

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

GIDA TAKVİYELERİNDE BULUNAN C
VİTAMİNİNİN *İN VİTRO* BİYO ERİŞEBİLİRLİĞİNİN
BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Begüm Hatice TUNA

İstanbul
Haziran-2021

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

GIDA TAKVİYELERİNDE BULUNAN C VİTAMİNİNİN *İN*
***VİTRO* BİYO ERİŞEBİLİRLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Begüm Hatice TUNA

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Mustafa YAMAN

İstanbul
Haziran-2021

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 onaylım.

Prof. Dr. Ali GÜNEŞ

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Yüksek lisans tezi olarak hazırladığım “**Gıda Takviyelerinde Bulunan C Vitamini**nin *İn Vitro* Biyo Erişilebilirliğinin 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.

Begüm Hatice TUNA

ÖN SÖZ

Yüksek Lisans eğitimimin her aşamasında bilgi ve tecrübeleriyle beni yönlendiren, desteklerini esirgemeyen tez danışmanım Doç. Dr. Mustafa Yaman'a, lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca benden desteklerini esirgemeyen ve her anımda yanımda olan annem Behiye Tuna'ya ve aileme teşekkürlerimi sunarım.

Begüm Hatice TUNA
İstanbul - 2021



ÖZET

GIDA TAKVİYELERİNDE BULUNAN C VİTAMİNİNİN *İN VİTRO* BİYO ERİŞEBİLİRLİĞİNİN BELİRLENMESİ

Begüm Hatice TUNA

Yüksek Lisans, Beslenme ve Diyetetik

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mustafa YAMAN

Haziran, 2021 -80 Sayfa

Tüm Dünyada olduğu gibi ülkemizde COVID-19 salgınının başlaması ile birlikte vitamin ve mineral içerikli gıda takviyelerinin kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Günümüzde birçok hastalığın vitamin eksikliğinden kaynaklandığı bilinmektedir. Vitaminlerin özellikle diyetle doğal yollardan alınması önerilmektedir. Ciddi vitamin eksikliği veya hastalık sürecinde hekim tavsiyesi ile vitamin takviyesi önerilmektedir. Sağlıklı beslenen kişilerin hekim tavsiyesi olmadan gıda takviyesi olarak vitamin tüketmeleri çeşitli sağlık sorunlarına neden olacağından önerilmemektedir. Gereksiz vitamin tüketimi hem böbrek hem de karaciğer sağlığı için zararlı olabilmektedir. Ancak, yaşlılar, hastalık sürecinde olanlar, hamileler ve çocuklar için uzman kişiler tarafından vitamin takviyesi önerilmektedir. Suda çözünen vitamin grubundan olan C vitamini bilinen en güçlü antioksidan vitaminler arasındadır ve bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi için hem doğal gıdalar ile hem de gıda takviyesi olarak tüketimi tavsiye edilmektedir. Bunun yanında C vitamini demirin ince bağırsakta emilimi ve kollajen sentezinde aktif olarak görev almaktadır. Bu çalışmanın amacı, gıda takviyesi olarak tüketilen C vitamininin *in vitro* biyoerişilebilirliğinin incelenmesidir. Çalışmada, piyasadan 17 farklı marka C vitamini içeren gıda takviyeleri İstanbul'dan farklı eczanelerden temin edilmiştir. Elde ettiğimiz bulgulara göre C vitamininin *in vitro* biyoerişilebilirliği %4 ile %88 arasında değiştiği görülmüştür. Özellikle sadece C vitamini içeren gıda takviyelerinde biyoerişilebilirlik daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Vitamin C, *In Vitro*, Biyoerişilebilirlik, Gıda Takviyesi

ABSTRACT

Determination of *in Vitro* Bioaccessibility of Vitamin C in Food Supplements

Begüm Hatice TUNA

Master, Nutrition and Dietetics

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Dr. Mustafa YAMAN

June, 2021 - 80 Pages

As in the world, with the onset of COVID-19, the use of vitamin and mineral-containing food supplements is increasing day by day in our country. Today, it is known that many diseases are caused by vitamin deficiency. It is recommended to take vitamins naturally, especially with diet. In severe vitamin deficiency or disease process, vitamin supplements are recommended with the advice of the experts. It is not recommended for healthy people to consume vitamins as a food supplement without the advice of experts, as it will cause various health problems. Unnecessary vitamin consumption can be harmful to both kidney and liver. However, vitamin supplements are recommended by experts for the elderly, those who are in the process of illness, pregnant women and children. Vitamin C, which is one of the water-soluble vitamins group, is among the strongest antioxidant vitamins and it is recommended to be consumed both with natural foods and as a food supplement to strengthen the immune system. In addition, vitamin C is actively involved in the absorption of iron in the small intestine and collagen synthesis. The aim of this study is to examine the *in vitro* bioaccessibility of vitamin C as a food supplement. In the study, 17 different brands of vitamin C supplements were obtained from the different pharmacies in Istanbul, Turkey. According to the our findings, the *in vitro* Bioaccessibility of vitamin C was found to vary between 4% and 88%. Bioaccessibility was found to be higher, especially in food supplements containing only vitamin C.

Keywords: Vitamin C, *In Vitro*, Bioaccessibility, Food Supplement

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	i
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ	ii
ÖN SÖZ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar LİSTESİ	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
KISALTMALAR	x
GİRİŞ	1
BİRİNCİ BÖLÜM	
LİTERATÜR TARAMASI	3
2.1 Vitaminler	3
2.1.1. Vitaminlerin Tarihçesi	4
2.2. Vitaminlerin Sınıflandırılması	5
2.2.1. Yağda Çözünen Vitaminler.....	6
2.2.2. A Vitamini	7
2.2.3. D Vitamini	8
2.2.4. E Vitamini.....	9
2.2.5. K Vitamini	11
2.2.6. Suda Çözünen Vitaminler	12
2.2.7. B ₁ Vitamini (Tiamin).....	13
2.2.8. B ₂ Vitamini (Riboflavin).....	14
2.2.9. B ₃ Vitamini (Niasin).....	15
2.2.10. B ₅ Vitamini (Pantothenic Acid).....	16
2.2.11. B ₆ Vitamini (Pridoksin).....	17

2.2.12. B ₁₂ Vitamini.....	18
2.3. C Vitamini (L-askorbikasit)	20
2.3.1 C Vitamini (L-askorbik asit) Tarihçesi	21
2.3.2. C Vitamini (L-askorbik asit) Genel Özellikleri	21
2.3.3. C Vitamini Fiziksel Özellikleri	22
2.3.4. C Vitamini Kimyasal Özellikleri	22
2.3.5. C Vitamini (Laskorbik Asit) Sentezi	23
2.3.6. C Vitamini Metabolizması.....	23
2.3.7. C Vitamini Kaynakları.....	24
2.3.8. C Vitamininin Kullanım Alanları.	26
2.3.9. C Vitamini İnsan Metabolizmasında ki Rolü.....	27
2.3.10. C Vitamini Farmakolojik Etkisi.....	27
2.4. Gıda Takviyeleri	28
2.4.1 Gıda Takviyeleri İle İlgili Çalışmalar	30
2.4.2. Gıda Takviyelerinin Sağlık Üzerine Çalışmaları.....	32
2.5.1. Biyoerişilebilirliğinin Önemi.....	33

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

METERYAL VE METOT.....	35
-------------------------------	-----------

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR	40
-----------------------	-----------

BEŞİNCİ BÖLÜM

TARTIŞMA.....	46
----------------------	-----------

ALTINCI BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER.....	50
-------------------------------	-----------

KAYNAKÇA.....	52
----------------------	-----------

EKLER.....	67
-------------------	-----------

ÖZGEÇMİŞ	68
-----------------------	-----------

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. : Vitaminler	6
Tablo 2.2 : Çeşitli Gıdaların C Vitamini İçeriği	25
Tablo 2.3:Günlük Önerilen C Vitamini Miktarı	26
Tablo 2.4: Gıda Takviyelerinin Günlük Kullanılması Gereken Miktarları.....	30
Tablo 3.1:Biyoerişilebilirliği Araştırmak için Kullanılan Vitamin C İçeren Ürünlerin İçerikleri ve Formları.....	39
Tablo 4.1:C vitamini Takviyelerinde C Vitamini Değerleri ve Etikete Göre Sapma.....	42
Tablo 4.2: C vitamini Takviyelerinde Biyoerişilebilirlik Yüzdeleri.....	44

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: A Vitamininin Yapısı.....	7
Şekil 2.2: D Vitamininin Yapısı.....	8
Şekil.2.3: E Vitamininin Yapısı.....	10
Şekil 2.4.: K ₁ Vitamininin Yapısı.....	11
Şekil 2.5: K ₂ Vitamininin Yapısı.....	11
Şekil 2.6: B ₁ Vitamini (Tiyamin).....	13
Şekil 2.7: B ₂ Vitamini (Riboflavin).....	14
Şekil 2.8: B ₃ Vitamini (Nikotik asit, Nikotinamid).....	15
Şekil 2.9: B ₅ Vitamini (Pantotenik asit).....	17
Şekil 2.10: B ₆ Vitamini.....	17
Şekil 2.11: B ₁₂ Vitamini.....	19
Şekil 2.12: C (L-askorbik asit) Yapısı.....	20
Şekil 2.13: L-askorbik Asit ve D-askorbik Asit Yapısı.....	21
Şekil 3.1: İn Vitro Gastrointestinal Sindirim Sistemi Metodu.....	38
Şekil 4.1: C vitamini HPLC kromatogramı.....	40

SEMBOLLER LİSTESİ

%	:Yüzde
°C	:Santigrat derece
cm	: Santimetre
g	:Gram
pKa	:Asitlik Sabiti
kcal	:Kalori
kg	:Kilogram
mg	:Miligram
mL	:Mililitre
Rpm	: Revolutions Per Minute (Dakikadaki devir sayısı)
U	:Unite
µg	:Mikrogram
µl	:Mikrolitre
µm	:Mikrometre
dl	:Desilitre

KISALTMALAR LİSTESİ

RDA	: Günlük Alınması Gereken Değer
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
DSHEA	: Besin Destekleri Sağlık ve Eğitim Yasası
USDA	: ABD Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı



BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Yeryüzünde ki bütün canlılar, yaşamlarını devam ettirebilmek için beslenmesi gerekmektedir (Kılıç ve Şanlıer, 2007). Canlılar vücutlarında yeterli miktarda protein üretemedikleri için besinlerle dışarıdan almaları gerekir (Öz, 2008). Yağlar, karbonhidratlar gibi makro besinlerin yanında vitaminler gibi mikro besinlere de vücudun ihtiyacı vardır (Akkan, 1999). Vitaminler, mikro-besin öğeleri grubunun bir alt dalıdır. Vücudun büyüme ve gelişme, sinir ve sindirim sistemlerinin normal işlevlerinin sürdürülmesi ve bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi gibi vücutta görevleri bulunmaktadır. Vitaminler insan sağlığını korumada ve yaşamını devam ettirmekte elzem olan organik bileşiklere verilen isimdir. Vitaminler vücudun hücre fonksiyonlarını yerine getirmesinde rol almaktadırlar (Siddique, 2006). Yağda çözünen vitaminler (A-D-E-K) vücuda alınması gerekenden fazla alındığında vücuttan atılmayıp toksik etkiye sebep olmaktadır. Uzun süre vücuda fazla alımı zehirlenmelere sebebiyet verebilmektedir. Fazlasının vücuttan atılma sürecinde ise karaciğer ve böbreklere ekstra yük bindirirken, vücut sağlığına zarar verebilmektedir (Güzel ve Özpınar, 2006). Suda çözünen vitaminler ise (B grubu vitaminler ve C vitamini) vücuda gereğinden fazla alındığında fazlası vücuttan idrar yoluyla atılabilmektedir. Suda çözünen C vitamini (L-askorbik asit) vücutta antioksidan özellik göstermektedir. C vitamini kan damarlarının büyük bir kısmı, kemikler, eklemler, dişler ve diş etlerinin gelişiminde görev alır. Asıl görevi ise vücutta bağları birbirine bağlayan ana protein maddesi olan kollajeni üretmek ve bağışıklık sistemi fonksiyonlarına yardımcı olmaktır (Ely, 1996).

