek hazırlandı.  $\alpha$ -tokoferol miktar tayini denemesinde kullanılmak üzere, liyofilize edilmiş örnekler n-hegzan ile 24 saat, çalkalama maserasyon tekniği kullanılarak ekstraksiyona tabi tutuldu ve ekstraksiyon çözücüsü süzülüp rotavaporda kuruluğa kadar uçuruldu. n-hegzan ekstraktlarının % verimleri hesaplandı (Tablo 1). Analize kadar -5°C'de, ışıktan korunarak saklanan kuru ekstraktların % 2.5 konsantrasyonda olacak şekilde metanolde çözüldü.

## $\alpha$ -tokoferol Miktar Tayini

Örneklerde yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC) yöntemi ile  $\alpha$ -tokoferol miktarı tayin edildi. Analizler Hewlett Packard 1100 (HP 1100) serisi HPLC sisteminde gerçekleştirildi. Deteksiyon için, Ultraviyole (UV) dedektörden yararlanıldı. Sabit faz olarak 5C<sub>18</sub> (25cm x 4.6mm) Hichrom kolon kullanıldı. İzokratik olarak yürütülen analizlerde mobil faz olarak 2ml/dk akış hızında MeOH kullanıldı. Kolon sıcaklığı ise 40°C'e ayarlandı ve  $\alpha$ -tokoferole ait retansiyon zamanı beşinci dakika olarak tespit edildi. Standart olarak temin edilen  $\alpha$ -tokoferolün (Sigma) metanolde (MeOH) çözülmesiyle, 0.25; 0.5; 1; 2; 4  $\mu$ g/10ml olacak şekilde beş ayrı konsantrasyonda standart çözelti hazırlandı ve HPLC kolonuna enjekte edilip HPLC kromatogramında saptanan alan değerlerine göre standart kalibrasyon eğrisi çizildi ve regresyon denklemi hesaplandı (Şekil 1).

Örneklerde bulunan  $\alpha$ -tokoferolün teşhisi, standart  $\alpha$ -tokoferolün retansiyon zamanı ve internal standart yöntemi ile yapıldı ve regresyon denklemine göre örneklerde bulunan  $\alpha$ -tokoferol miktarları hesaplandı.

## Antioksidan Aktivite Tayini

Antioksidan aktivite tayininde 1,1-diphenil-2-picrylhydrazyl (DPPH) radikali yakalama aktivitesi, 2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS<sup>+</sup>) Radikal katyon yakalama aktivitesi, toplam fenolik madde analizi, toplam flavonoit analizi yöntemleri kullanıldı.

## DPPH Radikali Yakalama Aktivitesi

Liyofilize edilmiş meyve suyu örnekleri 0.5-1.25mg/ml konsantrasyon aralığında olacak şekilde metanol ile seyreltildi. 1ml örnek üzerine %0.004 konsantrasyonda metanollü DPPH çözeltisinden 4ml ilave edilip 30dk karanlıkta bekletildi. 517nm dalga boyundaki absorpsansı ölçülerek %DPPH inhibisyonları hesaplandı.  $\alpha$ -tokoferol ile hazırlanan standart ölçü eğrisi kullanılarak, örneklerin  $\alpha$ -tokoferole eşdeğer antioksidan aktivite değerleri ve ortamdaki serbest radikallerin %50'sini süpüren örnek konsantrasyonu, ED<sub>50</sub> olarak hesaplandı [17]. Ölçümlerde Optima SP-3000 Nano Spektrofotometresi kullanıldı.

## ABTS<sup>+</sup> Radikal Katyon Yakalama Aktivitesi

1mg/ml konsantrasyondaki örneklerden 0.1ml alındı, üzerine 1ml stok ABTS çözeltisi ve 10 $\mu$ l  $\alpha$ -tokoferol standart çözeltisi ilave edildi. 734nm'deki absorpsans değişimleri 6 dk süresince izlendi. Troloks eşdeğeri antioksidan aktivite değerleri, troloks ile hazırlanan standart ölçü eğrisi kullanılarak hesaplandı [18].

ABTS radikal katyonundaki % absorpsans azalması= $[(Abs_{baş} - Abs_{son})/Abs_{baş}] \times 100$   
Ölçümler Optima SP-3000 Nano Spektrofotometresi kullanılarak yapıldı.

