

**T.C.**  
**İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**  
**BESLENME VE DİYETETİK ANABİLİM DALI**  
**BESLENME VE DİYETETİK BİLİM DALI**

**PAKETLİ İÇECEK ÜRÜNLERİNDE C VİTAMİNİ**  
**DÜZEYİNİN YÜKSEK PERFORMANSLI SIVI**  
**KROMATOĞRAFİSİ İLE BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Sümeyye Hüda KARA**

**İstanbul**  
**Temmuz-2021**

**T.C.**  
**İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**  
**BESLENME VE DİYETETİK ANABİLİM DALI**  
**BESLENME VE DİYETETİK BİLİM DALI**

**PAKETLİ İÇECEK ÜRÜNLERİNDE C VİTAMİNİ DÜZEYİNİN**  
**YÜKSEK PERFORMANSLI SIVI KROMATOĞRAFİSİ İLE**  
**BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Sümeyye Hüda KARA**

**Tez Danışmanı**

**Doç. Dr. Mustafa YAMAN**

**İstanbul**

**Temmuz-2021**

## TEZ ONAY SAYFASI

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu çalışma, jürimiz tarafından Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, Beslenme ve Diyetetik Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman Doç. Dr. Mustafa YAMAN

Üye Doç. Dr. Jale ÇATAK

Üye Doç. Dr. Zafer CEYLAN

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Ali Güneş

Enstitü Müdürü

## **BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ**

Yüksek lisans tezi olarak hazırladığım “**Paketli İçecek Ürünlerinde C Vitamini Düzeyinin Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi İle Belirlenmesi**” adlı çalışmanın öneri aşamasından sonuçlandığı aşamaya kadar geçen süreçte bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle uyduğumu, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığımı, bu çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.

**Sümeyye Hüda KARA**

## ÖN SÖZ

Bu araştırma konusunun belirlenmesinden, yürütülmesi ve sonuçlanmasına kadar olan dönemde, yakın ilgisi, yönlendirici katkıları ve çok değerli yardımlarından dolayı değerli tez danışmanım Doç. Dr. Mustafa YAMAN'a sonsuz teşekkür ediyorum.

Tüm eğitim ve öğretim hayatım boyunca maddi manevi destekleriyle her zaman yanımda olan annem, babam, kardeşlerim Eda Karaaslan ve Ecz. Hilal Kara'ya teşekkürlerimi sunarım.

**Sümeyye Hüda KARA**

**Temmuz-2021**



## ÖZET

# PAKETLİ İÇECEK ÜRÜNLERİNDE C VİTAMİNİ DÜZEYİNİN YÜKSEK PERFORMANSLI SIVI KROMATOĞRAFİSİ İLE BELİRLENMESİ

**Sümeyye Hüda KARA**

Yüksek Lisans, Beslenme ve Diyetetik

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mustafa YAMAN

Temmuz, 2021 - 52 Sayfa

C vitaminin keşfedilmesinden itibaren geçen 80 yıl içerisinde, bilinen biyolojik işlevlerinin sayısı sürekli artmaktadır. Bitkiler ve çoğu hayvan, askorbatını glikozdan sentezler. İlkel balıklarda, amfibilerde ve sürüngenlerde askorbat sentezi böbrekte meydana gelirken, memelilerde sentez bölgesi karaciğerdir. İnsanlar, diğer primatlar, kobaylar ve birkaç meyve yiyen yaras türü askorbat sentezleyemezler. Böylece diyetle alım elzemdir. Turunçgiller, meyveler, domatesler, patatesler ve yeşil yapraklı sebzeler iyi C vitamini kaynaklarıdır. C vitamininin çoğu ince bağırsakta tamamen emilse de, lümen içi konsantrasyon arttıkça emilen C vitamini yüzdesi azalır. Eksikliğinde ise, doku kırılganlığı, iyileşmede yavaşlama ve kılcal kırılganlıkla karakterize bir hastalık olan iskorbüt görülebilmektedir. Günümüz koşullarında sağlıksız beslenme sonucu C vitamininin yeterince alınamaması gıda üzerinde besin zenginleştirme yöntemlerinin kullanılmasını kaçınılmaz kılmıştır. Besin zenginleştirme, farklı yöntemler kullanılarak besinlere vitaminler gibi pek çok bileşenin eklenmesine denir. Ürünlerin etiketinde yazan C vitamini miktarı ile içeriğinde bulunan gerçek miktar arasındaki farklılıklar; paketli ürünlere eklenen C vitamini formunun uygun olmaması, ürünlerin uygun ısıda bekletilmemesi, C vitaminin duyarlı bir vitamin olması, sindirim yolunda kayıplara uğraması gibi nedenlerden kaynaklıdır. Bu araştırmanın amacı, zenginleştirilmiş besinler içerisinde yer alan ve tüketim miktarı fazla olan paketli içeceklerdeki C vitamini miktarlarının belirlenmesi ve sonuçların karşılaştırılmasıdır. Bu çalışmada İstanbul'daki çeşitli marketlerden satın alınan 19 farklı paketli içecek örneği kullanılmıştır. Örneklerdeki C vitamini miktarları yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile

belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, örneklerdeki C vitamini miktarı 12-80 mg/100 ml aralığında bulunmuştur. Sindirimden sonraki en yüksek C vitamini bulunduran içecek 74,2±2,6 mg/100 ml değeri ile 5 numaralı limon aromalı maden suyu ve en az 7,0±0,2 mg/100 ml değeri ile 14 numaralı multivitaminli enerji içeceği olmuştur. Biyoerişilebilirlik verilerine göre sindirimden sonra vücuda 102,7±3,6 mg/100 ml değeri ile en fazla alınan ürün 9 numaralı kivi aromalı soda olmuştur ve en az alınan ürünler 14,2±0,5 mg/100 ml değeri ile 3 numaralı limon aromalı şekersiz soda ve 14 numaralı multivitaminli enerji içeceği olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** C vitamini, Biyoyararlılık, Biyoerişilebilirlik, HPLC



**ABSTRACT**  
**DETERMINATION OF VITAMINE C IN PACKAGED**  
**BEVERAGE PRODUCTS BY HIGH-PERFORMANCE LIQUID**  
**CHROMATOGRAPHY**

**Sümeyye Hüda KARA**

Master, Nutrition and Dietetics

Thesis Advisor: Associate Prof. Dr. Mustafa YAMAN

July, 2021 - 52 Pages

In the 80 years since the discovery of vitamin C, the number of known biological functions is constantly increasing. Plants and most animals synthesize ascorbate from glucose. In primitive fish, amphibians and reptiles, ascorbate synthesis occurs in the kidney, whereas in mammals, the synthesis site is the liver. Humans, other primates, guinea pigs, and a few fruit-eating bat species cannot synthesize ascorbate. Thus, dietary intake is essential. Citrus fruits, fruits, tomatoes, potatoes, and green leafy vegetables are good sources of vitamin C. Although most of the vitamin C is completely absorbed in the small intestine, the percentage of vitamin C absorbed decreases as the intraluminal concentrations increase. In its deficiency, scurvy, a disease characterized by tissue fragility, slowing in healing and capillary fragility, can be seen. Insufficient intake of vitamin C as a result of unhealthy diet in today's conditions has made it inevitable to use nutritional enrichment methods on food. Nutrient enrichment is the addition of many components such as vitamins to foods using different methods. The differences between the amount of vitamin C written on the label of the products and the actual amount in its content; It is caused by reasons such as the unsuitability of the vitamin C form added to packaged products, the products not being kept at the appropriate temperature, the vitamin C being a sensitive vitamin, and the loss of the digestive tract. The aim of this study is to determine the amount of vitamin C in packaged beverages, which are among enriched foods and have a high consumption, and to compare the results. In this study, 19 different packaged beverage samples purchased from various markets in Istanbul were used. The amounts

of vitamin C in the samples were determined by high performance liquid chromatography (HPLC). According to the results, the amount of vitamin C in the samples was found in the range of 12-80 mg / 100 ml. After digestion, the beverage containing the highest vitamin C was the lemon-flavored mineral water number 5 with a value of  $74.2 \pm 2.6$  mg / 100 ml and the number 14 multivitamin energy drink with a value of at least  $7.0 \pm 0.2$  mg / 100 ml. According to bioavailability data, the most ingested product after ingestion with a value of  $102.7 \pm 3.6$  mg / 100 ml was the kiwi flavored soda number 9 and the least intake products were lemon number 3 with a value of  $14.2 \pm 0.5$  mg / 100 ml. flavored sugar-free soda and number 14 multivitamin energy drink.

**Keywords:** Vitamin C, Bioavailability, Bioavailability, HPLC

# İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI.....	i
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ .....	ii
ÖN SÖZ.....	iii
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	vi
İÇİNDEKİLER.....	viii
TABLO LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
SEMBOLLER LİSTESİ.....	xii
KISALTMALAR VE SİMGELER .....	xiii
BİRİNCİ BÖLÜM .....	1
GİRİŞ .....	1
İKİNCİ BÖLÜM.....	3
GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. C Vitamini .....	3
2.2. C Vitamini Sentezi.....	5
2.3. C Vitamini Tüketimi .....	6
2.3.1. C Vitamini İçeren Meyve ve Sebzelerin Tüketimini Etkileyen Etmenler .....	8
2.4. C Vitamini Alımı .....	9
2.4.1. C vitamini diyetel kaynakları .....	11
2.5. C Vitamini ve Biyoyararlanımı.....	12
2.6. C Vitamini ve Biyoerişilebilirlik .....	13
2.7. C Vitamini ve Hastalıklarla İlişkisi .....	14
2.7.1. Kanser Hastalıkları.....	14
2.7.2. Kalp Damar Hastalıkları.....	14

2.7.3. Yaşa Bağlı Makula Dejenerasyonu (AMD) ve Katarakt .....	15
2.7.4. Soğuk Algınlığı .....	15
2.7.5. Cilt Sağlığı .....	16
<b>ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....</b>	<b>18</b>
<b>MATERYAL VE METOT .....</b>	<b>18</b>
3.1. Araştırmanın Amacı .....	18
3.2. Araştırma Zamanı, Yeri ve Örnekler .....	18
3.3. Kullanılan Cihazlar .....	18
3.4. Örneklerin Hazırlanması ve Analizi .....	19
34. İn vitro sindirim metodu: ağız, mide, ince bağırsak ve safra solüsyonları	19
32. İn vitro sindirim prosedürü .....	21
<b>DÖRDÜNCÜ BÖLÜM .....</b>	<b>23</b>
<b>BULGULAR .....</b>	<b>23</b>
4.1. Paketli İçecek Örneklerinde C Vitamini Sonuçlarının Belirlenmesi .....	23
<b>BEŞİNCİ BÖLÜM.....</b>	<b>28</b>
<b>TARTIŞMA .....</b>	<b>28</b>
<b>ALTINCI BÖLÜM.....</b>	<b>32</b>
<b>SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>32</b>
<b>KAYNAKÇA.....</b>	<b>33</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>39</b>

## TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1: Yaşa ve cinse göre günlük C vitamini ihtiyaçları .....	10
Tablo 2.2: Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı'nda (TürKomp) yer alan bazı sebze ve meyvelerin 100 gramının C vitamini kompozisyonu .....	11
Tablo 3.1: Örneklerin listesi ve miktarları... ..	20
Tablo 4.1: İçecek örneklerinin C vitamini miktarları.....	24



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: C Vitaminin biyokimyasal gösterimi .....	6
Şekil 3.1: HPLC Cihazı.....	19
Şekil 3.1: İn vitro gastrointestinal sindirim sistemi metodu.....	19
Şekil 4.1: C Vitamini Standardı HPLC kromatogramı .....	23
Şekil 4.2: Ananas Örneği C Vitamini HPLC kromatogramı.....	23
Şekil 4.3: Örneklerin C vitamini içeriklerinin grafik ile gösterimi .....	25
Şekil 4.4: Örneklerin C vitamini içeriklerinin grafik ile gösterimi.....	25
Şekil 4.5: Örneklerin C vitamini içeriklerinin grafik ile gösterimi .....	26

## SEMBOLLER LİSTESİ

%	:Yüzde
°C	:Santigrat derece
dk	:Dakika
g	:Gram
kcal	:Kilokalori
kg	:Kilogram
kJ	:Kilojoule
nm	:Nanometre
mg	:Miligram
ml	:Mililitre
µg	:Mikrogram
µl	:Mikrolitre

## KISALTMALAR VE SİMGELER

**ELISA:** Enzim ilintili immün test

**MS:** Kütle spektrometresi

**HPLC:** Yüksek performanslı sıvı kromatografisi

**PBMC:** Periferik kan mononükleer hücre

**KU:** Kilounit

**g:** Gram

**µg:** Mikrogram



# BİRİNCİ BÖLÜM

## GİRİŞ

C vitamini (askorbik asit, askorbat), canlıların metabolik fonksiyonları için elzem olan, bitkilerde basit glikozdan sentezlenen esansiyel mikrobesein ögelerinden biridir (Vissers, 2013). C vitamini suda çözünür bir vitamindir. Antioksidan ve kollajen biyosentezi, karnitin ve katekolamin metabolizması ve demir emilimi için gereklidir. Birçok meyve ve sebze de bulunmakla beraber insan vücudunda sentezlenemediği için besinler yoluyla alınması gerekmektedir (Uğur, 2020). Meyveler ve sebzeler C vitamininin ana kaynakları olarak kabul edilmektedir (Abdullah, 2020).