Türk Gıda Kodeksi, “besin destekleri” veya “takviye edici gıda”yı; “ normal beslenmeyi takviye etmek amacıyla, vitamin, mineral, protein, karbonhidrat, lif, yağ asidi, amino asit gibi besin öğelerinin veya bunların dışında besleyici veya fizyolojik etkileri bulunan bitki, bitkisel ve hayvansal kaynaklı maddeler, biyoaktif maddeler ve benzeri maddelerin konsantre veya ekstralarının tek başına veya karışımlarının kapsül, tablet, pastil, tek kullanımlık toz paket, sıvı ampul, damlalıklı şişe ve diğer

benzeri sıvı veya toz formlarda hazırlanarak günlük alım dozu belirlenmiş ürünler” olarak tanımlamıştır (TGK, 2013).

Takviye edici ek gıdalar; vitaminler, mineraller, aminoasitler, esansiyel yağ asitleri, posa, çeşitli bitkiler ve bunların ekstralarını içinde bulundurur. Günümüz şartlarında diyetimizle tükettiğimiz besinlerden yeterli miktarda vitamin ve mineral alınmaması halinde dışarıdan vitamin ve bitkisel ürün takviyeleri kullanımına eğilim artmaktadır. Farmakolojik tedavilere de yardımcı olan daha az yan etki gösteren ve toksisitesi daha az olan takviyeler daha çok tercih edilmektedir. Kimyasal olarak üretilmiş vitaminlere aynı vitamini bulandıran başka bir besin maddesi eklenerek vitaminin vücutta katılımı artırılmaktadır. Vücudun ihtiyacı olduğunda uygun vakitlerde ve dozlarda vitamin alımının zararı bulunmamaktadır. Dikkat edilmesi gereken nokta ise doktor ve diyetisyenlerden destek alıp onların kontrolünde tüketilmesidir.

Bu çalışmanın amacı; ülkemizde satışa sunulan gıda takviyelerindeki C vitamininin *in vitro* biyoerişilebilirliklerinin *in vitro* gastrointestinal sistem ile incelenmesidir.

İKİNCİ BÖLÜM

LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Vitaminler

İlk defa vitamin kelimesi Polonyalı biyokimyacı Casimir Funk tarafından 1912 tarihinde kullanılmıştır. Latin dilinde Vita, hayat anlamına gelmektedir, -amin olan kelimenin son kısmı ise amin anlamına gelmektedir (Tekman ve Öner, 1994). Vitaminler, vücudumuzda yer alan hücre ve organların olması gereken faaliyetlerini sürdürmesine ve sağlıklı bir yaşam sürdürebilmek için ihtiyaç duydukları, günlük beslenmede belirli düzeyde alınması gerekli olan, yüksek biyolojik faaliyete sahip organik bileşiklerdir. İnsan metabolizması, asıl ihtiyacı olanın çok altında ürettiği bazı vitaminlerin dışında gerekli olan vitaminleri üretemediği için dışarıdan takviye yoluyla diyetine eklemesi gerekmektedir. İhtiyacı olan vitamin alınmadığı zaman, hücre ve doku faaliyetlerinde bozulmalar meydana gelmekte bu da sağlık sorunlarını karşımıza çıkartmaktadır. Vitaminler diyetle meyveler, hayvansal kaynaklar, vitamin eklenmiş hazır gıdalar ve vitamin takviyeleri sayesinde vücuda alınmaktadır. Vitaminler diyetle eksik alındığı takdirde eksik alınan vitaminin metabolizmada katkı sağladığı metabolik reaksiyonu ilerletemeyeceğinden büyüme de veya vücudun işlevlerinde duraksamalar meydana gelebilir (Cemeroğlu ve ark.,1992).

Vitaminlerin vücudun çalışmasındaki biyokimyasal etkileri, biyokimyasal reaksiyonların düzenlenmesiyle ilgilidir. Vitaminler insan sağlığında büyümeye yardımcı olup sinir sistemi ve sindirim sisteminin olması gerektiği gibi çalışmasına katkı sağlar. Gerekli besin öğelerinin vücuda elverişli olarak kullanılmasına yardımcı olur ve vücudun direncini korumasına destek olur. Vitaminler temel olarak sağlıklı nesillerin yetişmesine katkı sağlar (Cemeroğlu ve ark.,1992).

Vitaminlerin günlük alınması gereken belli miktarları vardır. Diyetinde çok çeşitli besinler bulduran bireyler dengeli bir biçimde beslendikleri takdirde günlük alınması gereken vitamin miktarlarını alabilmektedirler. Bu bireyler diyetlerinin dışında ekstrasdan vitamin takviyesi aldıklarında bu vitaminleri vücut depolayamayacağından günlük gereksinimlerin dışındaki fazla vitaminler idrar yoluyla vücuttan atılacaktır (Gilman ve ark. , 1991).

Vitaminler besinlerde farklı oranlarda bulunur. Dağılımları da bütün besinlerde farklılık gösterir. Bazı besinlerde bazı vitaminler yüksek miktarda bulunurken bazı vitaminler hiç bulunmamaktadır. Besinlerin içeriğindeki vitamin miktarları g/100 g, USP ünitesi veya I.U. olarak gösterilmektedir (Cemeroğlu ve ark.,1992).

Vitaminler yağda çözünen vitaminler (A,D,E,K) ve suda çözünen vitaminler (B-kompleks grubu ve C vitamini) olarak ikiye ayrılmaktadır. Yağda çözünen vitaminler sindirim kanalında emilip (absorbsiyon), vücut tarafından metabolik reaksiyonlara katılabilmeleri için vücuda yağ ile birlikte alınmaları gerekmektedir. Yağda çözünen vitaminlerin günlük alınması gerekenden fazlası vücutta depolanmaktadır. A ve D vitaminlerinin fazlası vücutta karaciğer dokusunda depolanmaktadır. Fakat A ve D vitaminlerinin çok fazla miktarlarda alınması vücutta toksik etkiye neden olmaktadır. E vitamininin fazlası vücutta yağ dokusunda depolanmaktadır. K vitamininin fazlası ise düşük miktarda depo edilebilmektedir. B-kompleks grubu vitaminleri ve C vitamininin alınan fazla miktarları vücutta depo edilemeyeceğinden bireyin beslenmesinde günlük olarak dışardan alması gerekmektedir (Cemeroğlu ve ark.,1992).

2.1.1. Vitaminlerin Tarihçesi

Miladi yılın başlamasından 1500 yıl önce düzensiz beslenmeyle ortaya çıkan gece körlüğü hastalığını pişmiş olarak yedirilen karaciğer sayesinde iyileştiği tespit edilmiştir. Daha sonraki yıllarda ise ortaya çıkan birçok hastalığın meyve ve sebze yenilerek engellenebileceğini araştırmacılar ortaya koymuşlardır. Bazı araştırmacılar skorbit, riketsia, pellegra ve beriberi gibi önemli hastalıkların yetersiz beslenmedeki vitamin eksikliğinden kaynaklandığını 1800'lü yıllarda ortaya çıkarmışlar. İngilterede 1950 li yıllarda bireyin büyüme ve gelişmesi için elzem olan vitaminlerin sütte bulunduğunu ortaya koymuşlardır (Anonim, 2012). Vitaminler insanların ve hayvanların yaşamını sağlıklı bir şekilde sürdürmesi için gerekli olan, organizma tarafından sentezlenemeyen, dışarıdan diyet yoluyla alınması gereken organik maddelerdir (Anonim,2012). Vitaminlerin keşfedilmesiyle birlikte yetersiz beslenmeden ortaya çıkan sağlık sorunlarını önlemede başarılar sağlanmıştır (Anonim, 2012).

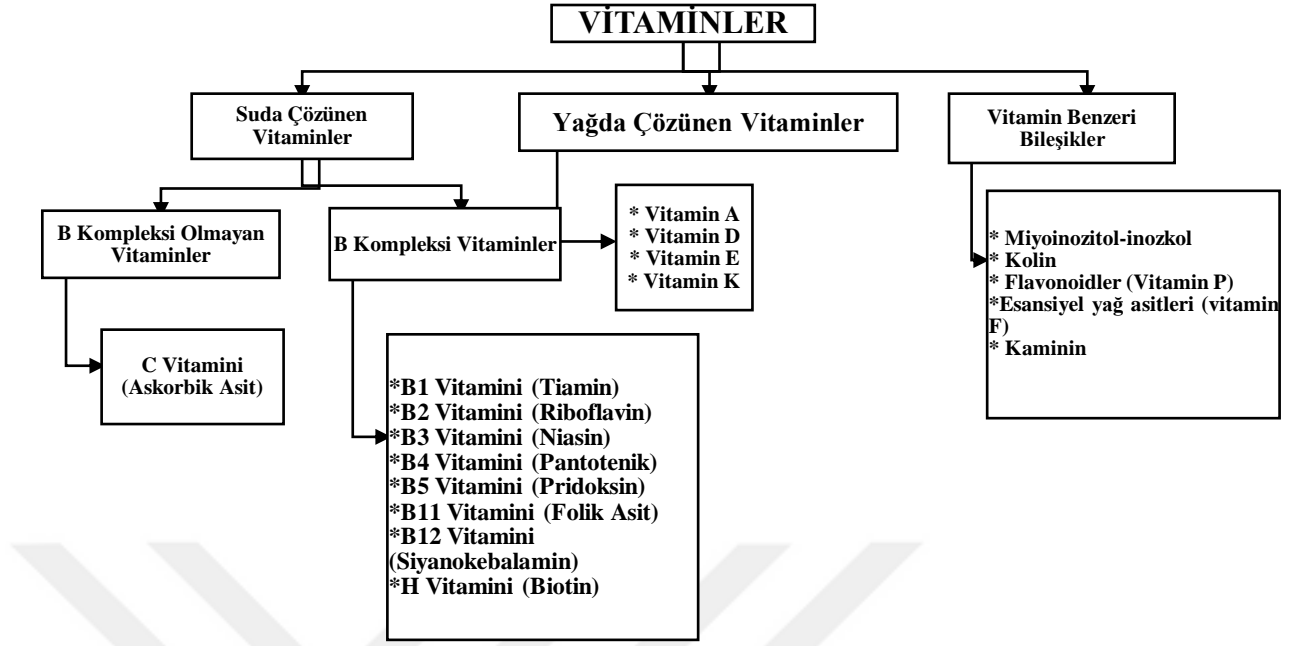
Bireylerin sağlıklı bir Şekilde bŧyŧmeleri ve metabolik reaksiyonlarını yerine getirebilmeleri için almaları gereken 13 farklı vitamin bulunmaktadır (elik, C., 2005).

Hastalıkların tedavisinde beslenmenin önemi ve hastalıklarla ilgisinin tespit edilmesi antik çağlara kadar uzanmaktadır. Hastalıkların beslenmeyle önlenebilmesi insanoğlunun hep dikkatini çekmiŐtir ve onları daha fazla araştırmaya yöneltmiŐtir. Vitaminler ŧzerine yapılan araştırmalar ve ortaya konulan alıŐmalar 20. Yŧzyılın daha öncesinde baŐlamıŐsa da, vitaminlerin kimyasal yapıları ve biyolojik olarak önemlerinin ortaya konulması 20. Yŧzyılın baŐından sonra ortaya konulmuŐtur. Bundan dolayı bazı araştırmacılar 20. Yŧzyıl'a 'vitamin ağı' adını vermiŐlerdir. Vitamin ağı döneminde birçok bilim adamı ve araştırmacılar vitaminler ŧzerine yaptıkları çalıŐmalarla Nobel dŧlŧ almıŐlardır (elik, C., 2005).