## Toplam Fenolik Madde Analizi

Folin Ciocalteu yöntemi ile toplam fenolik madde miktarı tespit edildi. Bu yöntemle göre 1mg/ml konsantras-

yondaki örnekler üzerine, 2.8 ml deiyonize su ve 2ml %2 sodyum karbonat ilave edilip 1dk bekletildi. Karışım üzerine 0,1ml %50 Folin Ciocalteu reaktifi eklenip 25 °C'de 30dk karanlıkta bekletildi ve karışımın absorpsansı 750 nm'de ölçüldü. Gallik asit kullanılarak hazırlanan standart ölçü eğrisine göre örneklerdeki fenolik madde miktarı gallik aside ekivalan olarak hesaplandı [19].

## Toplam Flavonoit Analizi

1mg/ml konsantrasyondaki örneklerden 0.5ml alındı, üzerine 1.5ml %96 etanol, 0,1ml %10 etanollü alüminyumklorür çözeltisi ve 2.8ml deiyonize su ilave edildi. 40dk oda ısısında ve karanlıkta bekletildi ve 415nm dalga boyunda absorpsansı ölçülerek kersetin ile hazırlanan standart ölçü eğrisine göre kersetine eşdeğer total flavonoit içeriği hesaplandı [20].

## İstatistiksel Değerlendirme

ED<sub>50</sub> değerleri, Finney probit analiz metoduyla hesaplandı ve çalışmaların tamamı üç tekrarla yapıp ortalama değerler ve standart sapmalar Microsoft Excel 2007'de hesaplandı.

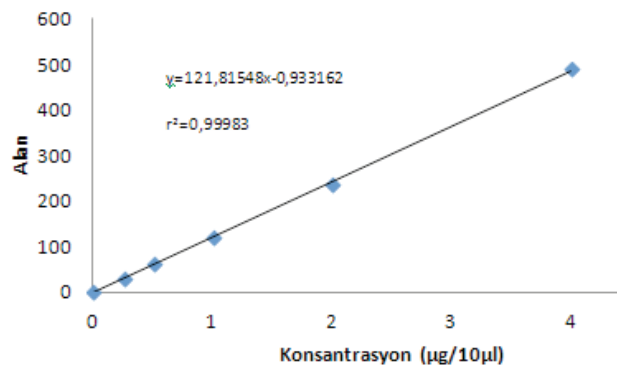
## Bulgular ve Tartışma

Meyve suyu örneklerine ait n-hegzan ekstresi % verimleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Meyve suyu örneklerine ait n-hegzan ekstresi % verimleri

Örnek	%Verim
Taze domates suyu	0.0103
Hazır domates suyu	0.0097
Taze kayısı suyu	0.0211
Hazır kayısı suyu	0.0019
Taze elma suyu	0.0051
Hazır elma suyu	0.0002

Standart  $\alpha$ -tokoferol kullanılarak hazırlanan kalibrasyon eğrisi ve regresyon denklemi Şekil 1'de verilmiştir.

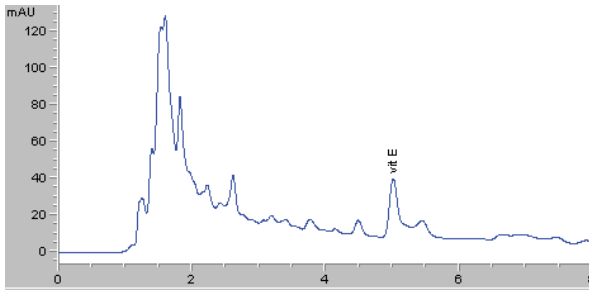


Şekil 1. HPLC-UV metoduyla  $\alpha$ -tokoferol miktar tayinine ait kalibrasyon eğrisi ve regresyon denklemi  
 $y=$  alan,  $x=$  $\alpha$ -tokoferol konsantrasyonu( $\mu$ g/10 $\mu$ l)

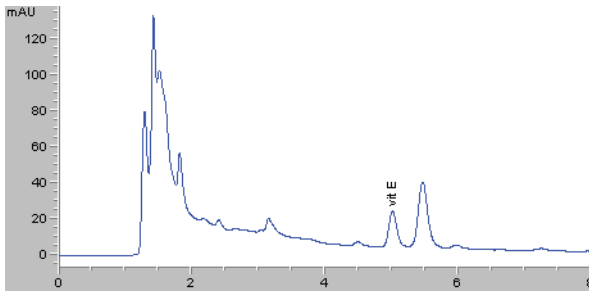
HPLC-UV metoduna göre, meyve suyu örneklerinde bulunan  $\alpha$ -tokoferol miktarları tablo 2’de verilmiştir. Meyve suyu örneklerinde,  $\alpha$ -tokoferol miktar tayini analizlerine ait HPLC spektrumları Şekil 2-7’de verilmiştir.