C vitamini, yaşam için devam eden fizyolojik olaylarda düzenleyici olarak rol oynamaktadır. İnsan ve bazı hayvan türlerinin hücreleri tarafından bu vitamin sentezlenememektedir. Esas olarak bitkilerden elde edilerek oluşturulmaktadır. Bu nedenle vücuda dışardan besin yoluyla veya takviye edici gıdalarla alınmaları gerekmektedir. Yiyecekler vitamin değerleri açısından farklılık gösterebilir de özellikle meyveler ve yeşil renkli sebzeler başta C vitamini olmak üzere diğer birçok vitamin için zengin kaynak olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle meyve ve sebzeler günlük beslenmemizde yer almalıdır. Sebzelerde yaygın olarak bulunan ancak dayanıksız olan C vitamininin az bir kayıpla vücuda alınma olanağı var olmasına karşın yiyeceklere uygulanan hazırlama, pişirme ve saklama gibi süreçlerin sonunda C vitamini molekülünde önemli sayılabilecek değişiklikler meydana gelmektedir. Bu değişimler sonucu, C vitamininin vitamin özelliğinde büyük ölçüde azalmalar olmaktadır (Yücecan, 2017).

C vitamini tüketiminin antikanser etkileri olduğu ve kalp, göz, cilt sağlığı üzerine olumlu etki gösterdiği bildirilmiştir (Honarbakhsh, 2008) , (Leeuwen, 2005). C vitamini yüksek oksidatif stres seviyelerini düşürebilen biyolojik bir antioksidandır. Bu özelliği sayesinde kronik hastalıkların önlenmesine ve stres faktörlerinin azaltılmasına katkı sağlar (Pullar, 2017).

Tüm bu nedenlerle ilişkili olarak bu çalışmada sık tüketilen ve içeriğinde C vitamini bulunduğu belirtilmiş olan 19 adet paketli olarak satılan içecek örnekleri incelenmiştir. C vitamini miktarlarının yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile tespiti amaçlanmıştır. Amacımız etiket bilgisinde C vitamini beyan edilen içeceklerin C

vitamini miktarlarının ürün içinde ne kadar bulunduğunu belirlemek, bu miktarlarının sindirimden sonraki durumlarını tespit etmek ve biyoerişilebilirliğini tayin etmektir.



# İKİNCİ BÖLÜM

## GENEL BİLGİLER

### 2.1. C Vitamini

C vitamini (askorbik asit, askorbat), bitkilerde basit şekerlerden sentezlenen küçük, suda çözünür bir moleküldür. Nispeten yüksek (1-10 mM) konsantrasyonlarda tüm hücrelerde bulunmaktadır. Biyosentetik yolu, bitkiler ve hayvanlar için farklılık göstermekte, ancak son ürün aynı kalmaktadır. Hayvanların çoğu karaciğerde askorbat oluşturmaktadır. Karaciğerden vücutta dolaşım yoluyla taşınmakta ve diğer dokulara alınmaktadır. Bununla birlikte insanlar, biyosentetik yoldaki son aşamayı katalize eden enzim olan l-gulonolakton oksidaz genindeki mutasyon nedeniyle bu yeteneği kaybetmişlerdir. Bu nedenle C vitamininin diyetle alınması gerekir (Vissers, 2013).

Suda çözünür bir vitamin olan C vitamini, antioksidan özelliğinin yanında, kollajen biyosentezi, karnitin ve katekolamin metabolizması üzerinde görevlidir. Demir emilimi için gerekli bir yardımcı faktör olarak da bilinmektedir. İnsanlar C vitaminini sentezleyemezler. Bu nedenle meyve ve sebzelere günlük diyetimizde yer alması gerekmektedir. Meyvelerden turunçgiller; sebzelerden domates, patates ve yeşil yapraklılar C vitamini ana kaynaklarıdır. C vitamininin çoğu ince bağırsakta tamamen emilse de lümen içi konsantrasyonlar arttıkça emilen C vitamini yüzdesi azalmaktadır (Abdullah, 2020).

Kollajen üzerindeki prolin kalıntılarının hidrosilasyonu için C vitamini gerekmektedir. Bu nedenle kollajenin üçlü sarmal oluşumu için C vitaminine ihtiyaç vardır. Stabil üçlü sarmal yapının tam olmaması halinde cilt, mukoza zarları, kan damarları ve kemiğin bütünlüğü bozulabilmektedir. C vitamini eksikliği genellikle diyetle düşük alım, artan gereksinimler veya kayıplar durumunda ortaya çıkabilmektedir. C vitaminini yeterince içermeyen bir diyetle başladıktan 1 ila 3 ay sonra C vitamini eksikliğine bağlı hastalıklar gelişebilir. Bu bireylerde uyuşukluk, yorgunluk, halsizlik, duygusal kararsızlık, eklem ağrısı, kilo kaybı, iştahsızlık ve ishal görülebilmektedir. Ayrıca kollajen sentezinin eksikliğine bağlı olarak kanama, morarma ve yara iyileşmelerinde gecikmeler görülebilmektedir (Abdullah, 2020).

Amerikan Gıda ve Beslenme Kurulu kadınlar ve erkekler için sırası ile 75 ve 90 mg / gün C vitamini gereksinim miktarlarını belirlemiştir. Ek olarak, hamile ve emziren kadınlar ( $\geq 19$  yaş) için gereksinim sırasıyla 85 ve 120 mg / gün olarak belirlenmiştir.

Bebekler için önerilen günlük alım oluşturulmamıştır. Bunun yerine yeterli C vitamini alımı 6 aya kadar olan bebekler için 40 mg / gün ve 12 aya kadar olan bebekler için 50 mg / gün olarak belirlenmiştir. Daha büyük çocuklar için bu öneri, bir yetişkine göre tahmini vücut kütlelerine göre hesaplanmaktadır: 3 yaşına kadar olan çocuklar için 15 mg / gün, 8 yaşına kadar olan çocuklar için 25 mg / gün ve daha büyük çocuklar için 45 mg / gün şeklinde belirlenmiştir. Adölesanlar için gereksinim, cinsiyete dayalıdır: Sırasıyla 13-17 yaş arası erkekler ve kızlar için 75 ve 65 mg / gündür (Jennifer, 2006).

Sigara içenlerin ve çevresel tütün dumanına ("pasif" içiciler) maruz kalan bireylerin sigara içmeyenlere göre daha düşük C vitamini seviyesine sahip olduğu bilinmektedir. Bunun kısmen zayıf beslenme alışkanlıkları ve aynı zamanda tütün dumanının oksitleyici özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Pasif içiciler için artırılmış gereksinim belirlenmemiştir. Ancak standart gereksinime göre daha yüksek gereksinimleri olduğu düşünülmektedir (Frei, 2012).

C vitamini hem olmayan demir emilimini arttırmaktır. C vitamini veya takviyeleri içeren besin kaynakları demir ile birlikte tüketildiğinde, anemik hastalarda hemoglobin üretiminin artmasını sağlamaktadır (Lykkesfeldt, 2014).

Iowa Üniversitesi'nde yapılan son çalışmalarda, intravenöz olarak uygulanan C vitamininin gram dozlarının standart kemoterapi ile birlikte kanser tedavisinde yararlı olabileceği ön görülmüştür. Damar içine uygulanan C vitamininin bu yararlı etkisi askorbat oto-oksidasyonuna ve kanser hücreleri için seçici olarak toksik olan hidrojen peroksit oluşumuna bağlı olma ihtimali olduğu savunulmaktadır (Lykkesfeldt, 2014).

## 2.2. C Vitamini Sentezi

Organizma büyüme ve yaşamını devam ettirmek için karbonhidratlar, proteinler, yağlar, mineraller ve vitaminler gibi birçok besin ögesine gereksinim duymaktadır. Bunlardan vitaminler, yaşam için devam eden fizyolojik olaylarda düzenleyici olarak rol oynamaktadırlar. C vitamini, insan ve bazı hayvan türlerinin hücreleri tarafından sentezlenemez, esas olarak bitkilerden elde edilerek oluşturulmaktadır (Yücecan, 2017). Bunun sebebi bunlarda askorbik asit biyosentezinin son reaksiyonunu katalizleyen gulonolakton oksidaz enziminin olmamasıdır. (Kubat Abdulsamet, 2013). C vitamini pek çok hayvanda glikozdan sentezlenir. Vücutta sentezlenme şekli şu şekildedir. D-glikoz → D-glukuronik asit → L-gulonik asit → L-gulono- $\gamma$ -lakton → L-C vitamini. C vitamini biyosentezinin son basamağında rol alan L-gulono- $\gamma$ -lakton oksidaz enziminin oluşumundan sorumlu gen etkisini kaybetmiştir. (Kaplan, 2010). Antikorbütik vitamin olan C vitamini insanlar tarafından sentezlenemediği için diyetle alımı gerekmektedir (Padayatty, 2016).

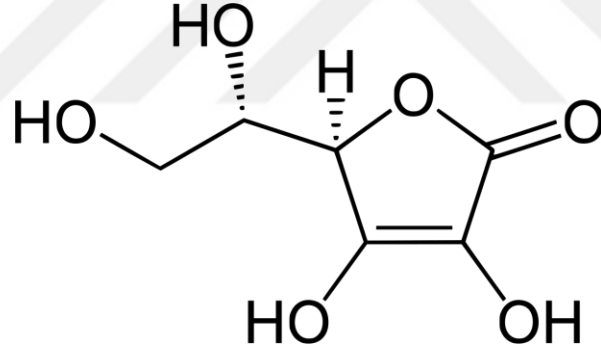
C vitamini kollajen, karnitin ve nörotransmitter biyosentezinde rol oynayan suda eriyen bir vitamindir. Güçlü bir antioksidan olan C vitaminin bağışıklık sistemi üzerine de olumlu etkileri bilinmektedir. En fazla portakal, limon, mandalina ve greyfurtta bulunduğu bilinmektedir. C vitamini ihtiyacı yaşa ve cinsiyete göre değişkenlik göstermektedir. C vitamini bir elektron donörüdür ve memelilerdeki enzim sistemleri için kofaktör görevi görmektedir. C vitamini ve oksidasyon ürünü dehidroaskorbik asit glikoz taşıyıcıları ile taşınmaktadır. Askorbik asit, çoğu doku ve vücut sıvısı tarafından farklı şekilde biriktirilmektedir. Plazma ve doku C vitamini konsantrasyonları, tüketilen miktara, biyoyararlanıma, böbreklerden atılımı ve kullanımına bağlı olarak değişmektedir. (Padayatty, 2016).

C vitamini, prolin ve lizin hidroksilasyonunda önemli bir kofaktördür. Kollajen sentezi ve bağ dokusu yapılarının korunması için gerekmektedir. C vitamini, dopamin  $\beta$ - monooksijenaz ve peptidil glisin  $\alpha$ - amidasyon monooksijenaz tarafından katalize edilen hidroksilasyon reaksiyonlarında indirgeyici bir ajan olarak rol oynamaktadır (Schleicher, 2009).

Yiyecekler vitamin değerleri yönünden ayrıcalık gösterirlerse de özellikle yeşil sebzeler C ve diğer birçok vitamin için zengin kaynak olarak tanımlanmaktadır.

Sebzelerin bu ve diğer nedenlerle günlük beslenmemizde yer alması gerekmektedir. Sebzelerin değerleri, ancak vitamin ve minerallerin bulunmasından ve bunların metabolizma üzerindeki önemli etkilerinin saptanmasından sonra kanıtlanmıştır. Sebzelerin içerdiği belli başlı vitaminler içinde en önemli yeri C vitamini almaktadır. Sebzelerde yaygın olarak bulunan fakat çok dayanıksız olan C vitamininin pek az kayıpla vücuda alınması olanağı varken yiyeceklere uygulanan bazı hazırlama, pişirme ve saklama gibi süreçlerin C vitamini molekülünde önemli sayılabilecek değişimlere yol açtığı bugün için bilinen bir durumdur. Bu değişimler sonucu, C vitamini vitamin özelliğinde büyük ölçüde azalma olmaktadır (Yücecan, 2017).

Askorbik asit konsantrasyonları dokularda plazmaya göre çok daha yüksektir. Dokular ve vücut sıvıları, konsantrasyona bağlı ayrı renk şemalarında gösterilir. Kırmızı kan hücrelerinin, plazmadakilerin altında olan dahili C vitamini konsantrasyonlarına sahip tek hücre olduğu gösterilmiştir. Plazmadan düşük değerler kırmızı ile gösterilmektedir. Vücut sıvılarından yalnızca tükürüğün C vitamini konsantrasyonu plazmadan daha düşüktür (Levine, 2016).



**Şekil 2.1: C Vitaminin biyokimyasal gösterimi**

**Kaynak:** (Yaman M, 2021)

### 2.3. C Vitaminini Tüketimi

İnsan organizmasındaki fizyolojik süreçlerde önemli rollere sahip bir antioksidan olan C vitamini vücuda sağladığı faydalar ile birçok çalışmaya konu olmaktadır. Solunum yollarının tıkanmasıyla beraber nefes almakta zorluk ile karakterize kronik bir hastalık olan astım tedavisinde anti-enflamatuvar etkinliği bilinen C vitamini arasındaki ilişkinin incelenmesi için yapılan bir araştırmada 11 çalışmadan 7'sinde C vitamini desteğinin oksidatif hasarı azaltabilmesi ile iltihaplı hava yolu hastalığı olan astım semptomlarını

hafifletmede yararlı olabileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca; yine aynı çalışmada egzersize bağlı görülen bronş daralması tedavisinde C vitamininin tedavi edici bir ajan olabileceğine dair göstergeler olsa da kesin bir kanıt için daha geniş örneklem büyüklükleri ile yapılacak daha çok çalışmaya ihtiyaç olduğu sonucuna varılmıştır (Milan, 2013).