Daha önceden bireylerin ihtiyaı olan bŧtŧn vitamin ve mineralleri doğal olarak alınan besinlerle karŐılayabileceđi grŧŐŧ ağırlıktaydı. Daha sonra bu grŧŧ deđiŐti ve gŧnŧmŧzde bireyler daha fazla vitamin ve mineral tŧketmeye ihtiyaç duyar oldu. Bireylerin vitamin ve minerale ihtiyaç duyması, bŧyŧk bir ilaç ŧretim sektrŧne dnŧŐtŧ. Őretilen vitamin ve mineral takviyeleri gelişmiş ŧlkelerin bilimsel olan sağlık kuruluŐlarının vitaminlerin RDA (gŧnlŧk alınması gereken) nerileri dikkate alınarak bireylerin vitamin takviyelerini kullanması sağlandı. Gŧnŧmŧzde vitamin takviyeleri , ilaç endŧstrisinde bŧyŧk yer kaplamakta ve sağlık için harcamalarda yerini git gide artırmaktadır (elik, C., 2005).

2.2. Vitaminlerin Sınıflandırılması

Vitaminler 2 gruba ayrılır:1. Grup yağda zŧnen, 2. Grup suda zŧnen. Bu sınıflandırmada vitaminlerin arasında fizyolojik olarak bir bağ bulunmamaktadır. Vitaminlerin organizmada emilimleri ve depolanma eŐitleri ynŧyle benzer gruplara ayrılmıŐlardır. AŞağıda vitaminlerin sınıflandırılmasının tablosu yer almaktadır.



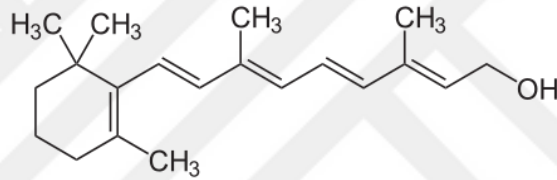
Tablo 2.1. Vitaminler

2.2.1. Yağda Çözünen Vitaminler

Yağda eriyen vitaminler (A, D, E, K) yağda çözüldükleri için bu isim verilmiştir. Bireyin sağlığı için elzem vitaminlerdir. Vücutta çok önemli fonksiyonları bulunmaktadır. Yağda eriyen vitaminler yağ ile birlikte alındıklarında bağırsaklardan dolaşıma emilmektedirler. Bu vitaminler dolaşıma karıştıktan sonra karaciğer dokusuna taşınmaktadır. Yağda eriyen vitaminlerin fazlası karaciğer ve yağ dokusunda depolanmaktadır. Yağ emilimini bozan bütün hastalıklar ve bozukluklar vücutta bu vitaminlerin eksikliğine sebep olmaktadır. A, D, K vitaminleri karaciğerde depolanırken, E vitamini yağ dokularında depolanmaktadır. Yağda eriyen vitaminler depo edilebildiklerinden suda eriyen vitaminlere göre eksiklikleri daha az görülmektedir. K vitamini hariç diğer yağda eriyen vitaminler suda eriyen vitaminlere göre vücuttan daha yavaş atılırlar. A ve D vitaminlerinin fazla birikmesi vücutta toksik etkiye neden olabilmektedir (Selçuk ve ark. , 2006) .

2.2.2. A Vitamini

A vitaminin tıbbi ismi retinol veya retinoik şeklindedir. A vitamini 3 şekilde bulunur; retinol, beta-karoten ve katoneoidler (Institute of Medicine, 2001; Johnson ve Russell, 2010). Diyetimizdeki hayvansal gıdalarda A vitamini, retinal ve retinol maddeler halinde yer alırken bitkisel gıdalarda da beta karotene provitamin A bulunur. Bu maddeler diyetle alındıktan sonra insan vücudunda A vitaminine dönüşürler. İnsan vücudunda A vitamininin %90'ı karaciğerde depo edilir. %10'u ise böbrek, dalak, akciğerde, gözde, yağ dokuda (%9) ve kanda (%1) depolanmaktadır. Vücutta gerekli olduğu takdirde retinol bağlayıcı proteine katılarak insan metabolizmasına dağılır (Özata, 2014; Bulduk, 2005; Pehlivan, 2005). A vitaminin molekül yapısı aşağıdaki tabloda yer almaktadır.



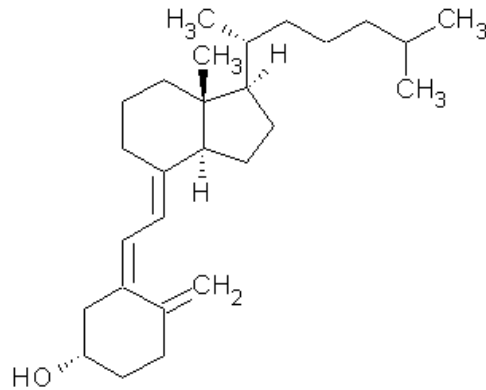
Şekil 2.1. A vitamininin Yapısı

A vitamini insan metabolizmasında epitel doku sağlıklı bir yaşam, büyüme ve gelişmesinin sağlanması için önemlidir. Ayrıca A vitamini üreme ve kemik gelişiminde fayda sağlamaktadır. Eksikliğinde vücudun direnci düşeceğinden hastalıklara karşı koymakta zorlanacaktır. A vitamini vücutta göz sağlığında da çok etkilidir. Gözde bulunan retinadaki proteinlere katılarak geceleri görmemize yardımcı olmaktadır. Vücuttaki A vitamini yetersizliğinde gece körlüğü görülebilmektedir. Hipotiroidide ise A vitaminin ana bileşeni beta-karoten miktarı kanda yükselir ve A vitaminine dönüşmez.. Bu sebepten Tiroid bezi çalışmayan veya az çalışan kişilerin A vitaminini diyetlerine eklememeleri gerekir (Elnour ve ark., 2010). Hamile olan bireylerin A vitamini tüketimine özen göstermesi gerekmektedir. A vitamini vücuttaki gelişime ve sağlığı korumaya katkıda bulunduğu için eksikliği ve fazlalığından doğacak bebeklerin sağlıklı olma olasılığı yükselmektedir. Annenin sütündeki A vitamini oranı yeni doğan bebeklerin ilk 6 ayında sağlıklarını korumak için yeterlidir (Solomons, 2006).

A vitamini diyetle hayvansal ve bitkisel olan besinlerden vücuda eklenebilmektedir. Vücutta hayvansal besinlerden alınan A vitamini, bitkisel besinlerden alınanlara oranla daha çabuk metabolizmaya karışır (Özata, 2014). Balıkyağı, Karaciğer, yumurta sarısı, süt peynir, tereyağı, yeşil yapraklı sebzeler, domates, portakal, kurutulmuş sebze ve meyveler A vitamini bulunan besinlerdendir (Güzel ve Özpınar 2006; Ross, 2010; Solomons, 2006; Institute of Medicine, 2001).

Gelişmiş ülkelerdeki insanlarda A vitamini eksikliği daha fazla bulunmaktadır. Gelişmiş ülkelerde hayvansal besinlere ulaşım daha sınırlıdır (Ross, 2010). Vücutta gereğinden fazla biriken A vitamini depolanmakta ve daha sonra karaciğer hastalıklarına ve kemik erimesi hastalığına neden olabilmektedir (Grune ve diğerleri, 2010). Vücutta gerektiğinden daha az A vitamini alınması ise vücudun enfeksiyona kolay yakalanmasına neden olur. Ayrıca gece körlüğü, göz kuruluğu ve göz kornea tabakasında zedelenmeler meydana gelebilmektedir. Hayvansal gıdalardan yumurta ve süt ürünleri diyetine eklemeyen bireylerde A vitamini eksikliği daha fazla görülmektedir. A vitamini eksikliği yaşamamak için koyu yeşil yapraklı sebzeler ile koyu sarı meyve ve portakal diyetle eklenebilir (Özata, 2014; Pehlivan, 2005). Diyetle vücuda alınması gereken A vitamini değerleri erkeklerde günlük 900 mcg, kadınlarda 700 mcg, gebelikte 800 mcg ve emzirirken 1120-1300 mcg'dır (İnstitute of Medicine, 2001; Özata, 2014; Bulduk, 2005).

2.2.3. D Vitamini



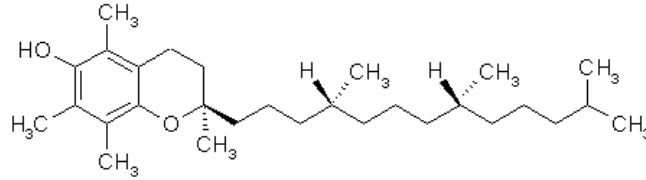
Şekil 2.2: D Vitamininin Yapısı

D vitamininin molekül yapısı yukarıda ki tabloda gösterilmiştir. D vitamini vücuda gıdalarla alınırken güneş ışığının yardımıyla da vücutta etkili hale gelmektedir (Cranney ve ark., 2007; Wharton ve Bishop, 2003). Kapalı kıyafetler giyinen kişiler ve kapalı yerlerde çalışan bireylerin yeterince güneş ışığından yararlanamadıkları için vücutlarına D vitaminini yeterli miktarda alamazlar (Webb ve ark., 1988; Webb VE ARK., 1990). Güneşten vücuda alınan fazla D vitamini zehirlenmeye neden olmaz. D vitamini besinlerde çok az miktarda bulunur (Institute of Medicine, 2010; Holick, 2007). Araştırmalarda obez kişilerin vücutunda D vitamini eksikliği daha fazla olduğu bildirilmiştir. Fakat araştırmalarda D vitamini eksikliğinin obeziteye neden olduğu konusunda bir kanıt bulunamamaktadır (Kong ve Li 2006; Earthman ve ark., 2012). D vitamini en çok hayvansal gıdalarda yağlı balıklarda yer almaktadır. Karaciğer, peynir, süt ve süt ürünlerinde daha az yer almaktadır (Güzel ve Özpınar, 2006; Institute of Medicine, 2010). D vitamininin vücuttaki etkileri kemiklerin güçlü olmasını sağlarken, kandaki kalsiyum seviyesinin ve kan basıncının dengelenmesinde etkilidir. Ayrıca D vitamini bağırsaklarda kalsiyumun vücuda emilmesine yardımcı olmaktadır (Cranney ve ark. , 2007). D vitamini vücudun bağışıklık sistemini kuvvetlendirdiği için soğuk algınlığına yakalanmayı engelleyici etkisi vardır. Ayrıca vücudun kansere yakalanmasını önleyici etkisi bulunmaktadır. D vitamini kasların direncini artırır. Bu nedenle D vitamini sporcular için çok önemlidir(Güzel ve Özpınar, 2006). Doğal olarak bulunan güneş ışığı vücutta D vitamini sentezi için çok elzemdir (Wolpowitz ve Gilchrest, 2006). D vitamininin vücuttaki ihtiyacının karşılanabilmesi için gün içerisinde 15-20 dakika kadar güneş ışığı görmesi gerekmektedir (Holick, 2007). Vücudun D vitaminine olan gereksinimi yaşlandıkça artmaktadır. Bireyin alması gereken D vitamini değeri günlük olarak 19-50 yaşına kadar 200 ünite olurken, 50 yaşından sonra 400 ünite, 70 yaşından sonra 600 ünite olabilmektedir. Fazla D vitamini alındığında bireylerde bulantı, kusma, kabızlık, halsizlik ve kilo kaybı görülebilmektedir (Institute of Medicine, 2010).

2.2.4. E Vitamini

E vitamini bireylerin vücutlarında ki formunun ismi Eokoferol 'dür. En aktif olan formu ise alfa-tokoferaldür. E vitamininin en aktif formu ısı ve asitlerden etkilenmez.