**Tablo 2.** HPLC-UV metoduna göre, meyve suyu örneklerinde bulunan  $\alpha$ -tokoferol miktarları

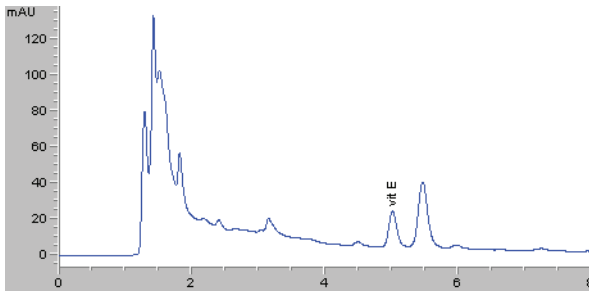
Örnek	taze örnekte $\alpha$ -tokoferol (mg/100g) $\pm$ SD	ekstrede $\alpha$ -tokoferol (mg/100g) $\pm$ SD
Taze domates suyu	0.0761 $\pm$ 0.0020	737.300 $\pm$ 0.006
Hazır domates suyu	0.0379 $\pm$ 0.0045	388.500 $\pm$ 0.015
Taze kayısı suyu	0.0196 $\pm$ 0.0036	92.900 $\pm$ 0.002
Hazır kayısı suyu	0.0139 $\pm$ 0.0020	72.220 $\pm$ 0.001
Taze elma suyu	0.0383 $\pm$ 0.0037	74.100 $\pm$ 0.001
Hazır elma suyu	-	-



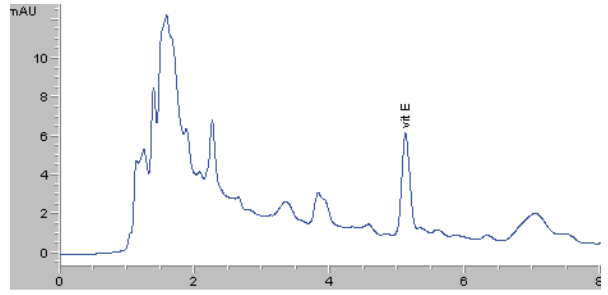
Şekil 2. Taze domates suyuna ait HPLC spektrumu



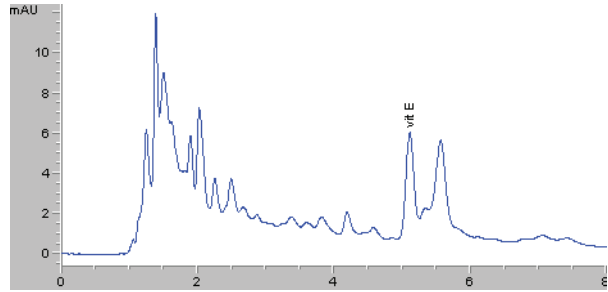
Şekil 3. Hazır domates suyuna ait HPLC spektrumu



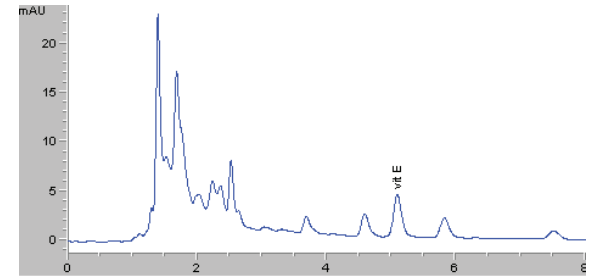
Şekil 4. Taze kayısı suyuna ait HPLC spektrumu