Yapılan bir başka meta analizde de diyetle alınan C vitamini azalmış inme riski ile ilişkili bulunmuştur (Chen, 2013). C vitamini soğuk algınlığının önlenmesinde, süresinin ve semptomlarının azaltılmasında kullanımı yaklaşık 70 yıldır araştırmacılar tarafından tartışma konusu olmuştur. C vitamininin soğuk algınlığının başlangıcında bir tedavi yöntemi olarak kullanılmasında hastalığın semptomlarını ve hastalık süresini azaltması veyahut etki etmediğini öğrenmek için bir gözden geçirme yapılmıştır. Düzenli olarak günde 1-2 g C vitamini alımı soğuk algınlığı süresini yetişkinlerde %8, çocuklarda ortalama %18 oranında azalttığı gözlenmiştir. Ayrıca düzenli C vitamini alımının soğuk algınlığının şiddetini de önemli ölçüde azalttığı bulunmuştur (Hemilia, 2013).

Akut solunum yolu enfeksiyonlarından olan bronşit ve bronkopnömoni ile hastaneye yatan 57 yaşlı üzerinde C vitamini desteğinin hastalık üzerine etkisinin araştırıldığı klinik bir çalışma yürütülmüştür. Bu çalışmada 200 mg C vitamini verilen hastaların hastalık semptomlarının, plasebo grubuna göre azalmış olduğu gözlenmiştir ve sonuçlara göre solunum yolu enfeksiyonu olan yaşlı bireylerde C vitamini kullanımı uygun görülmüştür (Hunter, 1994).

C vitamini eksikliği pnömoni ile de ilişkilendirilmiştir. Ancak soğuk algınlığı tedavisi ile ilgili olarak tek başına C vitamini uygulamasının klinik etkileri kanıtlanmamıştır. C vitamini T lenfositleri ve doğal öldürücü hücreler gibi bağışıklık sistemi hücrelerinin aktivasyonunu uyarmaktadır. (Van Gorkom, 2019).

Dekübit ülseri ve yatak yarası da denilen bası yarası vücudun basınca maruz kaldığı yumuşak dokularda oluşmakla beraber oldukça ağrılı ve iyileşmesi zor bir yara olarak karşımıza çıkmaktadır. Hastanede yatan özellikle yaşlı hastaların %30'unda görülmekle beraber özellikle kalça kırığı olan hastalarda bu yüzde artmaktadır. Kalça kırığı ile hastaneye yatış yapan hastaların incelendiği bir çalışmada bası yarası görülen hastaların C vitamini miktarları görülmeyenlere kıyasla %50 daha az olduğu görülmüştür (Goode, 1992).

Artan protein desteğinin yanında C vitamini ve çinko takviyesi de iyileşmeyi hızlandırmak için sıklıkla kullanılır, ancak etkinlikleri kesin olarak ispatlanmamıştır. Doğal antioksidan olan vitaminler, insülin salgılanmasının düzenlenmesinde önemli göreve sahip serbest radikal oluşumuna engel olmaktadır. Tip 2 diyabet olan hastaların HbA1c değerlerinin C vitamini alımı ile ilişkisinin araştırıldığı bir çalışmada C vitamini takviyesi kullanan diyabetli hastalarda 1. ve 2. ay sonunda HbA1c değerleri önemli ölçüde azalmıştır ve plasebo grubunda bir değişiklik gözlenmemiştir. Diyabetiklerin C vitamini düzeylerinde de azalma görülmesiyle artan C vitamini ihtiyaçlarını karşılamak için diyabet tedavisinde kullanılabilir (Cengiz, 2000).

Sigara kullanımı vücuttaki C vitamini miktarını azaltır ve buna bağlı olarak C vitamini ihtiyacı sigara içenlerde içmeyenlere göre iki kat daha fazla olmaktadır. Erkeklerde sperm miktarı da vücuttaki C vitamini ile orantılı bulunmuştur. Bu sebeple kısırlık tedavisi için kullanımı görülmektedir (Ahmadi-Motamayel, Falsafi, Goodarzi, & Poorolajal, 2016). Parkinson hastalığında ilaç tedavisinin yeterli olmaması üzerine verilen C vitamini hastalığın ilerleyişini yavaşlatmaktadır (Van Gorkom, 2019).

Skorbüt, yetersiz beslenen toplumlarda insidansı yüksek olan, C vitamininin eksikliği ile karakterize bir hastalıktır ve tedavisi C vitamini ihtiyacının karşılayacak bir beslenme planı yapmak olsa da akut dönemlerde ağızdan veya damar içine uygulanacak C vitamini takviyeleri gerekebilir. C vitaminin bir diğer kullanım alanı ise demir emilimini arttırmaktır. Demir kaynaklı besinler C vitamini içeren besinler veya C vitamini takviyesiyle birlikte alındığında anemi görülen hastalarda hemoglobin üretimini arttırabilir (Lykkesfeldt, 2014)

### **2.3.1. C Vitamini İçeren Meyve ve Sebze Tüketimini Etkileyen Etmenler**

Sosyoekonomik durumun düşük olduğu yerlerde, meyve ve sebze alımının yetersiz olduğu görülmektedir. Yapılan araştırmalar gıda fiyatlarının, gıda depolarının olması ve bunlara erişimin meyve ve sebze gibi taze yiyeceklerin tüketimini etkileyen çevresel faktörler olduğunu göstermektedir. Çalışmalar, kişilerin yüksek gelir sahibi, ileri eğitim seviyesinde ve genç yaş sınıfında olmasının daha fazla meyve ve sebze tüketimlerinin olduğunu ve tüketebildiklerini göstermektedir. Kadınlar, erkeklerden daha fazla meyve ve sebze tüketmektedir. Meyve ve sebze alımıyla ilişkili faktörlerin diğer yönleri, gıda ortamı, sağlıklı gıda alımı ve sağlık sonuçlarına ilişkin bazı

sosyoekonomik eşitsizlikleri açıklamaktadır. Sosyal olarak dezavantajlı yani düşük gelirli bölgelerde taze sebze ve meyveye erişim daha düşüktür. Ayrıca bu bölgelerde taze yiyeceklerin depolanmasının az olması sebebiyle gıda kalitesinin oldukça düştüğü savunulmaktadır (Loures, 2015).

#### **2.4. C Vitamini Alımı**

Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması TBSA 2019 raporuna göre ülkemizde günlük C vitamini alım miktarı erkeklerde; 15-18 yaş grubunda 95,5 mg, 19-64 yaş grubunda 116,8 mg'dır. Günlük C vitamini alım miktarı 15 ve üzeri yaş grubunda 115,1 mg, 18 ve üzeri yaş grubunda 128,2 mg, 19 ve üzeri yaş grubunda 116,9 mg'dır. 65 ve üzeri yaş grubunda ise 117,9 mg'dır. Kadınlarda ise 15-18 yaş grubunda 84,2 mg, 19-64 yaş grubunda 113,9 mg'dır. Günlük C vitamini alım miktarı 15 ve üzeri yaş grubunda 111,8 mg, 18 ve üzeri yaş grubunda 113,1 mg, 19 ve üzeri yaş grubunda 114,2 mg'dır. 65 ve üzeri yaş grubunda ise 116,5 mg'dır. Türkiye'de günlük alınan C vitamini miktarı, önerilen günlük alım miktarının %135'i ile gereksinimin üzerinde olduğu bildirilmiştir (Hemila, 2007) .

Türkiye Beslenme Rehberi 2015 (TÜBER) verilerine göre C vitamini ihtiyaçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

**Tablo 2.1: Yaşa ve cinse göre günlük C vitamini ihtiyaçları**

Cins	Yaş	Günlük ihtiyaç (mg)
Bebek	1 yaşın altında	20
Bebek	1-3	30
Çocuk	4-6	45
Çocuk	7-9	70
Çocuk	10-12	70
Adölesan kız	13-20	90
Adölesan erkek	15-18	100
Yetişkin kadın	19 yaş ve üstü	95
Yetişkin erkek	19 yaş ve üstü	110

**Kaynak:** (TÜBER, 2015)

Ulusal Gıda Kompozisyonu Veri Tabanı'nda (TürKomp) yer alan bazı sebze ve meyvelerin C vitamini içerikleri Tablo 2.2.'de verilmiştir. C vitamini doğal olarak taze meyve ve sebzelerde bulunur. Greyfurt, portakal, limon, misket limonu, patates, ıspanak, brokoli, kırmızıbiber ve domates örnek olarak verilebilir. İnsanlar C vitamini %90 kadarını sebze ve meyve şeklinde tüketir. Taze meyve ve sebze tüketimi yeterli olmayan topluluklarda C vitamini eksikliği görülebilir. C vitamini toplam vücut deposu 1500 mg olup, eksikliğin klinik özellikleri bu seviyenin 350 mg'ın altına düşmesinden sonra ortaya çıkar. Ek olarak, C vitamini ısıya duyarlıdır ve tarihsel olarak hazırlık, pişirme, kaynatma gibi yöntemler besin değerinde azalmaya neden olabilir (Maxfield L, 2020). Yapılan bazı araştırmalar, besinlerin pişirme yöntemlerinin vitamin kayıplarına sebep olduğunu göstermektedir. Araştırma

bulguları, pişirme işlemleri içerisinde en az vitamin C kaybına yol açan yöntemin % 25,7 ile susuz pişirme yöntemi, en fazla vitamin C kaybına yol açan yöntemin ise % 88,8 ile bol suda pişirdikten sonra soğuk suda yıkama ve suyunu sıkma süreci olduğunu göstermektedir (Yücecan, 2017).

#### 2.4.1. C vitamini diyetel kaynakları

**Tablo 2.2. deki** verilere göre C vitamini yüksekten düşüğe doğru, konsantre portakal suyu , kırmızı, lahana, kızılıcık, kivi, ananas, karnabahar, ebegümeçi, çilek, dondurulmuş, limon, mandarin, nova, bergamot, meyve kabuğu, kestane, greylfurt, ıspanak, kuşkonmaz, bakla, pazı, bezelye, semizotu şeklindedir (TürKomp, 2014).

**Tablo 2.2: Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı'nda (TürKomp) yer alan bazı sebze ve meyvelerin 100 gramının C vitamini kompozisyonu**

Besin Çeşidi (100 gram)	C Vitamini miktarı
Maydanoz	188.9 mg
Biber, süs, turşuluk	146.8 mg
Biber, dolma	109.7 mg
Roka	109.4 mg
Lahana, Brüksel	109.1 mg
Brokoli	107.6 mg
Dereotu	100.9 mg
Karalahana	97.2 mg
Tere	85.4 mg
Sivri biber	82.8 mg
Çarliston biberi	80.0 mg
Rezene	76.9 mg
Çilek	75.5 mg
Isırgan	74.7 mg

**Kaynak:** (TÜRKOMP, 2014)

## **2.5. C Vitamini ve Biyoyararlanımı**

Besin biyoyararlanımı tanımı sindirim, emilim, dağıtım, kullanım ve kayıp aşamalarının tümünü kapsamaktadır. Ek olarak biyoyararlanımı, hedef dokulardaki fonksiyonel amaçları gerçekleştirme ve sindirilen besinin bölümlere ayrılması olarak tanımlamak gerekmektedir. Geçmişten günümüze kadarki süreçte biyoyararlanım yaygın olarak dolaşımdaki plazmaya giren oral doz miktarı ölçülerek değerlendirilmiştir (Bates, 1997), (Ball, 1998).

Askorbik asit sentezi böbrekte, memelilerde karaciğerde sentezlenirken, sentez aşamasının son adımında gerekli olan L- gulonolaktan oksidazı (GLO) geni olmadığı için insanlarda sadece dışarıdan takviye olarak alınabilmektedir (Du, 2012).

Günlük yaşantıda standart olarak tüketilen besinler hem askorbat hem de dehidroaskorbik asit (DHA) içermektedir. C vitamini emilimi bağırsağın eritrositlerinde meydana gelmektedir. Askorbat hücrelerde Na<sup>+</sup> bağımlı C vitamini taşıyıcıları denilen SVCTs bağı olarak birikirken DHA Na<sup>+</sup> bağımsız kolaylaştırıcı glikoz taşıyıcıları (GLUTs) sayesinde emilmektedir (Savini A, 2008). Uygun fizyolojik koşulların altında plazmadaki DHA konsantrasyonları düşük iken plazma glukoz seviyeleri nazaran daha yüksek olarak bulunmuştur. Bu sebeple hücre içindeki askorbat yoğunlukları SVCT1 ve SVCT2 yardımı ile alımına göre değişkenlik göstermektedir. İnsanlardaki SVCT1 özellikle C vitaminin emilimi ve yenilenen emilime yardımcı olma görevi ile bağırsak ve böbrek tübüler hücrelerinin kenar yüzeylerinde bulunmaktadır. Özellikle bu noktalarındaki bağırsak ve böbrekten yeniden emilim askorbatın biyoyaralanımına önemli derecede etki etmektedir (Corpe C P, 2010). SVCT'nin iki izoformu da askorbatın konsantrasyonuna karşı duyarlı olduğu bilinmektedir. C vitaminin vücuttaki konsantrasyonuna göre emilimi değişmektedir. Yüksek hücre içi konsantrasyon söz konusu ise insan trombositlerinde ve bağırsağın epitelyal hücrelerinde SVCT düşmekte, eğer hücre içi konsantrasyon düşük ise de epitelyal hücrelerde SVCT yukarı yönde düzenlemektedir (JX, 2005).

C vitamini vücuda alındıktan sonra yaklaşık 120-180 dakika sonra en yüksek konsantrasyonuna ulaşmaktadır. Emilim noktasında askorbatlar zaman zaman oksitlenerek DHA olarak taşınmasının ardından enterosit ve mezenterik sistemde tekrardan askorbata dönüşebilmektedir. C vitamini emildikten sonra suda çözünen

vitaminlerden olduğu için kandan hücre dışı alana yayılmaya başlamaktadır. Plazmadaki C vitamini konsantrasyonu plazma ve hücre dışı sıvıdaki C vitamini konsantrasyonuna bağlı gerçekleşmektedir. Bu durum ilk aşamada diyetle C vitamini alımına bağlı olarak değişmektedir. Düşük plazma C vitamini konsantrasyonuna sahip deney hayvanlarına verilen 30 mg gibi küçük dozlar daha yüksek biyoyaralanım göstermektedir (Padyatty, 2016).