E vitamininin diğ er formları ise ısıya maruz kaldığında kötü etkilenirler. Hatta yüksek ısı derecesinde çoğ u kaybolmaktadır. Kızgın yağda pişirmede ve yüksek dereceli fırında pişirilmesiyle besinlerdeki E vitaminin çoğ u kaybolmaktadır. E vitaminin molekül yapısı aşağıda ki tabloda yer almaktadır.



Şekil 2.3: E Vitamininin Yapısı (alfa tokoferol)

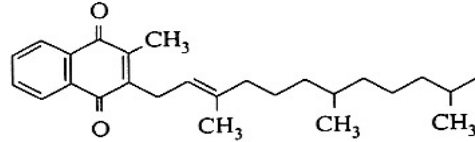
E vitamini; kalp, damar sağlığını korumada, sinir ve beyin fonksiyonlarını düzenlemede ve yaraların iyileşmesinde etkili olan bir vitamindir. Aynı zamanda E vitamini hücrenin genel işleyişini düzenlemeye yardımcı olup, DNA moleküllerinin dayanıklılığını arttırmaktadır (Pehlivan, 2005; Institute of Medicine, 2000). İnsan metabolizmasına giren zararlı etkilere, sigaradan ve havadan solunan zehirli maddelerin vereceği zararlara karşı vücudu korur (Özata, 2014). Kalp ve kas hücrelerinin oksijen ihtiyaçlarını sağlayarak daha kolay çalışmalarına yardımcı olmaktadır (Stampfer ve ark., 1993; Pehlivan, 2005). E vitamininin gama-tokoferol formu ise vücutta oluşabilen prostat kanserinden koruyup, kanser hücrelerinin oluşumunu önleyebilmektedir (Özata, 2014; Pehlivan, 2005; Güzel ve Özpınar, 2006).Yapılan araştırmalarda genç kadınlarda kolon kanseri oluşumunu önlediğini ortaya konmuştur (Wu ve ark., 2002). E vitamin; buğday, pirinç, mısır, zeytinyağı, ayçiçeği yağı, ceviz, badem, ayçiçeği çekirdeği, terayağı, margarin, mayonez, çilek, kırmızı et, ıspanak, brokoli, kivi, mango ve muz gibi besinlerde bulunmaktadır (Özata, 2014; Fox, Bowers ve Foss, 1999; Dietrich ve ark., 2006).

Vücutta E vitamini azlığı neredeyse hiç görülmez. Vücutta yağ emiliminin bozulması, safra tıkanması, pankreas yetmezliği hastalığı sonucunda görülebilmektedir. Metabolizmada yer alan kırmızı kan hücreleri E vitamini yetersizse yok olmaya başlar. E vitamini karaciğer yağlanması olan bireylerde

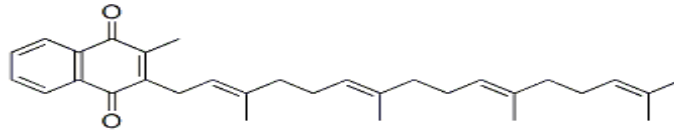
karaciğer fonksiyonlarını iyileştirir (Özata, 2014; Bulduk, 2005). Vücutta E vitamini yetersizliği sinir uyarılarının iletiminin azalmasına ve kasların güçsüzleşmesine neden olmaktadır (Tanyel ve Mancano, 1997). E vitamininin günlük alınması gereken miktar 400 ünedir, 800 ünitenin üzerinde alınırsa vücuda alınan kan sulandırıcı ilaçların aktivitesini arttırmaktadır. E vitamininin fazlası vücuttan dışkı ile atılır (Özata 2014; Pehlivan, 2005; Ergen ve ark. , 2002). İnsan metabolizmasında 1 gram çoklu doymamış yağ asidi için 1 mg E vitamini gerekmektedir (Bulduk, 2005).

2.2.5. K Vitamini

K vitamini K₁(Phytonadione, Fitonadion) ve K₂ (Menaquinone) olarak doğada iki formda yer almaktadır. Bu formalarının molekül yapısı yukarıda ki tabloda yer almaktadır. Üretilen K₃ vitamini ise sentetik bir formdur (Furie, 1990). K vitamininin en çok kullanılan formu K₁ formudur. Nedeni ise K₁ vitaminin vücutta diğerlerine göre daha az toksik etkisi bulunması ve vücuda daha çabuk yararının dokunmasıdır (Carrié, 2004; Pehlivan, 2005) K₁ vitamininin görünümü sarı yağimsı şeklindedir. K₁ vitamini kalın bağırsakta, doğada ve bitkilerde sentezlenmektedir. K₂ formu ise sarı renkli ve kristal halde bulunmaktadır.



Şekil 2.4: K₁ Vitamininin Yapısı



Şekil 2.5: K₂ Vitamininin Yapısı

K₂ vitamini diğer formlarına göre vücuda olan etkisi 3'te 2 si kadardır (Özata, 2014). K vitamini vücutta karaciğerin gördüğü zararlarda pıhtılaşmaya yardımcı olmaktadır (prothrombin). Vücuda alınan kan sulandırıcı etkili ilaçlarla alınması gereken K vitamini gereksinimi artar (Conly ve ak., 1994). Vücutta kemik yapısında bulunur ve

osteoporoz adı verilen kemik güçsüzlüğü hastalığının oluşumunu önlemede etkilidir (Ferland, 1998; Newman ve Shearer, 1998).

Günlük alınması gereken K vitamini değeri 75-100 µg'dır. Yetişkin bireyler için önerilen günlük alınması gereken minimum K vitamini miktarı 65-70 µg'dır. Alınan K vitamininin bir kısmı beslenmeyle bir kısmı ise bağırsaklardan karşılanmaktadır. Yetişkin erkek bireyler yetişkin kadınlara oranla günlük 20-30 µg daha fazla K vitamini tüketebilirler (Conly, 1994; Pehlivan, 2005; Güneş, 2015; Bulduk, 2005). K vitamini karaciğer, peynir, tereyağı, marul, lahana, brokoli gibi ve yeşil yapraklı gıdalarda bulunmaktadır. (Elder, 2006; Pehlivan, 2005; Güneş, 2015; Bulduk, 2005; Suttie, 2010). Vücutta K vitamini eksikliğinde pıhtılaşma azalacağından doğal olarak kanamalarda artmaktadır. Vücudun aldığı darbelerde kolay bir şekilde hasar görmesi ve oluşan hasarda kanamanın durmaması gibi etkilerin görülmesi K vitaminin eksikliği sonucunda karşılaşılabilmektedir. Vücutta K vitaminin vücuttaki yüksekliğinde, karaciğer fonksiyonları zarar görmektedir, aşırı pıhtılaşma sağlayarak damar tıkanıklığı riskini artırmaktadır. K vitamini eksikliğinde vücutta varis oluşumunu sağladığı yapılan araştırmalarda ortaya konmuştur (Institute of Medicine, 2001; Pehlivan, 2005; Özata, 2014).

2.2.6. Suda Çözünen Vitaminler

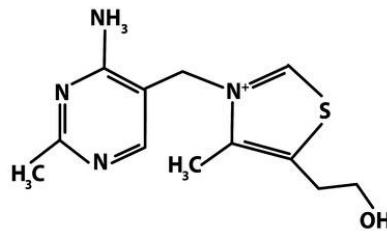
Suda çözünen vitaminler vücutta bağırsakta emiliminden sonra ihtiyaç olan dokulara kan yolu ile taşınmaktadır. Suda eriyen vitaminlerin her birinin çözünürlük dereceleri farklıdır (Sauberlich ve ark. , 1985). Çözünürlük derecelerindeki farklılık vücutta ki dağılımını etkilemektedir. Suda çözünen vitaminlerin fazla alımı, dokularda belli bir kısmı depo edildikten sonra atılmaktadır. Suda çözünen vitaminlerden olan B gurubu vitaminler serbest haliyle bir etki sağlamaz. Suda çözünen vitaminlerin metabolizmaya dâhil olabilmesi için birçok kimyasal reaksiyonları geçirmesi gerekmektedir. Yapısına diğer maddelerin veya molekül parçalarının eklenmesiyle koenzim işlevini yerine getirebilir.

Suda çözünen bir diğer vitamin olan C vitamininin fizyolojik olan işlevleri biliniyor olsada, metabolizmada ki görevi çok iyi bilinmemektedir. C vitamini diş sağlığı,

kemiklerin gelişimi ve vücutta ki yaraları iyileştirmesi gibi yayırlı olan bir çok işlevi bulunmaktadır (Olson ve ark., 1990).

2.2.7. B₁ Vitamini (Tiamin)

B₁ vitamini doğada renksiz kristal olarak bulunur. B₁ vitamininin molekül yapısı aşağıda ki şekil 6'da yer almaktadır. Isıda veya oksidasyonda bozulmaz. Vücutta bulunması metabolik olan işlevleri aktifleştirir. Vücutta kalp, karaciğer ve böbreklerde az oranda depolanır. Fazlası vücuttan idrar yoluyla dışarı atılmaktadır. Alkol, kafein ve antibiyotikle birleştiğinde vücuttaki işlevini kaybeder (Pehlivan, 2005; Bulduk, 2005; Özata, 2014). B₁ vitamini vücutta glikoz ve karbonhidrat metabolizmasında bulunmaktadır. İşlev olarak enerji üretiminde bulunur. Tüketilen karbonhidrat miktarı arttıkça vücuda alınması gereken B₁ vitamini miktarı da artmaktadır (Bakker ve ark., 1998; Bulduk, 2005). Vücutta etanolün, su ve karbondioksite dönüşümünde görev almaktadır. Yağ asitleri ve sterol gibi maddelerin üretiminde rol oynar. İhtiyaç halinde yağ asitlerinin yağa dönüştürülerek depolanmasını sağlar. Mide, kalp ve bağırsak kaslarının üretiminde görevlidir. Büyüme ve gelişmenin sağlanmasında etkili bir vitamindir. Zihinsel faaliyetlerde de etkilidir. Vücutta sinir hücreleri enerji kaynağı olarak glikozu kullanır. Bu nedenle B₁ vitamini eksikliğinde beyin hücreleri oksijen ihtiyacı tamamını karşılayamayacağından sinir sistemi zarar görmektedir. Son olarak Damar sertliği oluşumunu önlediği bilinmektedir (Pehlivan, 2005; Bulduk, 2005).



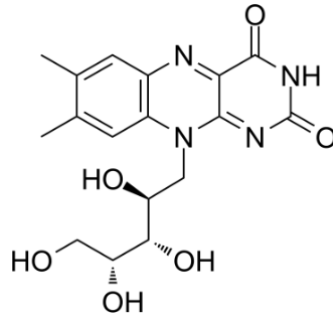
Şekil 2.6: B₁ Vitamini (Tiyamin)

B₁ vitamini yiyeceklerde genel olarak hububat, kuru baklagillerde ve kuru yemişlerde bol miktarda yer almaktadır (Bingöl, 1977). B₁ vitamini suda eriyen bir vitamin olduğu için pişirme şekli ve tüketimi önemlidir. Pişirirken suda haşlanırsa, haşlama suyunda tüketilmesi gerekir (Pehlivan, 2005). Yetişkin bir bireyin günlük

ortalama 1000 kkal için 0,5 mg B₁ vitamini alması önerilirken, sporcuların da en az 1 mg alması önerilir. B₁ vitamininin günlük ihtiyacı; alınan enerji ve tüketilen karbonhidrat miktarına göre farklılık gösterebilir (Pehlivan, 2005; Bulduk, 2005; Özata, 2014).