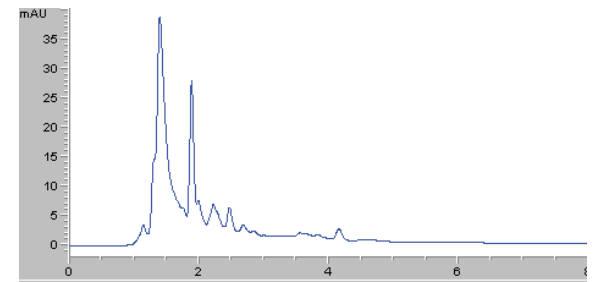
Şekil 4. Taze kayısı suyuna ait HPLC spektrumu



Şekil 5. Hazır kayısı suyuna ait HPLC spektrumu



Şekil 6. Taze elma suyuna ait HPLC spektrumu



Şekil 7. Hazır elma suyuna ait HPLC spektrumu

Yapılan çalışma ile taze sıkılmış kayısı, elma ve domates suyunun  $\alpha$ -tokoferol içeriği, marketlerde satılan hazır şekilleriyle karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Alınan sonuçlar, n-hegzan ekstresi miktarı üzerinden ve taze meyve suyu miktarı üzerinden hesaplanmıştır. Her üç taze meyve suyunda  $\alpha$ -tokoferol içeriği, hazır meyve sularına oranla daha yüksek bulunmuştur. Taze sıkılmış meyve suyunun  $\alpha$ -tokoferol miktarı sonuçlarına göre, yüksek miktarda  $\alpha$ -tokoferol içeriği domates suyunda ve ardından kayısı ve elma suyunda saptanmıştır. Hazır elma suyunda bulunan  $\alpha$ -tokoferol miktarı, ölçülebilir sınırlar dışında kalmıştır. Hazır elma suyuna ait ekstre verimi de diğerlerine oranla oldukça düşük bulunmuştur. Alınan sonuçlar, taze meyve sularının işleme sırasında  $\alpha$ -tokoferol içeriğini büyük oranda kaybedebileceğini düşündürmektedir. Bu üç meyve suyunun işlenmesi sırasında en az kayıp, kayısı suyunda görülmüştür. Domates suyundaki kayıp yaklaşık %50 civarındayken, hazır elma suyunda  $\alpha$ -tokoferol içeriği tespit edilmiştir. Benzer şekilde, 2006 yılında, Chun J. ve çalışma grubunun yaptığı bir çalışmada, meyve ve sebzelerin  $\alpha$ -tokoferol içeriğinde, kaynama, haşlama ve bunun gibi çeşitli işlemlerden geçirilmesi sırasında meydana gelen değişimler ölçülmüş, sonuçlara göre en yüksek  $\alpha$ -tokoferol içeriği domateste bulunmuş (0.53mg/100g) ve uygulanan işlemler sırasında,  $\alpha$ -tokoferol miktarındaki en az düşüş yine domates suyunda görülmüştür. Domates suyunda 0.77mg/100 mg olan  $\alpha$ -tokoferol miktarı, çeşitli elma sularında 0.09-0.38 mg/100 mg değerleri arasında rapor edilmiştir [15].

Antioksidan aktivite, toplam fenol ve flavonoid miktarı analizlerine ait sonuçlar tablo 3'de verilmiştir. Antioksidan aktivite sonuçlarına göre, taze meyve sularının antioksidan aktiviteleri, genel olarak hazır meyve sula-

rına kıyasla iki istisna dışında yüksek bulunmuştur. Hazır domates suyunda kersetine eşdeğer toplam flavonoid miktarı, taze domates suyuna oranla daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuç hazır domates suyunun hazırlanması sırasında uygulanan işlemlerin, domates suyu içeriğindeki flavonoid yapısındaki maddelerde artışa sebep olabileceğini düşündürmektedir. Hazır kayısı suyunun ABTS<sup>+</sup> radikal katyonunu yakalama aktivitesi ise taze sıkılmış kayısı suyuna oranla %50 civarında yüksek bulunmuştur. Hazır kayısı suyuna, asitliği düzenleyici olarak ilave edilen limon suyu konsantrisine bağlı olarak yüksek antioksidan aktivite gösterdiği düşünülmektedir. Taze ve hazır kayısı suyu ve taze elma suyundaki toplam flavonoid miktarları yakın değerlerdedir. En az flavonoid miktarı ise  $\alpha$ -tokoferol miktarının aksine taze domates suyunda saptanmıştır.