Yapılan bir çalışmada günde iki kez 15, 50, 100 ve 500 mg oral doz alımı farklı deneklere uygulanmıştır. 15 mg doz uygulanan denekte böbreklerden atılım hiç olmamakla beraber biyoyaralanımı da %89 olarak bulunmuştur. 50 mg doz uygulanan denekte ise 1,8 mg böbrekten atılıma rağmen 43 mg emilimle birlikte biyoyaralanımı %85 e yükselmiştir. 100 mg doz uygulanan denekte de 25 mg böbreklerden atılmakta, 80 mg emilim sonucu da biyoyaralanımı %80 olarak gözlemlenmektedir. Son olarak en yüksek doz olan 500 mg dozun alımı sonucu denekte 315 mg emilim olmakta, 241 mg da böbreklerden atılmaktadır. Bu verilere göre son denekteki dozun biyoyaralanımı da %63 olduğu görülmektedir. Sonuç olarak düşük dozlarda alınan C vitaminin biyoyaralanımı yüksek doz alıma göre neredeyse %100'e yakın olarak daha yüksek çıkmaktadır (Levine, 1996).

## **2.6. C Vitamini ve Biyoerişilebilirlik**

Biyoerişilebilirlik, katı gıda matrisinden açığa çıkarak mideye ulaşan ve bağırsak bariyerini aşabilen gıda bileşeninin gıdanın sahip olduğu toplam bileşene oranı olarak ifade edilmektedir (Fulgencio, 2007).

Doğal gıdalarda ve paketli ürünler içinde bulunan C vitamini kimyasal olarak aynı olmasına rağmen, meyve ve sebzelerin, biyoyaralanım ve biyoerişilebilirlik bakımından üstün olduğu gösterilmiştir (Anitra, 2013).

C vitamininin biyoerişilebilirliği farklı mide pH'larında karşılaştırılmıştır. Biyoerişilebilirlik mide pH'ının 4 olduğu durumda pH'ın 1.5 olduğu duruma göre daha düşük bulunmuştur. Bebeklerin yetişkinlerden daha yüksek mide pH'ına sahip olmasından dolayı, C vitamininin biyoerişilebilirliği daha düşük olmaktadır. C vitamininin biyoerişilebilirliğinin, sıcaklıktan, mide ve ince bağırsak pH koşullarından etkilendiği düşünülmektedir. C vitamini biyoerişilebilirliğinin *in vivo* koşullarında düşük olabileceği öne sürülmektedir (Uğur, 2020)

## **2.7. C Vitamini ve Hastalıklarla İlişkisi**

### **2.7.1. Kanser Hastalıkları**

Epidemiyolojik kanıtlar tüketilen meyve sebzelerin arttırılmasıyla C vitaminin alımının da arttırılmış olduğunu savunmaktadır. Bu durumun, çoğu kanser türünün daha düşük riskle görülme ihtimali olduğunu belirtmektedir. C vitamini canlı ortamda nitrozaminler gibi kanserojenlerin oluşumunu sınırlayabilmekte; bağışıklık tepkisini modüle etme ve antioksidan işlevi sayesinde kansere yol açabilecek oksidatif hasarı azaltabilmektedir (Li, 2007), (Carr, 1999), (Hecht, 1997), (Jacob, 2002).

Yapılan bazı çalışmalar, diyetle C vitamini alımı ile akciğer, meme, kolon, rektum, mide, ağız boşluğu, gırtlak, yutak ve özofagus kanserleri arasında ters bir ilişki bulmuştur. Plazma C vitamini konsantrasyonları da kanserli kişilerde daha düşük bulunmuştur. Günümüzde ise, diyetle C vitamini alımının kanser riskini etkileyip etkilemediğine dair kanıtlar tutarsızdır. Çoğu klinik araştırmadan elde edilen sonuçlar, tek başına veya diğer besinler ile düşük dozda C vitamini alımının kanserin önlenmesinde fayda sağlamadığını göstermektedir (Carr, 1999), (Jacob, 2002).

Onkoloji hastalarının özellikle kemoterapi tedavisi sırasında C vitamini düzeyleri düşmektedir. Bunun sebebi; diyetle alımlarının azalmasıyla beraber bağışıklık hücrelerindeki ihtiyacın artması ile karakterizedir. Onkoloji hastalarının tedavisinde takviye C vitamini kullanımının kanser komplikasyonlarının azaltılması, bağışıklığın ve sağ kalımın arttırılmasında gerekli olduğu düşünülmektedir. Ayrıca C vitamininin anti-tümör etkisi üzerine hipotezler bulunmaktadır ve bu etki spesifik kanser türleri üzerine yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır (Van Gorkom, 2019).

### **2.7.2. Kalp Damar Hastalıkları**

Birçok epidemiyolojik çalışmadan elde edilen sonuçlara göre yüksek meyve ve sebze alımı kalp damar hastalıkları riskini azaltmaktadır. Düşük yoğunluklu lipoproteinlerin oksidatif modifikasyon dahil oksidatif hasar ve kardiyovasküler hastalığın ana nedeni olarak bulunmuştur (Jacob, 2002), (Willcox, 2008), (Li, 2007), (Ye, 2008). Bu durumun gıdaların antioksidan içeriği ile ilişkili olduğu düşünülmüştür. Antioksidan özelliklerine ek olarak, C vitamininin monositlerin endotele yapışmasını azalttığı, endotele bağlı nitrik oksit üretimini ve vazodilatasyonu iyileştirdiği ve aterosklerozda plak instabilitesini önleyen vasküler düz kas hücresi apoptozunu azalttığı gösterilmiştir

(Carr, 1999). Hemşirelerin Sağlık Çalışmasında, 85.118 kadın hemşirenin katılım gösterdiği 16 yıllık ileriye dönük bir çalışma hem diyet hem de C vitamini takviyesi kullanım sonucu C vitamini alımı, koroner kalp hastalığı riski ile ters orantılı bulunmuştur. Bununla birlikte, sadece diyetle alınan C vitamini takviye olarak tüketilen, yani yüksek doz C vitamini alımının kalp damar sağlığını desteklediği ifade edilmiştir (Honarbakhsh, 2008). Yapılan bir çalışma, günde en az 300 mg C vitamini takviyesi alan diyabetli menopoz sonrası kadınların kardiyovasküler hastalık mortalitesini artırdığını göstermektedir (Osganian, 2003).

Yapılan çeşitli gözlemsel çalışmalar diyetle yüksek düzeyde alınan C vitaminini kardiyovasküler hastalıklarla ilişkilendirmiştir. C vitamini alımının endotel fonksiyon üzerindeki etkinliğini araştırmak için 44 klinik çalışmanın dahil edildiği bir meta analizde C vitamininin endotel fonksiyon üzerinde pozitif etki göstermesi sonucu iyileşme ile ilişkilendirilmiştir. Buna ek olarak; kardiyovasküler hastalık riski görülen bireylerde C vitamini takviyesi alımıyla birlikte damarların kollajen yapısında artış, tansiyonda ve kolesterolde azalma görülmesi ile C vitamini desteği azalmış KVH riski ilişkilendirilmiştir (Ashor, 2014).

### **2.7.3. Yaşa Bağlı Makula Dejenerasyonu (AMD) ve Katarakt**

AMD ve katarakt, yaşlı bireylerde görme kaybının önde gelen nedenleri arasındadır. Oksidatif stres, her iki durumun etiyojisine katkıda bulunmaktadır. Bu nedenle araştırmacılar, C vitamini ve diğer antioksidanların bu hastalıkların gelişmesinde ve / veya tedavisinde rol oynadığını varsaymaktadırlar. Diyetle yüksek miktarda C vitamini, beta-karoten, çinko ve E vitamini alan yetişkinlerin AMD riskinin azaldığı bulunmuştur (Leeuwen, 2005). Ancak, ileriye dönük çalışmaların çoğu bu bulguları desteklememektedir (Evans, 2007). 2007 tarihli bir sistematik gözden geçirmede yazarlar, mevcut kanıtların erken AMD'nin birincil korunmasında antioksidan takviyeleri dahil olmak üzere C vitamini ve diğer antioksidanların rolünü desteklemediği sonucuna varmıştır (Chong, 2007).

### **2.7.4. Soğuk Algınlığı**

1970'lerde Linus Pauling, C vitamininin soğuk algınlığını başarılı bir şekilde tedavi edebileceğini ve / veya önleyebileceğini öne sürmüştür (Pauling, 1971). Sonraki kontrollü çalışmaların sonuçları tutarsız olmuş ve konuya yönelik insanların ilgisi

yüksek olmasına rağmen kafa karışıklığı ve tartışmalara yol açmıştır (Douglas, 2005). Genel olarak, bugüne kadarki kanıtlar, en az 200 mg / gün dozlarında düzenli C vitamini alımının, genel popülasyonda soğuk algınlığı insidansını azaltmadığını, ancak bu tür alımların aşırı fiziksel semptomlara maruz kalan kişilerde, yaşlılarda ve kronik sigara içenlerde yararlı olabileceğini göstermektedir (Douglas, 2007). C vitamini takviyelerinin kullanılması, yüksek doz C vitamininin anti-histamin etkisi nedeniyle genel popülasyonda soğuk algınlığı süresini kısaltmakta ve belirti şiddetini azaltmaktadır (Douglas, 2005), (Hemila, 2007). Ancak, soğuk algınlığı semptomlarının başlamasından sonra C vitamini almak yararlı görünmemektedir (Douglas, 2007).

### **2.7.5. Cilt Sağlığı**

Beslenme durumunun cilt sağlığı ve görünüş için önemli olduğu kabul edilmiştir. Bazı vitaminlerin eksikliği sonucu önemli cilt hastalıklarının meydana geldiği kanıtlanmıştır. C vitamini eksikliği hastalığı, derinin incilmesi, diş etlerinin kanaması ve saçların kıvrılmasının yanı sıra bozulmuş yara iyileşmesi ile karakterizedir. Beslenme durumu, kolajen sentezi ve keratinosit farklılaşması sırasında cildin normal işleyişini sürdürmek için hayati önem taşır. Bunlara ek olarak, antioksidan savunmamızın bileşenleri olan C ve E vitaminleri ve selenyum diyetten elde edilmekte ve bunlar UV kaynaklı hasara karşı koruma için önemli görülmektedir (Pullar, 2017).

Deride C vitamini birikimi hakkında çok az şey bilinmektedir ve cildin C vitamini içeriği ile besin alımı arasındaki ilişkiyi araştıran bir çalışma mevcut değildir. İki insan çalışması, C vitamini takviyesinin ardından cildin C vitamini içeriğinde bir artış olduğunu göstermiştir, ancak katılımcılar arasında takviye öncesi veya sonrasında plazma C vitamini düzeyi ölçümleri yeterli görülmemiştir (Pullar, 2017).

Başka bir çalışmada, katılımcıların keratinosit C vitamini konsantrasyonu, altı hafta boyunca günde 3 g C vitamini takviyesi ile iki katına çıkarılmıştır. Bu miktar dokuda doygunluğu sağlamış ve önerilen doz olarak kabul edilmiştir (Pullar, 2017).

Cildimiz normal bir yaşam süresi boyunca, yapıyı, işlevi ve görünümünü etkileyebilecek bir dizi faktöre maruz kalmaktadır: Normal yaşlanmaya bağlı bozulma, elastikiyet kaybı ve kırışıklık oluşumu gözlenmektedir. Elementlere maruz kalma, renk değişikliğine, kuruluğa ve hızlı kırışmaya neden olmaktadır. Oksitleyici güzellik ve temizlik ürünlerine (saç boyaları, sabunlar, deterjanlar, ağartıcılar) maruz kalmaktadır.

Yaralanma veya yanmaya maruz kalmaktadır. C vitamini bu değişikliklere karşı önemli bir koruma sağlamakta ve yaralanma sonrasında sağlıklı cildin yenilenmesi yardımcı olmaktadır (Pullar, 2017).

Hücre kültürü çalışmaları, C vitamini ilavesinin, bariyer yağlarının üretimini arttırdığını ve keratinositlerin farklılaşmasını indüklediğini göstermiştir. Bu gözlemlerden, C vitamininin en üst deri katmanının oluşumunda etkili olabileceği ve bu şekilde bütünlük yeteneğini etkileyebileceği öne sürülmektedir. Bu alandaki çoğu çalışma bölgesel uygulamayı içerdiğinden, bu tip uygulanan formülasyonların karmaşık ve değişken etkileri (pH ve ek bileşikler), C vitamininin cilt kuruluğunu etkileyip etkilemediği konusunda kesin bir sonuca varılamamıştır (Pullar, 2017).

C vitamini ve cilt ile ilgili antioksidanların rolü, serbest radikallerin atılmasında ve indirgenmiş antioksidanların yenilenmesinde E ve C vitaminleri ile glutatyonun karşılıklı bağımlılığı gösterilmiştir. E vitamini hücrenin lipid fraksiyonunda bulunurken, C vitamini ve glutatyon suda çözünür ve sitozolde bulunmaktadır (Pullar, 2017).

# ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

## MATERYAL VE METOT

### 3.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada paketli içecek ürünlerindeki C vitamini miktarlarının yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile tespiti amaçlanmıştır. Amacımız içeceklerin etiket bilgisinde yazan C vitamini miktarlarının ürün içindeki miktarını belirlemek, bu miktarlarının sindirim sonrası durumlarını tespit etmek ve biyoerşilebilirliğini belirlemektir.

### 3.2 Araştırma Zamanı, Yeri ve Örnekler

Araştırma, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi'nde Ocak 2021'de yapılmıştır. Bu araştırmada, İstanbul'daki farklı marketlerden satın alınan ve sık tüketilen 19 farklı, paketli, içerik bilgisinde C vitamini belirtilmiş olan, gazlı, gazsız içecek, soda, limonata, enerji içeceği ve meyve suyu kullanılmıştır.