2.2.8. B₂ Vitamini (Riboflavin)

B₂ vitamini tüketilen gıda maddelerinin vücutta enerjiye dönüştürülmesinde, büyümede ve vücut direncinin artırılmasında etkilidir (Bacher ve ark, 2000). B₂ vitamini flavokoenzin ve flavoproteinlerin yapısında yer alır. Glutatyon redüktaz enziminde ise antioksidan özellik göstermektedir (Özata, 2014). B₂ vitamininin molekül yapısı aşağıda ki şekil 7'da yer almaktadır. B₂ vitamini ısı, güneş ışığı, alkol, kafein ve östrojen ile karşılaştığında işlevini kaybeder (Bacher ve ark, 2000). Fazlalığı böbrek ve karaciğerde depolanır. B₂ vitamininin üretimi bağırsaklarda bulunan bakterilerin sayesinde olur. Vücut strese girdiğinde B₂ vitamini ihtiyacı artmaktadır (Özata, 2014). Alınması gereken günlük miktar ortalama 1,3 mg'dır. 11 yaş ve üzeri kişilerde 1,4 mg, hamilelik döneminde 1,6 mg, 1-10 yaş aralığında ise 0,8 mg kullanılması önerilmektedir (Bacher ve ark, 2000).



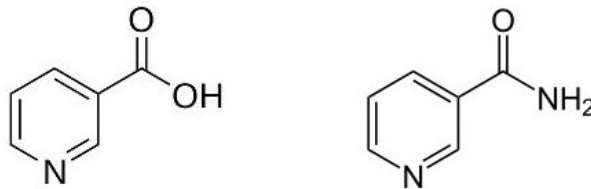
Şekil 2.7: B₂ Vitamini (Riboflavin)

B₂ vitamini gıdalarda; karaciğer, et, tavuk yağsız süt, yumurta sarısı, peynir, ısırgan otu, adaçayı, brokoli, yoğurt, ıspanak, balık ve tahıllarda bulunmaktadır (Özata, 2014; Yücecan, 2008). Vücutta göz ve deri sağlığını korumak için önemlidir (Bulduk, 2005). Kansızlık, bazı kanser türlerinin gelişmesini engelleme, gözde katarak oluşmasını engellemede B₂ vitamini etkin rol oynamaktadır. Ayrıca göz

yorgunluğu ve migren ataklarını önleyebilmektedir (Özata, 2014). Vücutta B₂ vitamin eksikliği pek görülmez. Çölyak hastası olan bireylerde, yeni doğan bebeklerin sarılık tedavisi için ışık tedavisi aldığı zamanlarda, fazla alkol tüketiminde, süt ve süt ürünlerini az miktarda tüketenlerde, tiroid bezlerinin çalışmaması durumunda ve aşırı derecede egzersiz yapan sporcularda bu vitaminin eksikliği ile karşılaşılabilir (Özata, 2014; Bingöl, 1977).

2.2.9. B₃ Vitamini (Niasin)

B₃ vitamini vücutta enerji üretiminde, glikojenin sentezinde ve kas fonksiyonları için gerekli olan koenzimlerin (NAD ve NADP) hücrel metabolizmasında bulunmaktadır. Gıdalarda nikotik asit ve Nikotinamid şeklinde bulunur. Bulunan bu enzimler insan vücudunda çok sayıda metabolik işlevde görev almaktadır (Yuan ve ark, 2012). Bütün vitaminlerin içerisinde en dayanıklı olanıdır. Isıya (1200 °C'ye kadar) ve ışığa karşı dayanıklıdır (Bingöl, 1977; Bulduk, 2005). B₃ vitamininin molekül yapısı aşağıda ki şekil 8'da yer almaktadır. B₃ vitamini, protein, yağ ve karbonhidrat gibi besinlerin vücutta metabolizmaya katılmasında görev alır. Beynin ve sinir sisteminin doğru bir şekilde çalışmasını sağlar. Glikozdan enerji üretilmesinde, yağ asitlerinin sentezinde, kan dolaşımı ve kandaki kolesterol düzeyinin dengede kalmasında görevlidir (Bays ve ark., 2009; Meyers ve ark., 2004; Brown ve ark., 2001). B₃ vitamininin vücuttaki gereksinimi günlük alınan enerji miktarına göre değişebilmektedir. Beslenmeyle alınan her 1000 kkal için gereksinim 6,66 mg'dır. Yetişkin bireyler günlük ortalama 15-20 mg arası tüketmesi gerekirken, sporcuların ortalama olarak 25 mg B₃ vitaminine gereksinimi olmaktadır (Yuan ve ark, 12).

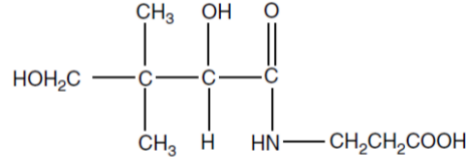


Şekil 2.8: B₃ Vitamini (Nikotik asit, Nikotinamid)

B₃ vitamininin fazlalığında bulanık görme, göz kapağı ödemi, kirpik ve ya kaş kaybı gibi etkilerin görülebileceği belirtilmiştir (Harris, 1963). B₃ vitamini vücutta normal orana geldiğinde görme sorununun ortadan kaldırıldığı bildirilmiştir (Gass, 1973). B₃ vitamini gıdalarla vücuda direk alınabilirken, gıdalardan alınan triptofanlardan üretilmektedir. B₃ vitamini gıdalarda kepek, yer fıstığı, sakatat, kırmızı et, balık, buğday, baklagiller, süt ve yumurtada bulunmaktadır. B₃ vitamininin fazlası vücutta depolanmaz. İnsan vücudunda karaciğer, böbrek ve kaslarda yer alır (Bulduk, 2005; Yuan ve ark, 2012).

2.2.10. B₅ Vitamini (Pantothenic Acid)

B₅ vitamini vücutta bulunduğu hücrelerde koenzim A olarak rol oynar. B₅ vitamininin molekül yapısı aşağıda ki şekil 9'da yer almaktadır. Kişinin vücudunda metabolizmada yer alırken, besinlerden enerji alınmasını sağlar. Ayrıca vücutta böbrek üstü bezlerinden kortizol hormonu salgılanmasında, kolesterolün ayarlanmasında ve beyinde kullanılan asetik kolin maddesinin üretiminde etkilidir (Özata, 2014; Miller ve Rucker, 2012; Sweetman, 2010). B₅ vitamini vücutta yaşlanmayı erteler, depresyon ve anksiyete tedavisinde etkilidir. Ayrıca D vitamini ve kırmızı kan hücrelerinin oluşumunda yer alır. Ciltteki yaraların erken iyileşmesini hızlandırıcı etkisi vardır (Özata, 2014). Vücutta yağ asitlerinin oksidasyonunda ve enerji üretiminde yer alır. Kanın yapısında ki alyuvarların üretiminde etkilidir. Vücudun hastalıklara karşı kendini savunmasında etkilidir (Pehlivan, 2005). B₅ vitamin eksikliğinde bağırsaklarda vitamin emilimi bozulabilmektedir. İştahsızlık, mide bulantısı görülebilmektedir (Özata, 2014; Pehlivan, 2005). B₅ vitaminin eksikliği nadir olarak görülmektedir (Miller ve Rucker, 2012). Eksikliğinde vücut hastalıklara karşı dirençsiz hale gelmektedir. Karın ağrısı, kaslarda dirençsizlik ve kramplar meydana gelmektedir. Eksikliğinde psikolojik etkileri görülmektedir. Kişilik bozukluğu ve depresyon hali eksiklik belirtileri arasındadır. Bacak ve ayaklarda "yanan ayak sendromu" denilen hastalık meydana gelmektedir (Hodges ve ark., 1958; Glusman, 1947; Bingöl, 1977; Özata, 2014).

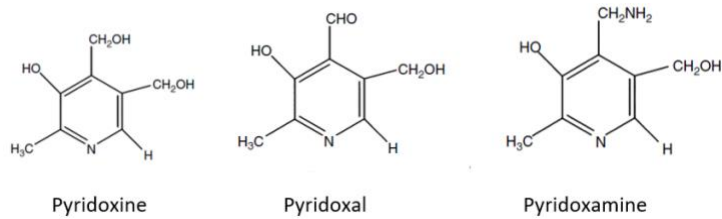


Şekil 2.9: B₅ Vitamini (Pantotenik asit)

B₅ vitamini fındık, buğday, yumurta sarısı, tavuk, karaciğer, böbrek, balık, mantar, tam tahıllar, yoğurt ve süt gibi gıdalarda yer almaktadır. Vücutta bağırsaklarda yer alan bazı bakteriler B₅ vitamini üretimini sağlar (Özata, 2014; Pehlivan, 2005;). B₅ vitamini fazlalığında idrarla yoluyla atılır. Alınması gereken günlük miktar tam belli olmasa da vücudun metabolik faaliyetlerini yerine getirebilmesi için 6-10 mg arası olduğu belirtilmektedir. Tahıllarda yer alan B₅ vitamini tahılların işlenmesi sırasında yarısı yok olurken, ette bulunan B₅ vitaminin pişirilme sırasında üçte biri yok olmaktadır (Institute of Medicine, 1998; Özata, 2014; Pehlivan, 2005).

2.2.11. B₆ Vitamini

B₆ vitamini vücutta 100' den fazla enzim ile reaksiyona girmektedir. Vücutta yer alan etkili formu Piridoksal 5' monofosfat (PLP) dir (Institute of Medicine. 1998; McCormick, 2006). Vücutta yer alan proteinlerin şekere dönüştürülmesinde ve kanda ki şekerin oluşmasında etkilidir. B₆ vitamini vücutta bağışıklık sisteminin oluşmasında ve sinir hücrelerinin gelişiminde yer almaktadır (Mackey ve ark., 2005). Beyinde seratonin hormonunun salgılanmasında etkili bir vitamindir. Kanda oksijenin vücutta dağılmasını sağlayan hemoglobin proteinlerinin oluşmasında yardımcı olur (Özata, 2014).

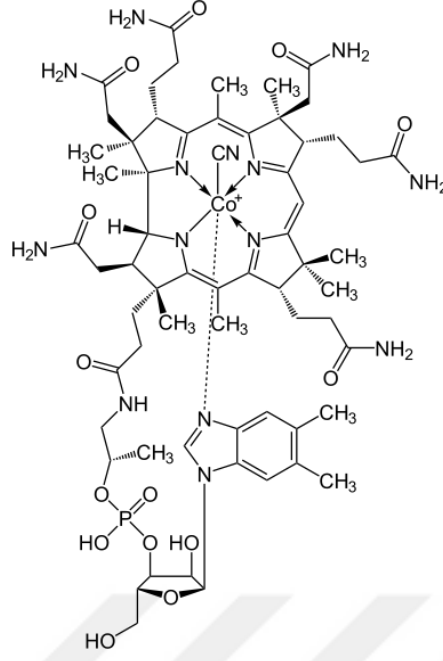


Şekil 2.10: B₆ Vitamini

B₆ vitamini gıdalardan muz, balık, et, fasulye, buğday, biftek, patates, fındık, portakal, süt, ıspanak, ceviz, hindi ve tavuk etinde yer alır. Diyetinde et yer almayan bireyler dışarıdan takviye olarak B₆ vitamini tüketebilirler. B₆ vitamini gıdalarda serbest ya da pridoksal, pridoksamin, pridoksin'in fosfat formu veya pridoksin glikozid formunda da bulunabilmektedir. Günlük olarak bireylerin ihtiyacı 1,5-1,7 mg arasındadır (Institute of Medicine, 1998; Mackey ve ark., 2005; Subar ve ark., 1998; Yücecan, 2008). B₆ vitaminin vücutta ki eksikliği nadir olarak görülmektedir. Vücutta eksikliği halinde damar sertliği riski meydana gelmektedir (Özata, 2014). Fazla alkol tüketimi, kalp rahatsızlığı, şeker hastalığı ve astım gibi rahatsızlıkların bulunması vücutta B₆ vitamini eksikliğini arttırdığını ortaya koymuştur. Eksikliğinde vücutta kansızlık, psikolojik sorunlar ve cilt yaraları meydana gelebilmektedir (McCormick, 2006; Özata, 2014; Institute of Medicine, 1998).