%DPPH yakalama aktivitesi sonuçlarında, kaydadeğer derecede yüksek etki, taze kayısı suyunda görülmüştür. Taze kayısı suyunu, hazır kayısı suyu, taze elma suyu, taze domates suyu, hazır domates suyu ve hazır elma suyu takip etmektedir. Pisoschi ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, limon ve portakal sularının taze sıkılmış ve hazır ticari ürünleri üzerinde, DPPH yöntemi ile antioksidan aktivite araştırması yapılmış ve bu çalışmada taze meyve sularının hazır ürünlere göre daha yüksek aktivite gösterdiği rapor edilmiştir. Taze sıkılmış portakal suyunda 9.25mM troloksa eşdeğer aktivite saptanırken, DPPH inhibitör aktivite hazır portakal suyunda 0.71mM, taze limon suyunda 6.5mM, hazır limon suyunda ise 1.54mM olarak bulunmuştur [12].

Alınan sonuçlara göre toplam fenolik madde açısından en zengin örneklerin taze domates ve elma suyu olduğu görülmektedir. En yüksek ABTS<sup>+</sup> radikal katyonu yakalama aktivitesine sahip örnekler yine taze domates ve

**Tablo 3.** Meyve suyu örneklerine ait antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve flavonoid miktarı analiz sonuçları

Örnek ( $\mu$ g/ml)	DPPH ED <sub>50</sub> ( $\mu$ g/ml)	Toplam flavonoid miktarı mg QE/100ml $\pm$ SD	Toplam fenolik madde miktarı mg GAE/100ml $\pm$ SD	ABTS radikal katyon yaka- lama aktivitesi $\mu$ g TE/ml $\pm$ SD
Taze domates suyu	107.67	0.7902 $\pm$ 0.002	12.8296 $\pm$ 0.0017	1.668 $\pm$ 0.049
<b>Hazır domates suyu</b>	226.61	4.1066 $\pm$ 0.0126	9.8364 $\pm$ 0.0016	1.539 $\pm$ 0.092
<b>Taze kayısı suyu</b>	5.56	2.1236 $\pm$ 0.0066	7.3364 $\pm$ 0.0015	0.559 $\pm$ 0.417
<b>Hazır kayısı suyu</b>	14.89	2.1033 $\pm$ 0.0031	4.6091 $\pm$ 0.0013	1.169 $\pm$ 0.212
<b>Taze elma suyu</b>	57.38	2.2803 $\pm$ 0.0025	11.125 $\pm$ 0.0020	1.741 $\pm$ 0.028
<b>Hazır elma suyu</b>	670.16	0.9389 $\pm$ 0.0036	2.6023 $\pm$ 0.0017	1.376 $\pm$ 0.149

ED<sub>50</sub>: Ortamdaki DPPH'in %50'sini inhibe eden konsantrasyon, QE: Kersetine eşdeğer, GAE: Gallik aside eşdeğer, TE: Troloksa eşdeğer, SD:Standart sapma

elma suyudur, bu sonuçlar toplam fenolik madde miktarları ile uyum göstermektedir.

Örneklerdeki  $\alpha$ -tokoferol miktarı ve antioksidan aktivite arasında tam bir uyum görülmemiştir. Bu sonuç, örneklerdeki  $\alpha$ -tokoferolün antioksidan aktivite üzerinde etkili olduğunu ancak örneklerin antioksidan aktivitesi üzerinde, fenolik bileşikler ve flavonoidler yanında çeşitli içerik maddelerinin de katkısı olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada, seçilen meyve suyu örneklerinin taze sıkılmış ve hazır ticari ürünlerinin  $\alpha$ -tokoferol içerikleri yanında toplam fenolik madde, toplam flavonoid miktarı ve antioksidan aktiviteleri değerlendirilip birbiri ile kıyaslanmıştır. Alınan sonuçlara göre vücudumuzun kalp hastalıkları ve kansere karşı korunması için gerekli, esansiyel bir vitamin olan E vitamini kaynağı olarak yüksek  $\alpha$ -tokoferol içerikleri ve antioksidan etkileri nedeniyle, taze meyve sularının tüketilmesinin daha uygun olabileceğini göstermektedir.