### 3.3. Kullanılan Cihazlar

- Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi Cihazı (HPLC)
- Analitik ters fazlı kolon (ACE C18, 5 µm 4,6x250 mm)
- Analitik terazi ( $\pm 0,0001$  g hassasiyette)
- Çeşitli cam malzeme, amber
- Alüminyum folyo
- Kronometre
- Ultrasonik su banyosu
- Çalkalayıcı
- Manyetik karıştırıcı
- pH metre
- Santrifüj
- Adi filtre kâğıdı
- 0,45 µm filtre
- Süzme sistemi ve 0,22 µm filtre



**Şekil 3.1: HPLC Cihazı**

**Kaynak:** (Yaman M, 2021)

### **3.4. Örneklerin Hazırlanması ve Analizi**

Çalışmada kullanılan örneklerin içeriği Tablo 3.1.'de verilmiştir.

**Meta Fosforik Asit Çözeltisi (%3):** 30 g meta fosforik asit 1 L'lik balon jöjeye tartıldı. Ultrasonik su banyosunda deiyonize suyla çözündürülerek hacimine tamamlandı.

#### **Standartların Hazırlanması:**

**Vitamin C (L-askorbik asit) Stok Çözeltisi (100 µg/mL):** 10 mg C vitamini standardı 100 mL'lik balon jöje içine tartıldı, hacim %3'lük meta fosforik asit ile tamamlandı ve farklı konsantrasyonlarda çalışma standartları hazırlandı.

**L-Askorbik Asit Tayini:** 5 mL örnek 100 ml'lik balon jöje içine alındı, üzerine yaklaşık 50 ml %3'lük meta fosforik asit çözeltisi eklendi, çalkalayıcıda 10 dakika süreyle çalkalandı, hacmi %3'lük meta fosforik asit çözeltisiyle tamamlandı ve daha sonra ise 0,45 µm CA filtreden süzüldü ve HPLC'ye enjekte edildi (Brause, 2003), (Gökmen, 2000), (Vanderslice, 1993).

#### **3.4.1. İn vitro sindirim metodu: ağız, mide, ince bağırsak ve safra solüsyonları**

**Ağız ortamı:** 1.7 mL NaCl (175.3 g/L), 8 ml üre (25 g/L), 15 g ürik asit, 280 mg a-amilaz ve 25 mg müsün, 500 ml'lik bir erlende deiyonize su ile çözüldü. Daha sonra

hacim deiyonize su ile tamamlandı ve pH, yaklaşık  $6.8 \pm 0.2$ 'e olarak ayarlandı. pH istenen değerde değilse, HCl veya NaOH çöztisi kullanılarak istenilen aralığa getirildi.

**Tablo 3.1: Örneklelerin listesi ve miktarları**

Örnek	Örneklelerin İçekleri
1	Soda - mandalina
2	Soda - portakal
3	Soda - limon aromalı şekersiz
4	Soda - elma
5	Soda - limon aromalı maden suyu
6	Soda - limonata
7	Soda - frutti - portakal
8	Soda - frutti - limon
9	Soda - frutti - kivi
10	Soda - karpuz çilek aromalı
11	Soda - mandalina aromalı
12	Soda - limon
13	Gazlı içek - portakal
14	Multivitaminli enerji ičkeęi
15	Enerji ičkeęi
16	Meyve suyu - multivitaminli
17	Meyve suyu - karışık meyveli nektar
18	Gazlı içek - portakal aromalı
19	Meyve suyu - portakal nar limon nektar

**Mide ortamı:** 6.5 ml HCl (37 g/L), 18 ml CaCl<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O (22 g/L), 1 g sığır serumu albümini, 2.5 g pepsin ve 3 g musin, 500 ml'lik bir erlen ikerisinde deiyonize su ile çözüldürüldü. Daha sonra, hacim deiyonize su ile tamamlandı ve pH 1.5'a ( $\pm 0.02$ ) getirildi. pH istenen aralıktta değilse, HCl veya NaOH çöztisi ile ayarlandı.

**İnce bağırsak ortamı:** 6.3 ml KCl (89.6 g/L), 9 ml CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O (22.2 g/L), 2 g sığır serum albümini, 1 g pankreatin ve 1.5 g lipaz, deiyonize su ile 500 ml'lik bir erlen içerisinde çözüldü. Hacim deiyonize su ile tamamlandı ve pH 8.0 ± 0.2'e ayarlandı. pH istenilen değerde değilse, HCl veya NaOH çözeltisi ile ayarlandı.

**Safra solüsyonu:** 68.3 ml NaHCO<sub>3</sub> (84.7 g/L), 10 ml CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O (22.2 g/L), 1.8 g sığır serum albümini ve 30 g safra, 500 ml'lik bir erlen deiyonize su ile çözdürüldü. Daha sonra hacim, deiyonize su ile tamamlandı ve pH 7.0 ± 0.2'ye ayarlandı.

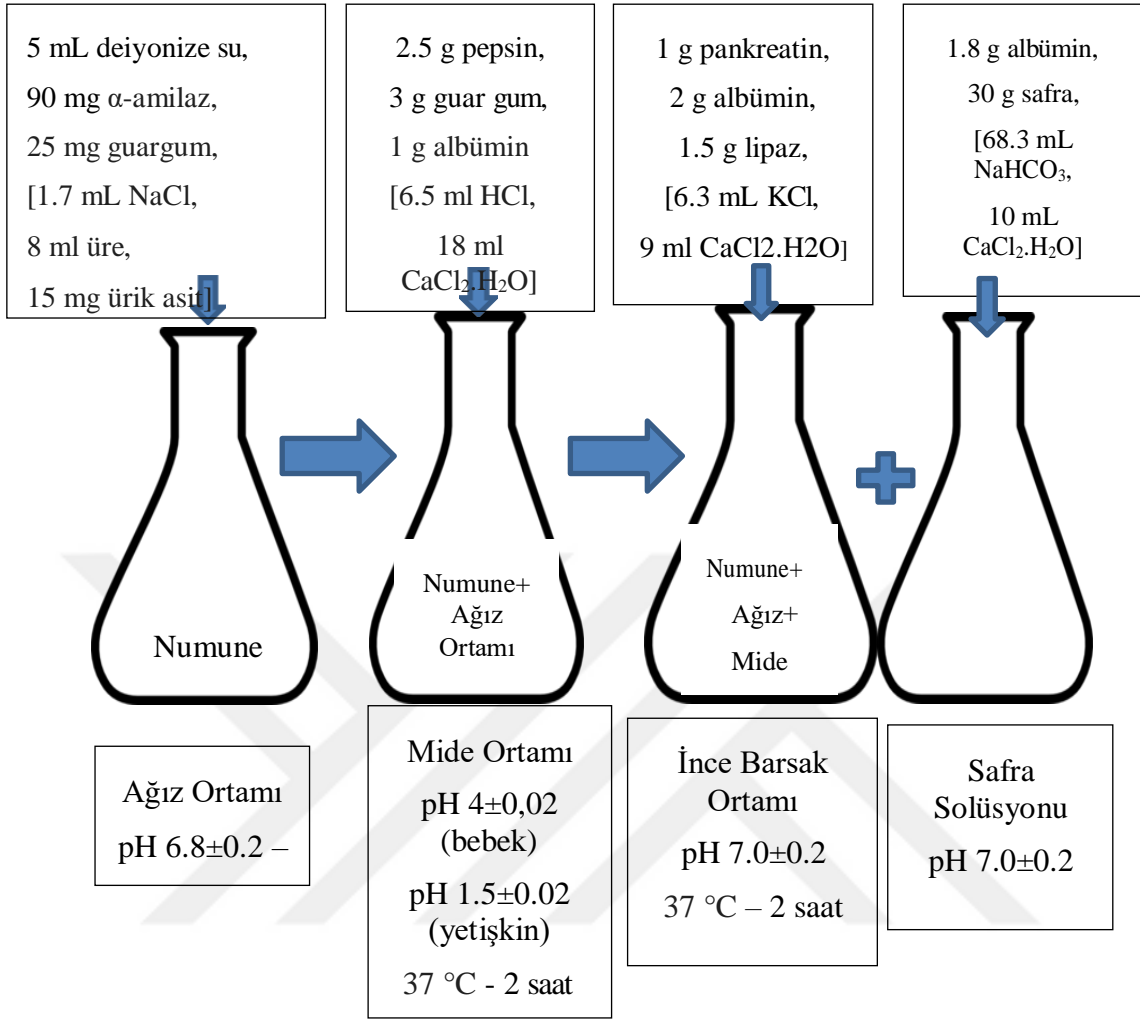
### 3.4.2. İn vitro sindirim prosedürü

100 ml'lik erlenlere örneklerden 5'er mL örnek tartıldı ve sıra ile ağız, mide ve ince bağırsak ortamı solüsyonları ilave edilerek *in vitro* ortamda sindirim gerçekleştirildi.

**Ağız ortamında;** 100 ml'lik bir beher içerisinde 5 mL tartılan örneklerin üzerine, hazırladığımız ağız solüsyonundan 5 ml eklenerek karıştırıldı ve daha sonra 30 saniye boyunca vorteks ile karıştırıldı ve homojen hale getirildi. Daha sonra bu karışım 5 dakika boyunca 37 °C'de çalkalamalı su banyosunda inkübe edildi.

**Mide ortamında;** ağız ortamından gelen karışıma 12 ml mide solüsyonu ilave edildi. Bu karışım, 30 saniye boyunca bir vorteks ile karıştırıldı ve 2 saat boyunca 37 ° C'de çalkalamalı su banyosunda tekrar inkübe edildi.

**İnce bağırsak ortamında;** mide ortamından sonra elde edilen karışıma 10 ml ince bağırsak solüsyonu ve 5 ml safra solüsyonu eklendi. Bu karışım, 2 saat süre ile 37°C'de tekrar çalkalamalı su banyosunda inkübe edildi. Sindirim işlemi tamamlandıktan sonra, son hacim, 50 ml'ye deiyonize su ile tamamlanarak seyreltildi. Daha sonra numuneler 8000 rpm'de 10 dakika boyunca santrifüj edildi ve 0.22 mikron CA filtreden süzüldü ve analiz edilene kadar -80 ° C'de dondurucuda saklandı.



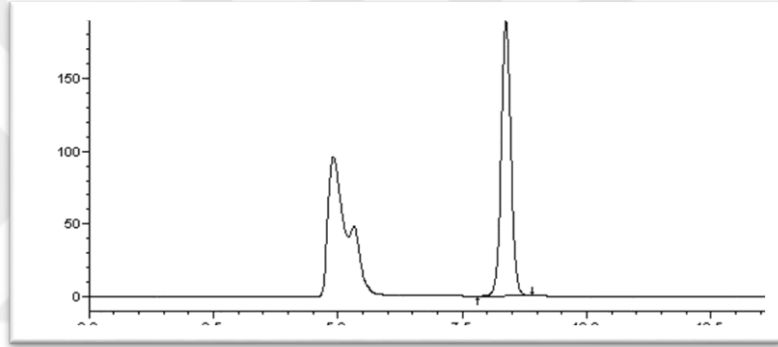
**Şekil 3.1: İn vitro gastrointestinal sindirim sistemi metodu**

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

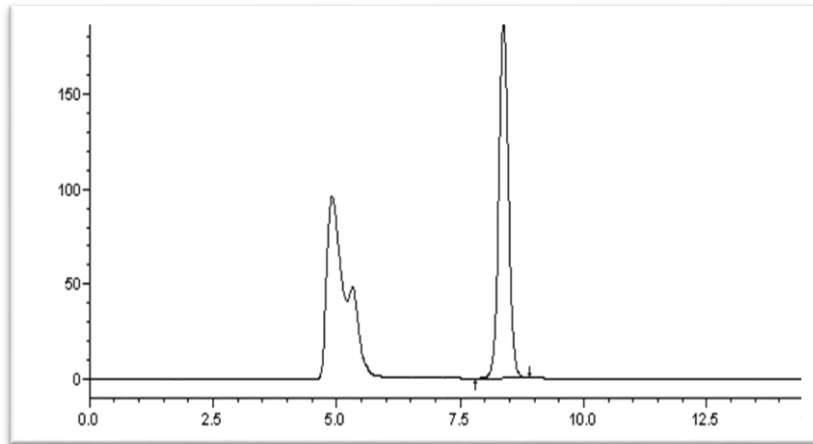
### BULGULAR

#### 4.1. Paketli İçecek Örneklerinde C Vitamini Sonuçlarının Belirlenmesi

19 adet paketli içeceklerde C vitamini (soda, limonata, gazsız, gazlı içecek, enerji içeceği, meyve suyu) araştırılmıştır. HPLC yöntemiyle içecek örneklerinin içeriğindeki C vitamini miktarları tespit edilmiştir ve Tablo 3.1.1’de belirtilmiştir. C vitamini standart ve örneğe ait kromatogramlar sırasıyla Şekil 3.1.1 ve Şekil 3.1.2’de gösterilmiştir.