2.2.12. B₁₂ Vitamini

B₁₂ vitaminin yapısında kobalt yer aldığı için kobalamin adında da anılır. Suda çözünen bir vitamindir (Institute of Medicine, 1998). Metabolizmada DNA ve kırmızı kan hücresi üretiminde yer almaktadır. Sinir sisteminin sağlam kalmasında etkili bir vitamindir (Institute of Medicine, 1998; Herbert, 1996). Doktora başvuran obez çocuklarda istenilen kan tahlili sonuçlarında B₁₂ vitaminlerinde eksiklik olduğu bildirilmiştir (Sezer ve ark., 2013). Alınması gereken günlük miktar ortalama 2,4 mikro gramdır. Kanda B₁₂ vitamin düzeyi 400pg/ml den düşükse eksiklik tanısı konulabilir. Kilo alamayan bireyler multivitamin takviyesi olarak B₁₂ vitaminini günde 6 ile 30 mikrogram miktarında kullanabilirler. Vücutta fazla B₁₂ vitamininin zararlı etkisi bulunmamaktadır. B₁₂ vitamin takviyesi doktorlar tarafından reçete edilebilen bir ilaçtır. Kas içine enjeksiyon şeklinde de tedavi amaçlı uygulanabilir (Andrès ve ark., 2007). Vücutta B₁₂ vitamini sinir ve sindirim sisteminin korunmasında elzem bir vitamindir (Bulduk, 2005).

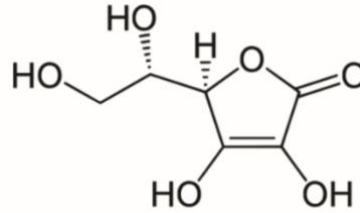


Şekil 2.11: B₁₂ Vitamini

Doğada hayvansal gıdalarda bulunur. Hindi eti, kırmızı et, tavuk eti ve az miktarda süt ve yoğurtta yer alır (Tucker ve ark., 2000). B₁₂ vitamin eksikliği kansızlık olarak vejetaryenlerde ve mide-bağırsak hastalığı olan bireylerde görülmektedir (Carmel, 1997; Carmel, 1995; Markle, 1996). Tedavi amaçlı ülser ilacı kullanan bireylerde ve midesi ameliyat ile alınan bireylerde eksikliğine çokça rastlanmaktadır (Sumner ve ark., 1996; Brodin ve ark., 1998; Bradford ve Taylor, 1999; Howden, 2000). Alkol, tedavi amaçlı mide koruyucu kullanmak metabolizmada B₁₂ vitaminin emilimini azaltır, eksiklik görülmesine neden olur (Combs, 1992; Institute of Medicine, 1998). Vücutta ki B₁₂ vitamin eksikliğinin önüne geçilmezse sinir sisteminde kalıcı olarak hasarlar bırakabilmektedir (Institute of Medicine, 1998). B₁₂ vitamininin eksikliğinin vücutta görülen etkileri, kansızlık, iştahsızlık ve kilo kaybı, gaz, bulantı, kabızlık, halsizlik, yorgunluk, kulakta çınlama ve bacaklarda his kaybı olarak görülmektedir. Kişilik bozukluğu gibi psikiyatrik hastalıklarda meydana gelebilmektedir (Bernard ve ark., 1998; Combs, 1992; Bottiglieri, 1996).

2.3. C Vitamini (L-Askorbikasit)

C vitamininin diğ er adı askorbik asit olup kimyasal formülü $C_6H_8O_6$, moleküler ağırlığı ise 176,12 g/mol'dür. Özkütlesi 1,65 g/cm³, erime noktası 189 °C ve bozunma noktası 192 °C dir. Sudaki çözünürlüğü yaklaşık 33 g/100 mLdir (Fadhel, 2012).

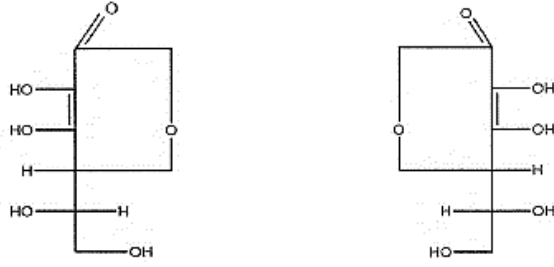


Şekil 2.12. C (L-askorbik Asit) Yapısı

C vitamininin en en çok kullanılan 2 ismi L-askorbik asit ve C vitamini dir. Tarih içerisinde C vitaminin isimleri arasında cevitamik asit, antiskorbutik vitamin, heksuronik asit, skorbutamin ve redoxon olarak yer almaktadır. C vitamininin kimyasal isimleri ise; L-askorbikasit 3-oxo-l-glufuranolaktonel(enolform), L-3-ketotreohesuronicasitlakton'dur (Özgür ve ark., 1992).

C vitamini (L-askorbik asit) oda ısısında renksiz ve kokusuzdur. C vitamininin tadı tam ekşidir ve suda kolay olarak çözünebilir kristal (E.N 192) yapıda bulunur. Suyu karışan organik olan çözücülerde kolayca çözünürler. Organik olan başka çözücülerde çözünemezler (Tietz ve ark., 1986).

C vitamini (L-askorbik asit) çeşitli izomerleri olan bileşiktir. C vitamininin doğal formu ise L-askorbik asittir. C vitamini asit olup yüksek indirgen özelliğe sahiptir. C vitamininin sudaki çözünürlüğü yüksektir. C vitamininin bu özellikleri lakton halkasındaki karbonil grubu ile konjuge olan enediol yapıdan kaynaklanmaktadır (Tannbaum ve ark., 1985). C vitamininin iki tane izomeri bulunmaktadır. Bu izomerler "D-askorbik asit (eritorbik asit)" ve "L-askorbik" asittir (Hellman, L. ve Burns, J.J, 1958). D-askorbik asit , L-askorbik asitin yaklaşık olarak %10'u kadar bir aktiviteye sahiptir (Tannbaum ve ark., 1985). D-askorbik asit vitamin aktivitesine sahip değildir. Ancak birçok besinin redoks sistemlerinde L-askorbik asit gibi rol aldığından besinlerde antioksidant olarak kullanılmaktadır (Cemeroğlu ve ark., 1986)



Şekil 2.13. L-askorbik Asit ve D-askorbik Asit Yapısı

2.3.1. C vitamininin (L-askorbik asit) Tarihçesi

C vitamini kimyasal olarak araştırılmadan önce de hastalıklarla ilişkisi ortaya konmuştu (Özgür ve ark. , 1992).

C vitamini ile ilgili ilk araştırmalar 1907 yılında Holst ve Frolich tarafından laboratuvar deneyleriyle başlamıştır. Holst ve Frolich bazı gıda maddelerinin, özellikle de yeşil olan sebze ve meyvelerin skorbüt hastalığının ortaya çıkmasını engelleyici etkisi olabileceğini ortaya koymuşlardır. C.Funk 1912 yılında skorbüt hastalığına neden olan, gıdalarda bulunan bir maddenin eksikliği ile meydana geldiğini bulmuştur. Bu eksik olan maddeye ‘‘Antiskorbütik vitamin’’ adını vermiştir. 1920 yılında ise Drummond antiskorbütik asit vitamin adı yerine ‘‘Vitamin C’’ adını kullanmıştır (Ball, 2004).

2.3.2. C vitamininin (L-askorbik asit) Genel Özellikleri

C vitamini bir monosakkarit türevidir. C vitamini yapıca glikoza ve altı karbonlu monosakkaritlere benzemektedir. C vitamini renksiz bir yapıya sahiptir. C vitamini hafif bir kokuya sahiptir. Tadı ekşidir ve asit reaksiyondadır. Optikçe aktif rol oynar. Polarize olan ışığı sağa çevirme özelliğine sahiptir. C vitamini asetonda erir ama bu çok zor gerçekleşir. Eter, petrol eteri, benzen, kloroform ve yağlarda eriyemez. C vitamininin takviye formları askorbik asitin kristallerinden ya da askorbik asitin kalsiyum ve sodyum tuzlarından yapılmaktadır (Ball, 2004).

C vitamini insan vücudunda omurilik, akciğer, göz gibi birçok hayvansal dokunun sulu olan kısımlarında çok miktarda bulunmaktadır. Meyvelerde ise %1 'den daha çok (~6 mM) bulunabilmektedir. C vitamini kan plazmasında 0,1mM miktarında bulunmaktadır. Birçok organizma C vitaminini kendisi sentezleyebilmektedir. Fakat insan vücudu kendisi sentezleyemediğinden dışarıdan gıda yoluyla alması gerekmektedir. C vitamini enediol yapısında bulunmaktadır. Bu yapı sayesinde pKa sabiti ilk olarak düşük seyrederek (4,2 civarında). C vitamini bu enediol yapısından dolayı bulunduğu dokularda monoanyon olarak görev alır. Bulunduğu 3- yapısında olan hidrojendeki en asidik özelliği gösterendir. Tek elektronu bulunan oksidasyon reaksiyonlarında çıkarılan hidrojen atomudur. Biyolojik reaksiyonlarda bulunan C vitamininin görevi, *in vivo* fonksiyon ve gerekleri iki faktörle açıklanmaktadır. İlki, C vitamininin antioksidan olma özelliği ve enzim kofaktörü olarak görev alma özelliğidir. İkinci olarakta, bağırsakta emilmeyi, serum konsantrasyonu, hücresel dağılımı, kullanımı ve dışarı atılımını içeren farmakokinetiğidir (Özgür ve ark., 1992).

2.3.3. C vitamininin Fiziksel Özellikleri

C vitamini bir monosakkarit türevidir. Yapısı glikoza ve diğer 6 karbonlu monosakkaritlere benzemektedir. C vitamini (L-askorbik asit) oda ısısında renksiz ve kokusuzdur. C vitamininin tadı tam ekşidir ve suda kolay olarak çözünebilen kristal yapıda bulunur. Erime noktası 189-192 derecedir. Optikçe aktif formda bulunur. Polarize olan ışığı sağa çevirme özelliğine sahiptir. C vitamininin sudaki erimesi 100gr suda 33 gr dır. Asetonda erimesi zordur. Eter, petrol eteri, benzen, kloroform ve yağın içerisinde eriyemez (Özgür, M., 1992).

2.3.4. C vitamininin Kimyasal Özellikleri

C vitamininin kimyasal adı 2-oxo-L-threono-hexeno-1,4-lactone-2,3-enediol veya L-3-thetothreohexuoronic acid lactone'dur (Hellman ve ark., 1958). Yapısında hidroksil gruplarını ve oksijen atomlarını bulundurması erime noktası olmasını sağlar (Cemeroğlu ve ark., 1986). C vitamininin asit olarak rol alması en-diol grupları sayesinde meydana gelir. C vitamini tek değerli bir asittir. E-diol grubunda tek

hidrojen bulunması dissosie olmasını sağlar (Baykut ve ark., 2016). C vitamininin kimyasal yapısı askorbir asitin ışığı sola döndürmesini sağlayan enantiyometridir. Kimyasal yolla üretilen C vitamini askorbik asit kristallerinden, askorbik asitin kalsiyum ve sodyum tuzlarından elde edilmektedir. Askorbik asit, serbest olan oksijeni tutarak çabuk okside olan yapıları korur. C vitamininin en önemli olan kimyasal özelliği redoks potansiyeli olup, indiren ajan ve serbest radikal yakalayıcı olarak davranmasına neden olmaktadır. Ayrıca bir H iyonunu vererek serbest radikal zincirini inhibe eder (Turan ve ark., 1991).