## Bilgi ve teşekkür

Bu çalışma, Ege Üniversitesi tarafından Bilimsel Araştırma Projesi (BAP) kapsamında (No:7.600.2013.0015) desteklenmiştir.

**Çıkar Çatışması:**Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## Kaynaklar

- [1] Alves RC, Casal S, Oliveira MBPP. Determination of vitamin E in coffee beans by HPLC using a micro-extraction method. *Food Sci Tech Int* 2009; 15(1):57-63.
- [2] Gomez-Coronado DJM, Ibanez E, Ruperez FJ, Barbas C. Tocopherol measurement in edible products of vegetable origin. *J Chrom* 2004; 1054:227-233.
- [3] Balz M, Schulte E, Thier HP. Simultaneous determination of  $\alpha$ -tocopheryl acetate, tocopherols and tocotrienols by HPLC with fluorescence detection in foods. *Eur J Lipid Sci Tech* 1993; 95:215-220.
- [4] Lako J, Trenerry VC, Wahlqvist M, Wattanapenpaiboon N. Phytochemical flavonols carotenoids and the antioxidant properties of a wide selection of Fijian fruit, vegetables and other readily available foods. *Food Chem* 2007; 100:1727-1741.
- [5] Akkuş İ. Serbest Radikaller ve Fiziopatolojik Etkileri 1995; pp. 3-47 Mimoza Yayıncılık, Konya
- [6] Beriner JA, Heinecke JW. The role of oxidized lipoproteins in atherogenesis. *Free Radic Biol Med* 1996; 20:707-727.
- [7] Heinecke JW. Oxidative stres:New approaches to diagnosis and prognosis in atherosclerosis. *Am J Cardiol* 2003; 91:12-16.
- [8] Dutta A, Dutta SK. Vitamin E and its Role in the Prevention of Atherosclerosis and Carcinogenesis:A review. *J Am Coll Nutr* 2003; 22:258-268.
- [9] Crozier A, Clifford MN, Ashihara H. Plant Secondary Metabolites Occurrence, Structure and Role in the Human Diet 2006; pp. 88-102, Blackwell Publishing Ltd, USA
- [10] Casacchia T, Sofo A. *In* (Ed. Carbone K) Antioxidant Compounds and Nutraceutical Benefits of Mediterranean Red Fruit 2013; pp. 233-256, Nova Science Publishers.
- [11] Wang H, Cao G, Prior RL. Total antioxidant capacity of fruits. *J Agr Food Chem* 1996; 44:701-705.
- [12] Pisoschi AM, Cheregi MC, Danet AF. Total antioxidant capacity of some commercial fruit juices: Electrochemical and spectrophotometrical approaches. *Molecules* 2009; 14:480-493.
- [13] Rekha C, Poornima G, Manasa M, Abhipsa V, Devi JP, *et al*. Ascorbic acid, total phenol content and antioxidant activity of fresh juices of four ripe and unripe citrus fruits. *Chem Sci Trans* 2012; 1(2):303-310.
- [14] Plonka J, Toczek A, Tomczyk V. Multivitamin analysis of fruits, fruit-vegetable juices and diet supplements. *Food Anal Method* 2012; 5:1167-1176.
- [15] Chun J, Lee J, Ye L, Exler J, Eitenmiller RR. Tocopherol and tocotrienol contents of raw and processed fruits and vegetables in the United States diet. *J Food Compos Anal* 2006; 19:196-204.
- [16] Pernice R, Boriello G, Ferracane R, Borelli C, Cennamo F, *et al*. Bergamot: A source of natural antioxidants for functionalized fruit juices. *Food Chem* 2009; 112:545-550.
- [17] Okada Y, Okada M. Scavenging effect of water soluble proteins in broad beans on free radicals and active oxygen species. *J Agr Food Chem* 1998; 46:401-406.
- [18] Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, *et al*. Antioxidant activity applying and improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 1999; 26:1231-1237.
- [19] Mok-Ryeon AHN, Shigenori K, Yumiko U. Antioxidant activity and constituents of propolis collected in various areas of China. *Food Chem* 2007; 101:1383-1392.
- [20] Marinova D, Ribarova F, Atanassova M. Total phenolics and total flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables. *J Chem Technol Metall* 2005; 40(3):255-260.