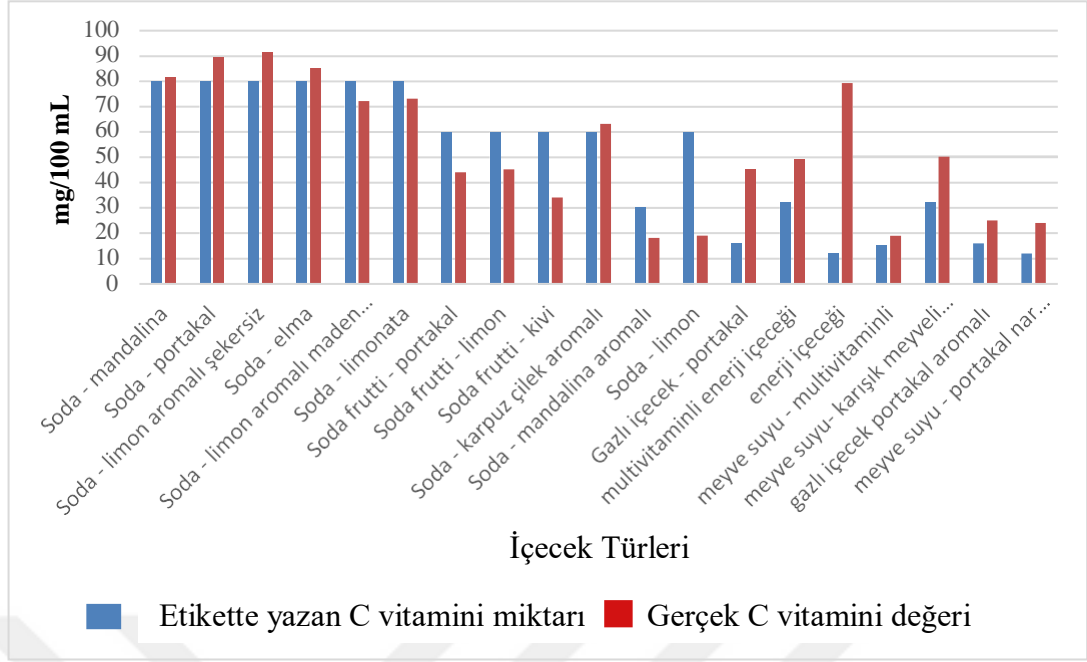
Şekil 4.1: C Vitamini Standardı HPLC kromatogramı



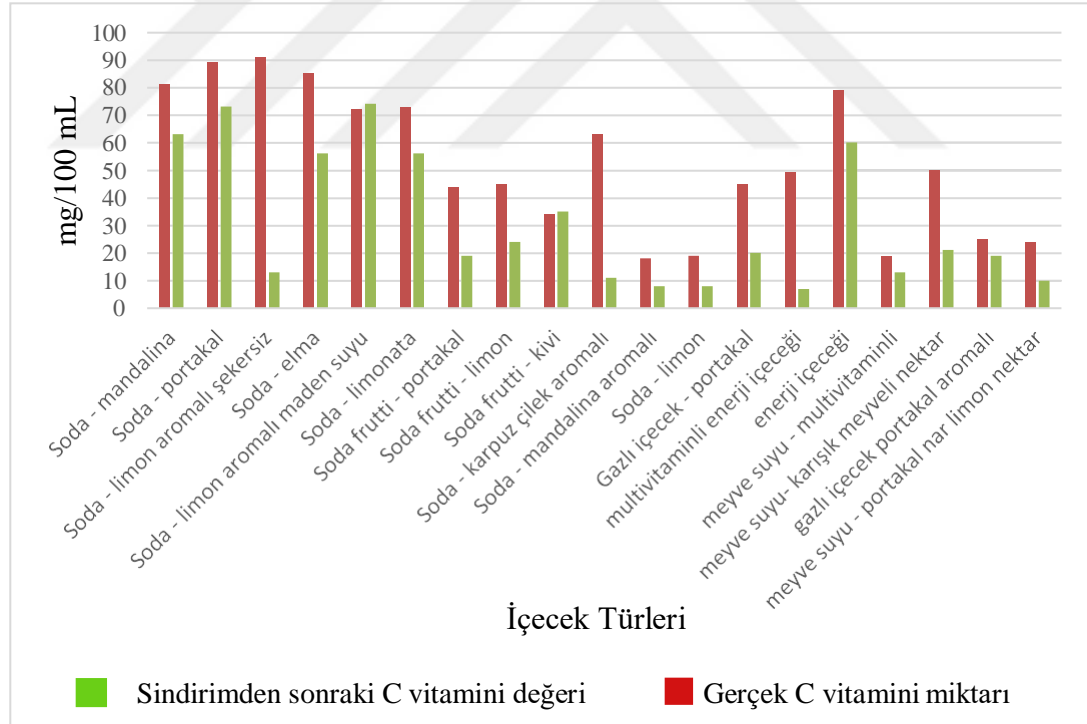
Şekil 4.2: Örnek 1 C Vitamini HPLC kromatogramı

**Tablo 4.1: İçecek örneklerinin C vitamini miktarları**

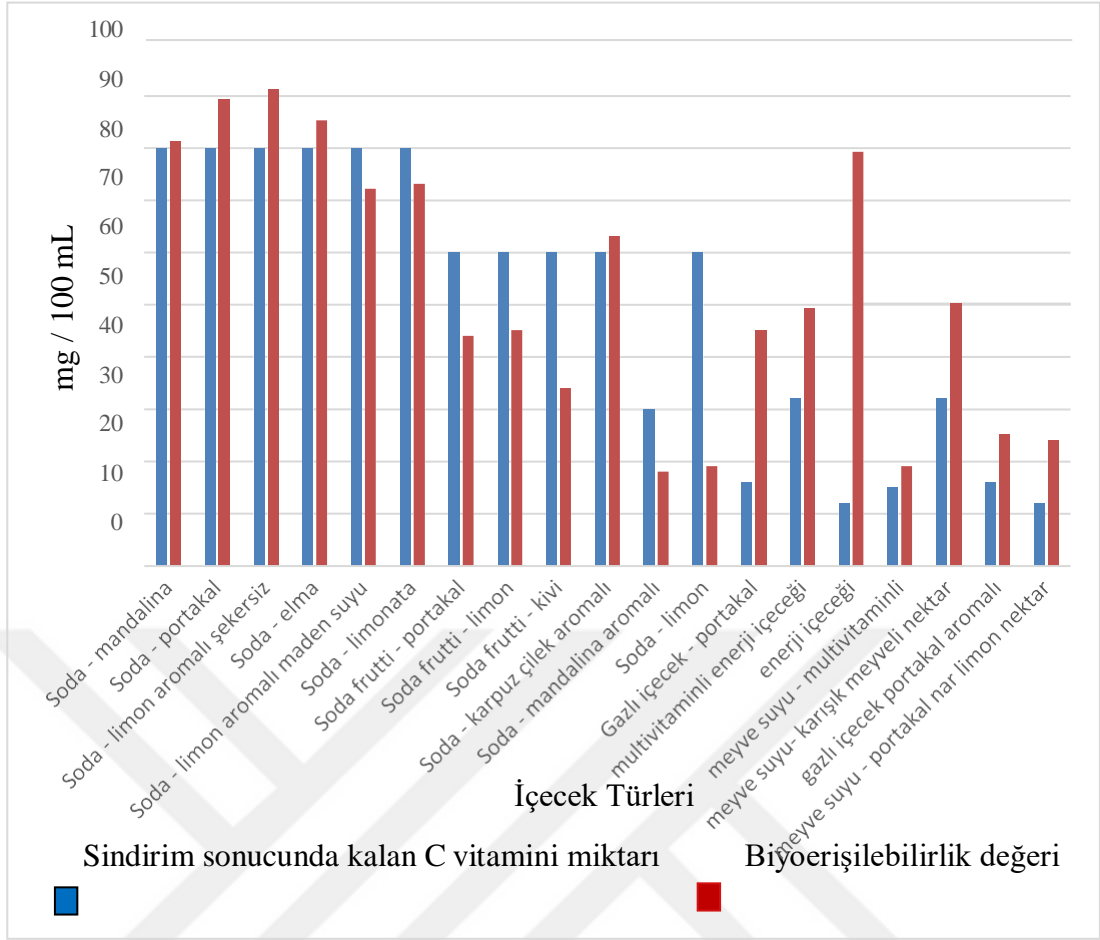
Örnek	Örneğin İçeriği	Beyan edilen (mg / 100 mL)	Analiz sonucu (mg / 100 mL)	Beyan Edilen Değere Göre % Sapma	Sindirim sonrası (mg / 100 mL)	Biyoerişi lebilirlik %
1	Soda - mandalina	80	81.3±2.8	101.6±3.6	63.2±2.2	77.6±2.7
2	Soda - portakal	80	89.3±3.1	111.6±3.9	73.2±2.6	81.8±2.9
3	Soda - limon aromalı şekerlessiz	80	91.3±3.2	114.1±4.0	13.0±0.5	14.2±0.5
4	Soda - elma	80	85.3±3.0	106.6±3.7	56.2±2.0	65.7±2.3
5	Soda - limon aromalı maden suyu	80	72.2±2.5	90.3±3.2	74.2±2.6	102.5±3.6
6	Soda - limonata	80	73.2±2.6	91.6±3.2	56.2±2.0	76.5±2.7
7	Soda frutti - portakal	60	44.1±1.5	73.6±2.6	19.1±0.7	43.1±1.5
8	Soda frutti - limon	60	45.2±1.6	75.3±2.6	24.1±0.8	53.2±1.9
9	Soda frutti - kivi	60	34.1±1.2	56.9±2.0	35.1±1.2	102.7±3.6
10	Soda - karpuz çilek aromalı	60	63.2±2.2	105.4±3.7	11.0±0.4	17.4±0.6
11	Soda - mandalina aromalı	30	18.1±0.6	60.2±2.1	8.0±0.3	44.3±1.5
12	Soda - limon	60	19.1±0.7	31.8±1.1	8.0±0.3	42.0±1.5
13	Gazlı içecek - portakal	16	45.2±1.6	282.2±9.9	20.1±0.7	44.3±1.5
14	Multivitaminli enerji içeceği	32	49.2±1.7	153.6±5.4	7.0±0.2	14.2±0.5
15	Enerji içeceği	12	79.3±2.8	660.5±23.1	60.2±2.1	75.8±2.6
16	Meyve suyu - multivitaminli	15	19.1±0.7	127.1±4.4	13.0±0.5	68.2±2.4
17	Meyve suyu- karışık meyveli nektar	32	50.2±1.8	156.8±5.5	21.1±0.7	41.9±1.5
18	Gazlı içecek portakal aromalı	16	25.1±0.9	156.8±5.5	19.1±0.7	75.8±2.6
19	Meyve suyu - portakal nar limon nektar	12	24.1±0.8	200.7±7.0	10.0±0.4	41.6±1.4



Şekil 4.3: Örneklerin C vitamini içeriklerinin grafik ile gösterimi mg / 100 mL



Şekil 4.4: Örneklerin C vitamini içeriklerinin grafik ile gösterimi mg / 100 ml



Şekil 4.5: Örneklerin C vitamini içeriklerinin grafik ile gösterimi mg / 100 ml

Piyasada satılan içeriğinde C vitamini bulunduğunu yazan ve miktarını belirten 19 paketli içecek ürününün incelenen örneklerindeki sonuçlardan elde edilen tablo 3.1.3., 3.1.4., 3.1.5,'dir. Örneklerdeki C vitamini miktarı 12-80 mg/100 ml aralığında bulunmuştur. Ürünler incelendiğinde etikette belirtilen ve analiz sonucu bulunan C vitamini miktarları arasında birtakım farklılıklar tespit edilmiştir C vitamini en fazla olan içecek, 91,3±3,2 mg/100 ml değeri ile 3 numaralı soda- limon aromalı şekerli içeceğidir, en az olan içecek 19,1±0,7 mg/100 ml değeri ile 12 numaralı limon aromalı soda içeceği ile olmuştur. Etiketle yazan C vitamini miktarı ile gerçek sütunundaki miktarları karşılaştırdığımızda bazı içeceklerinde etiketinde yazandan daha fazla [1,2,3,4,10,13,14,15,16,17,18,19] bazı içeceklerin daha az [5,6,7,8,9,11,12] C vitamini içerdiği bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre Sindirimden sonraki C vitamini miktarlarına bakıldığında 74,2±2,6- 8,0±0,3 mg/100 ml aralığında bulunmuştur. Sindirimden sonraki en yüksek C vitamini bulunduran içecek 74,2±2,6 mg/100 ml değeri ile 5 numaralı limon aromalı maden suyu ve en az 7,0±0,2 mg/100 ml değeri ile

14 numaralı multivitaminli enerji ieeği olmuştur. Biyoerişilebilirlik verilerine göre sindirimden sonra vücuda  $102,7\pm 3,6$  mg/100 ml değeri ile en fazla alınan ürün 9 numaralı kivi aromalı soda olmuştur ve en az alınan ürünler  $14,2\pm 0,5$  mg/100 ml değeri ile 3 numaralı limon aromalı şekersiz soda ve 14 numaralı multivitaminli enerji ieeği olmuştur.



## BEŞİNCİ BÖLÜM

### TARTIŞMA

Bu çalışmada farklı içecek türlerinin C vitamini analizi yapılmış, etiket bilgisi ile analiz edilen içerik karşılaştırılmış ve sindirimden sonraki C vitamini miktarları ve biyoerişilebilirlik incelenmiştir.

Meyve suyunda C vitamini analizi yapılan bir çalışmaya göre ölçülen değer ile referans değerler karşılaştırılmıştır. Ananas ve elma içeren içeceklerde C vitamini aynı bulunurken, portakal suyu ve konsantresinde C vitamini değerleri arasında az miktarda fark bulunmuştur (Furusawa, 2001).

Bizim çalışmamızdaki portakal suyu içeren soda, meyve suyu ve gazlı içeceklerdeki C vitamini miktarları etiketinde beyan edilen değerle farklı bulunmuştur. Portakal aromalı gazlı içeceklerdeki C vitamini değeri beyan edilen değerlere göre yüksek bulunmuştur. Ancak bu durum portakal aromalı soda içeceklerinde ise düşük bulunmuştur. Soda içeceğinin bir tanesinde C vitamini değeri yüksek bulunurken, diğerinde etiketinde beyan edilen değere göre yüksek bulunmuştur.