2.3.5. C vitamininin (L-askorbik asit) Sentezi

Ticari olarak satılan sentezle elde edilmiş C vitaminidir. Günümüzde uygulanan bu üretim Reichstein ve arkadaşları ile birlikte buldukları yöntemden ortaya çıkmıştır. Yapılan bu C vitamini sentez yönteminde D glikoz baz alınır, bunun katalitik hidrojenlemesiyle aldehit grubu primer alkol grubuna indirgenerek D sorbid ortaya çıkmaktadır. Bunun Acetobacter xylinum ile biyokimyasal yükseltgenmesiyle L-sorboz oluşmaktadır. Bu ortaya çıkan madden C5 ve C6 atomlarından L-askorbik asit ile şekillenenindedir. Bunun platin katalizörü ile birlikte doğrudan doğruya oksijenle veya diaseton türevinin alkali ortamda potasyum permanganatla yükseltgenmesiyle, diaseton 2 keto-L-gulonik asit meydana gelir. Aynı madde L-gulonik asidin kromik asit veya vanadum katalizörü ile birlikte kloratlarla seçimli olarak yükseltgenmesiyle de elde edilir. Bunun da seyretik anorganik asitlerle kaynatılmasıyla laktonlaşma ve enolleşme meydana gelir (Turan ve ark. , 1991).

2.3.6. C Vitamininin Metabolizması

C vitamininin metabolizması, C vitamininin alım şekline, diyetle alınmış olduğu doz gibi olaylara bağlıdır. Vücutta C vitamini gastrointestinal sistemde enerji gerektiren sodyum bağımlı aktif transport mekanizması ile absorbe edilir. Aktif transport sistemi metabolizmada yeterlilik seviyesine gelebilir. Daha fazla alındığı takdirde absorpsiyon azalabilir. Yapılan araştırmalarda deney farelerinde ise askorbik asit konsantrasyona bağımlı olarak bağırsak duvarında pasif difüzyon ile geçebilmektedir. Aynı bağırsak uzunluğuna sahip insanlar ve hayvanlarda C

vitamini, iki türde de benzer transport mekanizmaya sahip olduğunu göstermektedir. İnsanlarda bu transport sisteminin aktivitesi en çok jejunumda, farelerde ise ileumdadır. Bununla birlikte araştırmaların sonucunda ince barsak duadanal ve proksimal duvarı da farelerde absorpsiyon bölgesi olduğu ortaya konulmuştur (Horio ve ark., 1986). Askorbat iyonu küçüktür ve renal glomerular filtrelerin porlarından rahatlıkla geçer. Serum konsantrasyonu 1,6 mg/dL'ye ulaşınca tubuler reabsorpsiyon doyuma ulaşır ve bu ulaşılan sonuç her insanda farklılık göstermektedir. Serum konsantrasyonu değeri 2,5mg/dL'ye çıktığında C vitamini vücuttan idrar yoluyla atılma işlemi başlar. Lökosit ve dokulardaki C vitamini konsantrasyonu serum konsantrasyonuna bağlı olarak artış gösteririr (McDowell ve ark., 1989). C vitamini, vücudun spesifik dokularında çok fazlaca bulunmaktadır. Araştırmalarda retina konsantrasyonları, hipofiz, timüs, adrenal bezler plazmadan 100 kat daha fazla olduğu belirlenmiş. Beyin testis, lenf bezleri, akciğer, karaciğer, dalak, akyuvarlar, tükürük bezleri ve pankreasta ise 10-100 kat fazla olduğu belirlenmiştir (McDowell ve ark., 1989).

2.3.7. C Vitamini Kaynakları

C vitamini bütün canlı olarak bulunan dokularda bulunmaktadır. C vitamini fazlaca taze olan meyve ve sebzelerde bulunmaktadır. Bulunduğu meyveler içerisinde en fazla limon, portakal, greyfurt, kivi, çilek ve frenk üzümünde bulunmaktadır. Bulunduğu bu meyvelerin (limon, portakal, greyfurt, kivi, çilek ve frenk üzümünde) kabuk kısımları C vitamininden daha zengindirler (Özgür, M., 1992) .

Sebzelerde ise daha çok kuşburnu, karnabahar, lahana, ıspanak, kuru soğan, turp, maydonoz ve yer elmasında bulunmaktadır (Özgür, M., 1992). Aşağıda bulunan tabloda ise çeşitli gıdaların C vitamini miktarları yer almaktadır (TURKOMP, 2020).

Gıda	mg (100 g)
Maydanoz	188.9
Biber, kırmızı, California Wonder tipi	150.7
Biber, süs, turşuluk	146.8
Çiriş	130.0
Biber, sarı, California Wonder tipi	125.9
Biber, dolma	109.7
Roka	109.4
Lahana, Brüksel	109.1
Brokoli	107.6
Dereotu	100.9
Lahana, kara	97.2
Tere	85.4
Sunbala	83.1
Biber, sivri	82.8
Biber, Çarliston tipi	80.0
Rezene, kök, sap	76.9
Çilek	75.5
Deli kereviz	75.0
Isırgan	74.7
Portakal suyu, konsantre	71.2
Lahana, kırmızı, baş	66.4
Kızılıcık	66.2
Çoban çantası	62.7
Kebere	61.6
Kivi	60.1
Ananas	59.3
Bisküvi, bebe	52.3
Portakal, Valensiya çeşidi	47.4
Portakal suyu	46.8
Geleboru	46.0
Karnabahar	45.3
Portakal, Washington Navel göbekli portakalı	45.3
Ebegümeçi	44.9
Çilek, dondurulmuş	44
Limon, Interdonato	44.1
Mandarin, Nova	43.1
Portakal, Navelina Göbekli çeşidi	42.0

Tablo 2.2. Çeşitli gıdaların C vitamini içeriği (mg/100 g)

1920 yılında yapılan araştırmalarda kırmızı etlerin de ve balıkçıklarında de insanlar için faydalı C vitamini bulunduğuna ortaya konmuştur. Aşağıda ki tabloda hayvansal olan etlerde bulunan C vitaminleri yer almaktadır (Thomas ve ark. , 2002).

2.3.8. C Vitamininin Kullanım Alanları

C vitamininin bulunması metabolizmada birçok kimyasal tepkimenin gerçekleşebilmesi için elzemdir. C vitamininin vücuttaki dokularda doymuş olarak bulunması gebelik, emziklik dönemleri için elzemdir. Ayrıca zehirlenme, bakteri toksikleri, enfeksiyonlar gibi etkileri önlemesi için vücutta bulunması gereklidir. Ayrıca vücut geliştiricilerin ve sporla uğraşan bireylerin C vitaminini daha fazla almaları gerektiği bildirilmiştir (Namyslowski ve ark., 1956;1957). Yanıklarda ve ameliyatlarda tüketilmesi gereken C vitamini miktarı artmaktadır. Aşağıda ki tabloda bireylerin yaşlarına ve cinsine göre günlük tüketmesi gereken C vitamini miktarları yer almaktadır (Türkiye Beslenme Rehberi 2015 (TÜBER)).

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

Tablo 2.3. Günlük tüketilmesi önerilen C vitamini miktarları

Ticari olarak üretilen C vitamini gıdaların vitamin açısından zenginleştirilmesi içindir (Özgür ve ark., 1992). C Vitamininin oksijeni tutma özelliğinden ötürü antioksidan olarak kullanılmaktadır. Doğada ki yağların ve yağlı besinlerin uzun süre

muhafaza edilmesine ve beyaz renkli sebzelerin ve meyvelerin kararmasını engellemek için kullanılmaktadır (Cort ve ark., 1974).

Meyvelerin hızlı soğutulması /dondurulması sırasında doğal olan renklerini ve kokularını kaybederler. Ancak bu meyveler dondurulmadan önce C vitamini eklenerek renk ve kokularının korunması sağlanabilmektedir. C vitamininin bu etkisi oksijeni tutma özelliğinden kaynaklanmaktadır. Bu C vitaminin dondurulan meyvelere (kayısı, şeftali, elma, üzüm, muz, armut, ananas gibi) antioksidan olarak eklenmesi yöntemi yaklaşık 20 yıldan beri kullanılmaktadır(Counsell ve ark., 1973 ; Keskin ve ark., 1987). C vitamininden zengin olan gıdalar, indirgen ortamdan kaynaklı metal kaplarda daha iyi muhafaza edilebilmektedir. Metal kutularda muhafaza edilen meyve sularının C vitamin miktarında azalma gözlenmezken, plastik kutularda muhafaza edilen meyve sularında yüksek oranda C vitamini kaybı gözlemlenmiştir (Turan ve ark., 1991).

2.3.9. C vitamininin İnsan Metabolizmadaki Rolü

Vitamin C insan vücudunda vitamin haliyle kullanılmaktadır. C vitamini güçlü bir asittir ve iyi bir ingirgendir. Bu özelliğinden ötürü insan metabolizmasında ‘antioksidan’ olarak işlev görür. C vitamininin yükseltgenmiş hali olan L-Deoksiaskorbik asit için bu özellik çok azdır. C vitamininin prolinden hidroksprolin, lizinden hidrokstilizin oluşumunda ve kalsiyum metabolizmasında etkin olduğu ortaya konmuştur. C vitamininin bağışıklık sistemini güçlendirici etkisi vardır. C vitamininin bu işlevlerinin mekanizması tam olarak bilinmemekle birlikte, bu reaksiyondaki enzimlerin koenzimlerine ‘elektron sağlayıcı’ olarak etkisinin olduğu sanılmaktadır (Özgür ve ark., 1992).

2.3.10. C Vitamininin Farmakolojik Etkisi

Gıdalarla alınan C vitamini insan metabolizmasına girdikten birkaç saat sonra ince bağırsaktan kana karışır. 100 mg ve daha az C vitamini alındığında alınan miktarın %80-90' ının kana karıştığı bildirilmiştir. Kana karıştıktan sonra kandaki miktarı kısa bir süre için yükselir daha sonra bu kan dolaşımı ile dokulara taşınır. Fazla olarak

alınan C vitamini böbreklerden idrarla atılır. Vücuda alınan C vitamininin ihtiyacından fazlasının bir kısmı monosakkaritler de olduğu gibi karbondioksit ve suda okside olmaktadır. Son yıllarda yapılan araştırmalarda C vitamininin bağ dokularında ki kollajen sentezinde rol oynadığı bildirilmiştir. Ayrıca C vitamini steroid hormonlarının sentezinde rol oynadığı bildirilmiştir. C vitamininin eksikliğinde insan vücudunda adrenalin bezlerinde %270 oranında büyüme görülmektedir. C vitamini vücuttaki toksik maddelerin zararlarını azatma özelliğine sahiptir (Özgür ve ark., 1992).

2.4. Gıda Takviyeleri

Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) sunmuş olduğu bilgilere göre bitki ve bitkilerden üretilen ürünlerden dünyada ki insanların çoğunluğu (%70-80) hastalıkları önlemede ve hastalıkların iyileştirilmesinde kullanıldığını belirtmiştir. Bu bitki ve bitkilerden üretilen ürünlere "geleneksel tıp" adı verilmiştir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından tıbbi olarak kullanılmakta olan bitki türlerinin 70.000 kadar olduğu bilinmektedir. Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) tarafından bu bitki türlerinin 21.000 kadarı ilaç üretiminde kullanıldığı bildirilmiştir (Lange, 1998; Ersöz, 2012). Tıbbi olarak üretilen bitkilerin kullanımı Uzakdoğu ülkelerinde daha fazla kullanılırken günümüzde batı toplumlarında da kullanımı çoğaldığı bilinmektedir. Bu kullanılan bitkiler sağlıklı bir toplum ve hastalıkların önlenmesi amacı ile "alternatif tıp" yada "tamamlayıcı tıp" ismi ile kullanılmaktadır. Bu üretilen ürünlerin kullanımı günden güne artmaktadır (Coppens ve ark. , 2006; Ersöz, 2012) .