C. Amendola ve arkadaşları C vitamini içeren enerji ve sporcu içecekleri üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada sporcu içeceklerini ve enerji içeceklerini 3 gruba ayırmışlardır. Birinci grubu oluşturan 51 içeceğin 34'ü sporcu içeceği, diğer 17'si ise enerji içeceğidir. İkinci grubu oluşturan 7 içeceğin 4'ü sporcu içeceği ve 3'ü enerji içeceğidir. Üçüncü grup ise 17 içecekten oluşur ve bu gruba sadece enerji içecekleri dahil edilmiştir. Yapılan bu çalışmaya göre her gruptaki içecek çeşitlerinin içindeki C vitamini miktarları tespit edilmek istenmiştir. Birinci ve ikinci gruptaki içeceklerdeki C vitamini değerleri arasında önemli derece fark bulunurken üçüncü grupta C vitamini içerikleri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır (Amendola C, 2004). Bizim çalışmamızdaki enerji içeceklerindeki C vitamini etiketlerinde beyan edilen miktarlardan daha fazla bulunmuştur. Ancak sindirim sonrası kalan C vitamini miktarına bakıldığında gerçek C vitamini miktarına göre daha düşük olduğu bulunmuştur. Bunun nedeni *in vitro* sindirim sırasında C vitaminin gastrointestinal sistemden etkilenmiş olabileceği düşünülmektedir.

Yapılan bir çalışmada, on üç farklı meyve suyundaki C vitamini HPLC yöntemi ile analiz edilmiştir. Çalışmaya alınan farklı içecek çeşitlerinin C vitamini içeriğinin gerçek değer ile beyan edilen değerleri arasında farklılık gösterdiği bulunmuştur. Bu

çalışmaya göre, taze meyve sularına kıyasla paketlenmiş meyve sularının daha az C vitamini içerdiği bulunmuştur (Tyagi, 2014). Bizim yapmış olduğumuz çalışmada bazı meyve sularında gerçek C vitamini değeri etikette beyan edilen değerlerden daha yüksek bulunmuştur.

Farklı içeceklerde C vitamini stabilitesini kıyaslayan bir çalışmada; üç farklı türde bira, şarap ve portakal suyu numunesine farklı konsantrasyon ve pH değerleri kullanılarak askorbik asit eklenmiştir. Numuneler 4 °C’de saklanmıştır. Ancak bazı durumlarda 20 °C’de çalışma sıcaklığı olarak kullanılmıştır. Çalışmada içeceklerde askorbik asit tayini elde etmek amacıyla HPLC yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda, C vitamininin sadece portakal suyunda gerçek pH (pH=4) değerlerinde stabil olduğu ve biranın pH’ün 4 altında C vitamininin daha az kayba uğradığı gözlemlenmiştir. Fakat bu durumun yalnızca düşük depolama sıcaklığında geçerli olduğu belirtilmiştir (Jeney-Nagymate, 2008). Bizim çalışmamızda portakal aromalı ve C vitamini içeren 5 farklı içecek bulunmaktadır. Kullandığımız ürünlerden portakal aroması içeren gazlı içeceklerde ve meyve suyunda gerçek C vitamini değeri etikette beyan edilen değerden yüksek bulunmuştur. Portakal aromalı soda içeceklerinin bir tanesinde tespit edilen C vitamini değeri etikette beyan edilen değerden yüksek bulunmuş, diğerinde ise C vitamini değeri yüksek bulunmuştur.

Meşrubatlarda bulunan C vitamini miktarlarını tayin etmek amacıyla yapılan bir çalışmada; portakal suyu, ananas suyu, konsantre elma suyu, konsantre portakal suyu ve %2 limon suyu içeren meşrubatlar kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda, meyve sularında ölçülen C vitamini içeriği referans değerler ile karşılaştırıldığında birbiri ile olduğu görülmüştür (Furusawa, 2001). Bizim yapmış olduğumuz çalışmada ise mandalina içeren soda içeceğindeki C vitamini miktarının etikette beyan edilen değer ile tespit edilen değerlerin yakın olduğu bulunmuştur.

HPLC yöntemi kullanılarak kırmızı ve beyaz şaraplardaki C vitamini miktarı ölçülmüştür. Çalışmanın sonuçlarına göre kırmızı şarap örneklerinde askorbik asit tespit edilememiştir. Beyaz şaraplarda askorbik asit tespit edilmesine rağmen bu değer değişkenlik göstermiştir (Lopes, 2006). Bizim çalışmamızda C vitamini tüm içeceklerimizde bulunmuştur. Ancak tüm içeceklerde etikette beyan edilen değer ile analiz sonucunda tespit edilen C vitamini değerleri arasında farklılık bulunmuştur. En büyük farklılık ise soda-limon içeceğindedir ve 3 kattan daha fazla bulunmuştur.

Farklı narenciye (tatlı portakal, mineola mandalinası, mandalina, kumkuat, pomelo, limon, misket limonu, tatlı greyfurt, beyaz greyfurt, pembe greyfurt) suları ile yapılan bir çalışmada, C vitamini tüm ürünler yüksek bulunmuştur. En yüksek C vitamini limon suyu, tatlı portakal suyu, tatlı ve beyaz greyfurt suyunda bulunmuştur (Violeta, 2010). Bizim çalışmamızda ise en yüksek C vitamini soda-portakal, soda-limon aromalı ve şekersiz ve soda-elma suyunda bulunmuştur.

Miller ve ark. yapmış olduğu çalışmada elma suyu, portakal suyu, Frenk üzümü suyu içeceklerinin C vitamin tayini yapılmıştır. Meyve sularından en yüksek askorbik asit kaybı %70 ile elma suyunda, %58'lik ile portakal suyunda bulunurken en düşük kayıp, %47 ile Frenk üzümü suyu içeren meyve suyunda bulunmuştur. %25'lik Frenk üzümü konsantresinde ise yalnızca %9 C vitamini kaybı saptanmıştır. Bu çalışma ile elde edilen veriler sonucu Frenk üzümü suyunun oksidatif koşullarda C vitamini yüksek oranda korumasının içeriğinde prosiyanidinler, antosiyaninler veya çeşitli fenollerden kaynaklı olabileceği ileri sürülmüştür (Miller, 1997). Bizim çalışmamızda tespit edilen C vitamini ile sindirimden sonra kalan C vitamini düzeyleri karşılaştırılmıştır. C vitamini kayıpları %85 ile %-2 arasında değişmektedir. 3 numaralı soda-limon içeceğinin %85 oranı ile en yüksek C vitamini kaybı olduğu bulunmuştur. %85 oranı ile 14 numaralı mutlivitaminli enerji içeceğinde kayıp bulunmuştur. 10 numaralı soda-karpuz çilek içeceğinde %82 oranında C vitamini kaybı bulunmuştur. Bu kayıpların sebepleri arasında C vitaminin bazı önemli özellikleri vardır. C vitamini oksijen, ışık, ısı ile kayıplara uğramaktadır. Nötr veya alkali pH'ta askorbik asit, kolayca okside olmaktadır. Kolayca kayba uğrayan bu vitaminin içeceklere eklendiği görülmektedir. 9 numaralı soda-furiti kivi içeceğinde %-2 şeklinde fark görülmesi besinlere eklenen takviyeler ile oluşturulduğu düşünülmektedir.

Marketten alınan çeşitli meyve suları, çaylar ve izotonik içeceklerin C vitamini düzeyleri bir çalışmada değerlendirilmiştir. En yüksek askorbik asit düzeyinin meyve sularında olduğu saptanmıştır. İncelenen 17 içecekten yalnızca ikisinin C vitamini içeriğinin etiket bilgileriyle uyumlu olduğu görülmüştür. Portakal suyunda bulunan C vitamini sadece %8'lik kayıp görülmüşken çay içeceklerinin 4°C'de karanlıkta saklanması ile birlikte C vitamini %54'lük kayıp olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar portakal suyu ve çayda bulunan C vitaminin dayanıklılığındaki bu farklılığı; ürünün içeriğine, işleme koşullarına, paketlenme yöntemlerine bağlı olarak değişebileceğini öne sürmüştür (Quirós, 2009). Bizim çalışmamızda C vitamini içeren

İçecekler analiz edilmiştir. Bu içeceklerden C vitamini içeriğinin etiket bilgileriyle yakın olan içecekler, yakın olmayan içeceklerden daha az bulunmuştur. Etiket bilgisinde belirtilen C vitamini ile içeriğinde bulunan C vitamini değerleri arasındaki en yüksek fark 15 numaralı enerji içeceğinde saptanmıştır. Bu içekte etikette belirtilen C vitamini değeri gerçek değerden yaklaşık 6 kat daha düşük bulunmuştur. Bu durumun besin zenginleştirme amacıyla içeceklere eklenen askorbit asitten kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durumun tersi bir sonuç 12 numaralı soda limon içeceğinde saptanmıştır. Soda limon içeceğinde etikette yazan C vitamini değeri gerçek değerden yaklaşık olarak 3 kat yüksek bulunmuştur. Bunun sebebinin ise C vitaminin işleme sırasında kayıplara kolayca uğrayan bir vitamin olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Uğur ve arkadaşları bir çalışmada, meyve ve sebzelerde C vitamininin biyoerişilebilirliğini araştırmak için in vitro ortamda insan sindirim sistemi kullanılmışlardır. Gıdaların sindirimi ve salınması in vitro sindirimle gözlemlenebilmektedir. C vitamini miktarını belirlemek amacıyla in vitro ortamda tekli ve çoklu gıda takviyesinde çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaya göre besin takviyeleri karşılaştırıldığında C vitamini biyolojik erişilebilirliği tek başına C vitamini içeren takviyelerde daha yüksek bulunmuştur (Uğur, 2020). Bizim çalışmamızda da enerji içeceklerine eklenen C vitamini diğer takviyelerle beraber olduğunda biyoerişilebilirliği daha düşük bulunmuştur. Bunun sebebinin C vitaminin diğer besin takviyeleri ile etkileşime girmesi ve bu durumun biyoyararlanımını düşürmesi olarak düşünülmektedir.

Uğur ve arkadaşları bebek mamalarındaki C vitamini biyolojik erişilebilirliği araştırmak üzere bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmaya göre C vitamininin işlem sırasında önemli kayıplara uğradığı düşünülmektedir. Bu tür kayıpları ortadan kaldırmak amacıyla sebze ve meyve bazlı bebek mamalarına C vitamini eklenebilmektedir (Uğur, 2020). Bizim çalışmamızda da biyoerişilebilirliğin etikette belirtilen C vitamini miktarı ile karşılaştırıldığında daha düşük bulunduğu içecekler olduğu görülmektedir. 3 numaralı soda-limon içeceğinin etikette beyan edilen C vitamini değerinin biyoerişilebilirlik değerinden 5 kat yüksek olduğu bulunmuştur. Bunun sebebinin sadece meyveden gelen C vitamininin kullanılması olduğu düşünülmektedir. Bu da C vitamini kaybının yüksek oranda olduğunu göstermektedir.

## ALTINCI BÖLÜM

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, sık tüketilen ve etiketinde C vitamini içerdiği beyan edilen 19 adet paketli içecek örnekleri incelendi. C vitamini takviye edilmiş meyve suyu, gazlı-gazsız içecek, soda ve enerji içeceği gibi örneklerde C vitamini etikette beyan edilen değerlerden genel olarak farklı bulunmuştur. Bazı örneklerde düşük bulunurken bazı örneklerde yüksek bulunmuştur. Düşük bulunan örneklerde C vitamini raf ömrü boyunca kayba uğramış olabileceği ya da üretici tarafından C vitamininin daha az eklenilmiş olabileceği düşünülmektedir. Yüksek olan örneklerde ise üretici tarafından C vitamininin raf ömrü boyunca kayıplara uğradığı düşüncesi ile daha yüksek eklenilmiş olabileceği düşünülmektedir.

C vitamini başlangıç değere göre in vitro sindirim sonrası genel olarak azalmıştır. C vitamininin ısı, ışık, pH ve metal iyonları gibi birçok dış etmenden etkilendiği bilinmektedir. Bunun yanında bazı içeceklerdeki koruyucuların C vitaminini in vitro gastrointestinal sistemde ısı, ışık ve metal iyonları gibi olumsuz koşullardan koruduğu ve bu nedenle biyoerişilebilirliğin yüksek olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmada, özellikle multivitaminli enerji içeceklerinde C vitamininin biyoerişilebilirliği diğer içeceklere göre daha düşük bulunmuştur.

Paketli içeceklerde sitrik asit ve diğer koruyucu maddelerin eklenmesi hem C vitamininin raf ömrü boyunca koruduğu hem de in vitro sindirim sırasında C vitamini kaybını engellediği düşünülmektedir. Bunun yanında bu tür içeceklere eklenmiş olabilen farklı gıda katkı maddelerinin hem raf ömrü boyunca hem de in vitro sindirim sırasında C vitamini değerine olumsuz etki edebileceği de düşünülmektedir.

Görüldüğü gibi bu çalışmadaki C vitamini içeren örneklerde C vitamininin in vitro biyoerişilebilirliği genel olarak yüksek bulunmuştur. Literatürde C vitamininin biyoerişilebilirliği üzerine yapılan çalışmalarda gıda takviyeleri ve bazı gıdalarda biyoerişilebilirlik genel olarak çok düşüktür. Bizim çalışmamızdaki bu içeceklerde ise genel olarak yüksek bulunmuştur. Günlük C vitamini ihtiyacını karşılamada bu içeceklerin tüketimi tavsiye edilebilir.

## KAYNAKÇA

- Abdullah M, Jamil RT, Attia FN Vitamin C (Ascorbic Acid) [Online].  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> (Erişim tarihi: 27 Ocak 2021)
- Ahmadi-Motamayel, F., Falsafi, P., Goodarzi, M. T., & Poorolajal, J. (2016). Evaluation of salivary catalase, vitamin C, and alpha-amylase in smokers and non-smokers: a retrospective cohort study. *Journal of Oral Pathology & Medicine*, 46(5), 377-380.
- Amendola C, I. I. (2004). Multivariate statistical analysis comparing sport and energy drinks, *Innovative Food Science and Emerging Technologies* (5), 263-267.
- Anitra C. Carr, M. C. (2013). Synthetic or Food-Derived Vitamin C—Are They Equally Bioavailable, *Nutrients*, 5(11), 4284-4304.
- Ashor, A. W. (2014). Effect of vitamin C on endothelial function in health and disease: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials, *Atherosclerosis*, 235(1), 9-20.
- Ball, G. F. M. (2013). Bioavailability and analysis of vitamins in foods. Springer, England.
- Bates, C. J. (1997). Vitamin C: new approaches to bioavailability and turnover, *Nutrition & Food Science*, 97(6), 236-238.
- Brause, A. (2003). Determination of Total Vitamin C in Fruit Juices and Related Products by Liquid Chromatography Interdisciplinary Study, *Journal of AOAC Internaional*, 86(2), 367-374.
- Carr, A. F. (1999). Toward a new recommended dietary allowance for vitamin C based on antioxidant and health effects in humans, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 69(6), 1086-107
- Cengiz, M. C. (2000). Tip 2 Diyabetli Hastalarda C Vitamini Uygulamasının Eritrosit Glutasyon ve HbA1c Düzeyleri Üzerine Etkisi. *Cerrahpaşa Medical Journal*, 31, 211-215.

- Chen, G. C. (2013). Vitamin C Intake, Circulating Vitamin C and Risk of Stroke: A Meta-Analysis of Prospective Studies, *Journal of the American Heart Association*, 2(6), 27.
- Chong, E. W., Wong, T. Y., Kreis, A. J., Simpson, J. A., & Guymer, R. H. (2007), Dietary antioxidants and primary prevention of age related macular degeneration: systematic review and meta-analysis, *BMJ*, 335(7623), 755.
- Corpe C P, H. T.-W. (2010). Vitamin C transporter Slc23a1 links renal reabsorption, vitamin C tissue accumulation, and perinatal survival in mice, *Journal of Clinical Investigation*, 120(4), 1069-1083.
- Douglas, R. M., Hemilä, H., Chalker, E., & Treacy, B. (2008). Cochrane review: vitamin C for preventing and treating the common cold, *Evidence-Based Child Health: A Cochrane Review Journal*, 3(3), 672-720.
- Douglas, R. M., Chalker, E. B., & Treacy, B. (2000). Vitamin C for preventing and treating the common cold. *The Cochrane database of systematic reviews*, (2), 980.
- Douglas, R., Hemila, H. (2005). Vitamin C for preventing and treating the common cold, *PLoS Medicine*, 2(6), 168.
- Du, J. C. (2012). Ascorbic acid: Chemistry, biology and the treatment of cancer, *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)*, 1826(2), 443-457.
- Evans, J. (2007). Primary prevention of age related macular degeneration, *BMJ*, 335, 729.
- Frei, B., Birlouez-Aragon, I., & Lykkesfeldt, J. (2012). Authors' perspective: what is the optimum intake of vitamin C in humans?, *Critical reviews in food science and nutrition*, 52(9), 815-829.
- Furusawa, N. (2001). Rapid high-performance liquid chromatographic identification/quantification of total vitamin C in fruit drinks. *Food control*, 12(1), 27-29.
- Goode, HF., Burns, E., Walker, BE. (1992). Vitamin C depletion and pressure sores in elderly patients with femoral neck fracture, *British Medical Journal*, 305 (6859), 925-927.

- Gökmen, V., Kahraman, N., Demir, N., Acar, J. (2000). Enzymatically validated liquid chromatographic method for the determination of ascorbic and dehydroascorbic acids in fruit and vegetables, *Journal of Chromatography A*, 9,881(1-2), 309-316.
- Hecht, S. (1997). Cancer prevention approaches based on understanding of N-nitrosamine carcinogenesis, *Proc. Soc. Exp. Biol. Med*, 216(2), 181-191.
- Hemila, H. (2007). The role of vitamin C in the treatment of the common cold, *Fam Physician*, 76(8), 1111-1115.
- Hemilia, H., Chalker, E. (2013). Vitamin C for preventing and treating the common cold, *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 31(1), 980.
- Honarbaksh, M., Schacter, M. (2008). Vitamins and cardiovascular disease, *Br. J. Nutr*, 101(8), 1-19.
- Hunt, C., Chakravorty, N.K., Annan, G., Habibzadeh, N., Schorah, C.J. (1994). The clinical effects of vitamin C supplementation in elderly hospitalised patients with acute respiratory infections, *International journal for vitamin and nutrition research*, 64(3), 212-219.
- Jacob, R.A., Sotoudeh, G. (2002). Vitamin C function and status in chronic disease, *Nutr Clin Care*, 5(2), 66-74.
- Jeney-Nagymate E., Fodor, P.(2008). The stability of vitamin C in different beverages, *British Food Journal*, 110(3), 7-70.
- John X, W. (2005). Regulation of vitamin C, *Annu. Rev. Nutr*, 25, 105-125.
- Kaplan, B., Gönül, B. (2010). C vitamini Uygulamalı kısıtlı gıda alımının bazı dokuların C vitamini düzeylerine etkisi, *Maltepe Tıp Dergisi/ Maltepe Medical Journal*, 2(2), 26-31.
- Karabayır, N., Gökçay, Y. (2006). C vitamini, *Türkiye Klinikleri Pediatrik Bilimler Özel konular*, 2(11), p37-41.Kubat Abdulsamet, Ö. M. (2013). C Vitamini Bakımından Zengin Sebze ve Meyvelerin Beyaz Kan hücreleri artışı üzerine etkilerinin araştırılması, *AVKAE Dergisi*, 3(1), 31-37.

- Kubat, A., Özaslan, M., Karaduman, A., Karagöz, I. D., & Kılıç, İ. H. (2013). C vitamini bakımından zengin sebze ve meyvelerin beyaz kan hücreleri artışı üzerine etkilerinin araştırılması, *AVKAE dergisi*, 3(1), 31-37.
- Leeuwen, R., Boekhoorn, S., Vingerling, J., Witteman, J., Klaver, C., & Hofman, A. (2005). Dietary intake of antioxidants and risk of age-related macular degeneration, *JAMA*, 294(24), 3101-3107.
- Leeuwen R, B. S. (2005). Dietary intake of antioxidants and risk of age-related macular degeneration, *JAMA*, 294(24), 3101-3107.
- Levine, M., Conry-Cantilena, C., Wang, Y., Welch, R. W., Washko, P. W., Dhariwal, K. R., Park, J. B., Lazarev, A., Graumlich, J. F., King, J., Cantilena, L. R. (1996). Vitamin C pharmacokinetics in healthy volunteers: evidence for a recommended dietary allowance, *Proc Natl Acad Sci USA*, 3704-3709.
- Levine, M., Padayatty, S. P. (2016). Vitamin C: the known and the unknown and Goldilocks, *Oral Diseases*, 22(6), 463-93.
- Li, Yi., HE, Schellhorn. (2007). New developments and novel therapeutic perspectives for vitamin C, 137(10), 2171-84.
- Lopes, P., Drinkine, D. (2006). Determination of l-ascorbic acid in wines by direct injection liquid chromatography using a polymeric column, *Analytica chimica acta*, 555(2), 242-245.
- Lykkesfeldt J, Micheals, A. (2014). Vitamin C, *Advances In Nutrition*, 5(1), 16-8.
- Maxfield, L., Crane, JS., (2020). Vitamin C Deficiency. *StatPearls Publishing*.
- Mendes, L. L., Gomes J. S., Martins P. A., Velasquez-Melendez, G. (2015). Food environment and fruit and vegetable intake in a urban population: A multilevel analysis, *BMC Public Health*, 15, 1012, 3-5.
- Milan S.J., Hart, A., Wilkinson, M. (2013). Vitamin C for asthma and exercise-induced bronchoconstriction, *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 1002(10).
- Miller, N. J., Rice-Evans, C. A. (1997). The relative contributions of ascorbic acid and phenolic antioxidants to the total antioxidant activity of orange and apple fruit juices and blackcurrant drink, *Food Chemistry*, 60(3), 331-337.

- Otten, J.O., Hellwing, J.P., Meyers, L.D. (2006). *The essential Guide to Nutrient Requirements*, Washington.
- Osganyan, S. K., Stampfer, M. J., Rimm, E., Spiegelman, D., Hu, F. B., Manson, J. E., Willett, W. C. (2003). Vitamin C and risk of coronary heart disease in women, *J. Am. Coll Cardiol*, 42(2), 246-52.
- Padayatty, S. J., Levine, M. (2016). Vitamin C: the known and the unknown and Goldilocks, *Oral Diseases*, 22(6), 463-493.
- Pauling, L. (1971). The significance of the evidence about ascorbic acid and the common cold, *Proc. Natl. Acad. Sci ABD*, 68(11), 2678-81.
- Pullar, J. M., Carr, A. J., Vissers, M. C. M. (2017). The Roles of Vitamin C in Skin Health, *Nutrients*, 9(8), 7-13.
- Quirós, A. R., Fernandez-Ariaz, M., Hernandez, J.L. (2009). A screening method for the determination of ascorbic acid in fruit juices and soft drinks, *Food chemistry*, 116(2), 509-512.
- Saura-Calixto, F., Serrano, J., Goni, I. (2007). Intake and bioaccessibility of total polyphenols in a whole diet, *Food Chemistry*, 101(2), 492-501.
- Savini, I., Rossi, A., Pierro, C., Avigliano, L., Katanya, O.G. (2008). SVCT1 and SVCT2: key proteins for vitamin C uptake, *Amino Acids*, 34, 347-355.
- Schleicher, RL., Carroll, MD., Ford, ES., Lacher, DA. (2009). Serum vitamin C and the prevalence of vitamin C deficiency in the United States: 2003-2004 National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES), *The American Journal of Clinical Nutrition*, 90(5), 1252-1632.
- TürKomp. (2014). *Ulusal gıda kompozisyon veri tabanı, versiyon 1.0*. Kocaeli: TÜBİTAK Marmara araştırma merkezi gıda enstitüsü.
- Tyagi, G., Jangir, DK., Singh, P., Mehrotra, R., Ganesan, R., Gopal, ES. (2014). Rapid determination of main constituents of packed juices by reverse phase-high performance liquid chromatography: an insight in to commercial fruit drinks, *J Food Sci Technol*, 51(3), 476-84.

- Uğur, H., Çatak, J., Mızrak, Ö.F., Çebi, N., Yaman, M. (2020). Determination and evaluation of *in vitro* bioaccessibility of added vitamin C, *food chemistry*, 330, 3-5.
- Uğur, H., Eker, S., Çatak, J., Yaman, M., (2020). Vitamin C ve Hastalıklar Üzerine Etkisi, *European Journal of Science and Technology*, 1(19), 746-756.
- Van Gorkom, GNY., Lookermans, EL., Van Elssen, CHMJ., Bos, GMJ. (2019). The Effect of Vitamin C (Ascorbic Acid) in the Treatment of Patients with Cancer: A Systematic Review, *Nutrients*, 11(5), 977.
- Vanderslice, J. (1993). Quantitative Determination of Ascorbic Acid, Dehydroascorbic, Isoascorbic and Dehydroascorbic Acid by HPLC in Foods and Other Matrices, *Journal of Nutritional Biochemistry*, 4(3), 184-190.
- Violeta, N. O. (2010). HPLC organic acid analysis in different citrus juices under reversed phase conditions, *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38(1), 44-48.
- Vissers, MC., Carr AC., Pullar, JM., Bozonet SM. (2013). The bioavailability of vitamin C from kiwifruit, *Adv. Food Nutrition Res.*, 68, 125-147.
- Wilcox, BJ., Curb, JD., Rodriguez, BL. (2008). Antioxidants in cardiovascular health and disease: key lessons in epidemiological studies, *Am. J. Cardiol*, 22(101), 75-86
- Yaman, M., Çatak, J., Uğur, H., Gürbüz, M., Belli, İ., Tanyıldız, S.N., Yıldırım, H., Cengiz, S., Yavuz, B.B., Kışmıroğlu, C., Özgür, B., Yıldız, M.C. (2021). The bioaccessibility of water-soluble vitamins: A review, *Trends in Food Science & Technology*, 109, 552-563.
- Yücecan, S., Uzel, A. (2017). Türkiye'de Hazırlanmakta Olan Hazırlama Pişirme ve Saklama Süreçlerinin Yeşil Yapraklı sebzelerin C Vitamini Değerine etkisi, *Beslenme ve Diyetetik Dergisi*, 58-70.
- Zheng, Y., Honglin S. (2008). Antioxidant vitamins intake and the risk of coronary heart disease: meta-analysis of cohort studies, *Eur. J Cardiovasc Prev. Rehabil*, 15(1), 26-34.

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

SÜMEYYE HÜDA KARA

### EĞİTİM BİLGİLERİ

DERECE	ÜNİVERSİTE	YIL
Yüksek Lisans	İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi	2018-2021
Lisans	Kırklareli Üniversitesi	2013-2017

### İŞ DENEYİMİ

GÖREV	ÜNİVERSİTE	
Diyetisyen	Bezmialem Vakıf Üniversitesi Hastanesi	29.03.2018-Devam

### **Ulusal Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Yayınlanan Bildiriler**

Sümeyye H. KARA, Mustafa YAMAN, Ömer Faruk MIZRAK, B6 vitaminin farklı formlarının çeşitli gıdalarda pişirme yöntemine bağlı olarak AGE oluşturması, 3. Ulusal Beslenme Ve Diyetetik Öğrenci Kongresi, Biruni Üniversitesi, 29 Nisan 2019, İstanbul