Ticari olarak üretilen bu bitkisel ürünlere " Gıda Takviyeleri" adı verilmektedir. Bitkisel ürünlerin toplam pazarı 60 milyar dolardır. Yıllardan beri kullanılan gıda takviye ürünlerinin ise dünyadaki pazarında ki büyüklüğü 2000'li yılların başında 50,6 milyar dolara kadar çıkmıştır. Yani gıda takviyelerinin ticari büyüklüğü bitkisel ürünlerin ticari büyüklüğünün %80 kadarını kapsamaktadır. Bu gıda takviyelerinin dünyada ki pazarın da ki ürünlerin oranı ise şu şekilde; vitamin ve mineraller için %40, bitkisel ilaçlar için %39 ve spor ve zayıflama ürünleri için %21 olarak bildirilmiştir (Ersöz, 2012).

Gıda takviyeleri, “Türk Gıda Kodeksi Takviye Edici Gıdalar Tebliği’nde; normal beslenmeyi takviye etmek amacıyla; vitamin, mineral, protein, karbonhidrat, lif, yağ asidi, amino asit gibi besin öğelerinin veya bunların dışında besleyici veya fizyolojik etkileri bulunan bitki, bitkisel ve hayvansal kaynaklı maddeler, biyoaktif maddeler ve benzeri maddelerin konsantre veya ekstraktlarının tek başına veya karışımlarının kapsül, tablet, pastil, tek kullanımlık toz paket, sıvı ampül, damlalık şişe ve diğer benzeri sıvı veya toz formlarda hazırlanarak günlük alım dozu belirlenmiş ürünler olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2013). 1994 yılında ABD Senatosu tarafından kabul edilen “Besin Destekleri Sağlık ve Eğitim Yasası” (The Dietary Supplement Health and Education Act - DSHEA) gıda takviyelerini, diyeti desteklemek üzere kullanılan bir veya daha fazla besin ögesini (mineraller, vitaminler, amino asitler ve bitkisel droglar) içeren ağızdan alınmak üzere tablet, kapsül ve sıvı formda hazırlanmış ürünler olarak nitelendirmektedir (Halsted, 2003; Tek ve Pekcan, 2008; McWhorter, 2009; Geller ve ark. , 2015; Rautiainen ve ark. , 2016). DSHEA; gıda takviyelerini, ilaçtan çok ‘gıdalar’ genel adı altında kategorize etmektedir (McWhorter, 2009). Ayrıca, gıda takviyelerinin performans artırma, kozmetik amaçlı veya dengeli beslenmeyi sağlama, bağışıklık sistemini kuvvetlendirme ve bazı hastalıkları iyileştirme gibi amaçlarla kullanıldığı belirtilmektedir (Petroczi ve ark. , 2011; Soare ve ark. , 2014; Rautiainen ve ark. , 2016) Gıda takviyelerinin günlük kullanılması gereken miktarları aşağıda ki tabloda yer almaktadır (Anonim, 2013).

Vitamin ve Mineraller	4-10 yaş**	11 yaş ve üzeri
Vitamin A (RE) (µg)	500	1000
Beta-karoten (mg)	3.5	7
Vitamin D (µg)	12.5	25
Vitamin B1 (tiamin) (mg)*	-	-
Vitamin B2 (riboflavin) (mg)*	-	-
Vitamin B3 (niasin) (mg NE)***	250	500
Vitamin B6 (piridoksin) (mg)	5	10
Vitamin C (mg)	500	1000
Folik asit (µg)	300	600
Biotin (µg) *	-	-
Selenyum (µg)	100	200
İyot (µg)	75	150
Çinko (mg)	7.5	15
Kalsiyum (mg)	750	1500
Demir (mg)	8.5	17
Fosfor (mg)	350	700
Potasyum (mg)	750	1500
Flor (mg)	1.75	3.5
Sodyum (mg) *	-	-

*Limit belirlenmemiştir.

**11 yaş ve üzeri için verilen limitlerin %50'si kabul edilmiştir.

***Nikotinik asit içeren takviye edici gıdalar ayrıca değerlendirilir.

Tablo 2.4. Günlük kullanılması gereken gıda takviyeleri miktarları

2.4.1. Gıda Takviyeleriyle İlgili Çalışmalar

Doğada bulunan gıdaların insan sağlığını korumada ki etkilerinin (antioksidan, besinsel lif vb.) bilinirliği arttıkça, üretilen takviye edici gıda tüketimi insanlar tarafından artmaktadır. Meyve ve sebzelerde var olan antosiyaninler ve fenolik maddeler gibi antioksidanlar, tahılların içeriğinde var olan besinsel lifler ve süt proteinleri gibi gıda bileşenleri insan sağlığını korumaya yardımcı olduğu bilinmektedir. Bu besinlerin ve gıda takviyelerinin kullanımı günümüzde artmaktadır ve beslenmeye eklenmektedir. Kalp hastalıkları ve kanser ölümcül olan iki hastalık olduğu bilinmektedir. Oksidatif stresin ölümcül olan hastalıkları tetikleyen özelliği olduğu bildirilmiştir. Oksidatif stress, reaktif oksijen türlerininin (ROT) oluşumu ve antioksidan savunması arasındaki bağı yok ederek oksidatif zarar meydana

getirmektedir. Bu meydana getirdiği zarar, antioksidan eksikliğinde meydana gelebileceği gibi reaktif oksijen tülerindeki fazlalıktan da meydana gelebilmektedir. Antioksidan, oksidasyonu önleyici veya yavaşlatıcı bir madde olduğu bildirilmektedir (Li ve ark. , 2006; Wolfe ve Liu, 2007). ROT ise metabolizmada var olan antioksidanlar dışında sebze ve meyvelerde olan fenolik bileşikler, karotenoidler ve vitaminler gibi antioksidanlarca inaktif edilmektedir. Epidemiyolojik araştırmalarda, bu bileşenlere sahip olan gıdaların alınması ile birlikte insan vücudunda hastalıklardan koruyucu antioksidanların çoğaldığı bildirilmiştir. Meyve, sebze ve bu ticari olarak üretilen gıdalarda bulunan bu bileşikler aynı zamanda kardiyo- ve serebro- vasküler hastalıklar, felç, alzheimer, katarakt ve belli kanser türlerinin önlenmesinde etkili olduğu bildirilmiştir (Escrig ve ark. , 2001; Liu, 2003; Li ve ark. , 2006; Wolfe ve Liu, 2007) .

Dünya Sağlık Örgütü günlük tüketilmesi gereken meyve ve sebzenin porsiyonunun 5 öğün olmasını önermektedir. İnsan metabolizması için tüketilen meyve ve sebze miktarının artması vücuttaki antioksidan miktarını artırmaktadır. Tüketilmesi gereken meyve ve sebzelere ek olarak ticari olarak üretilen gıda takviyeleri bulunmaktadır.

Günde beş porsiyon meyve tüketimine alternatif olarak son zamanlarda bazı üreticiler, antioksidanların günlük alım miktarını artırmayı amaçlayan gıda takviyelerini ileri sürmektedir (Chambers ve ark., 1995; Schieber ve ark., 2001). Antioksidan olan E ve C vitamini bulunduran gıda takviyelerinin sağlık açısından olumlu yanları araştırmalarda kullanılmaktadır. Bu gıdaların ekstraktlarını içeren formülasyonları bulunmaktadır. Bu formülasyonlar “ekstranütrientler” olarak adlandırılmaktadır. Ekstranütrientler, vücutta biyoaktif rol almayan bileşenleridir. Bitkisel olan koruyucular ya da koruyucu faktörler olarak da anılmaktadır (Chambers ve ark., 1995). Yapılan son araştırmalarda insanların besin tüketiminde alması gereken C vitamini mi tüketiminin fazlaştırılması gerektiği bildirilmiştir. C vitamini alımı sadece sebze ve meyveyle çoğaltılamadığı takdirde ek olarak takviye edici gıda olarak da alınabilmektedir. 2002 yılında yapılan bir araştırmada C vitamini bulunduran meyve ve sebzelerin ROT inaktivasyonunda rol oynadığı bildirilmiştir. C vitamini dışında serbest radikal yakalayıcılar birçok meyve ve sebzelerde yer almaktadır. Flavonoidler, karotenoidler, organik asitler, E vitamini ve sülfidril

bileşikler serbest radikallerdendir. Araştırmanın sonucunda İnsanların meyve ve sebzeyi diyetine eklemesinin antioksidan bakımından takviye edici gıda tüketiminden daha faydalı olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada; meyve ve sebzelerin büyük bir kısmının OH ve oksijen radikallerine karşı antioksidan etkisi bulunduğunu ve bu radikallerin neden olduğu lipid peroksidasyonunu önlediğini bildirmektedir. İnsanların günlük olarak meyve ve sebze alımını artırmaları vücutta hücre ve doku yenilenmelerinde etkili olduğunu bildirmiştir.

2.4.2. Gıda Takviyelerinde Sağlık Üzerine Çalışmalar

Günümüzde, takviye edici gıda pazarını büyütülmesine katkıda bulunan araştırmalar yapılmasına devam edilmektedir. Bu takviye edici gıdalarda birden fazla madde kullanılabilir. Yapılan bir çalışmada diyabetik hastalığı olan bireylerin diyetine ek gıda takviyesi ve alternatif tıp yöntemini kullandıkları bildirilmiştir. Bu çalışmada gıda takviyelerine yönelik araştırmaları içermektedir. Araştırma sürecinde gıda takviyesi kullanan diyabet hastaları hastalıklarını kontrol altında tuttuğunu düşünmektedir. Kendi başlarına gıda takviyesi kullanan diyabet hastaları bu gıda takviyelerinin zararlı yan etkilerinin olmadığını düşünmektedirler. Gıda takviyelerinin yan etkisi olmayacağı düşünülse de bilinçsiz bir şekilde kullanımı yan etkilere neden olacağı bilinmelidir. Gıda takviyelerinin bilinçsizce kullanımını önleyebilmek amacıyla doktor ve diyetisyen önerisiyle tüketilmesi önerilmektedir. Doktor ve diyetisyenler kullanılan gıda takviyelerinin içeriklerini bildiğinden kişiye göre miktar ayarlaması yapabilmektedir (McWhorter, 2009). Diyabet hastaları üzerinde yapılan başka bir çalışmada ise, kullanılan gıda takviyelerinin bir kısmında kanda ki şeker seviyesini azaltmaya yardımcı olduğu savunulmaktadır. Hastaların büyük bir kısmı bunu baz alarak yan etkilerine bakmadan kullanımını yapmaktadır. Gıda takviyelerinin sadece olumlu etkilerine değil olumsuz etkilerinde bakılmalı ve hastalar doktor ve diyetisyenler tarafından bilinçlendirilmelidir (Geil ve McWhorter, 2008).

Sporcular üzerinde yapılan başka bir çalışmada, diyetine ek protein tozu tüketimi vücutlarında kas yoğunluğunu ve gücünü arttırmada etkili olduğu belirtilmiştir. Protein tozu takviyesi kullanan sporcuların genel olarak performanslarının arttığı bildirilmiştir (Pasiakos ve ark. , 2015) .

L-carnitin sporcuların spor yaparken kullandığı, daha fazla enerji sağlaması ve vücutlarındaki yağdan kurtulabilmek için kullandıkları gıda takviyesidir. Sporcular üzerinde yapılan başka bir araştırmada ise kasların içinde bulunan karnitin, insan beyninde de var olduğu bildirilmiştir. Yapılan son çalışmalarda kreatinin, kalp hastalığı ve oksidatif travmayı önlemekte rolü olduğu ortaya çıkmıştır. Travmatik beyin hastalıklarını geçiren bireyler üzerinde yapılan çalışmada, hasar gören beyin dokusunun kreatin takviyesiyle %50 ye kadar iyilleşme gözlemlendiği bildirilmiştir. Kreatinin hastalıkları geçirmeden veya geçirdikten sonra ki hasarı iyileştirmede etkili olduğu bildirilmiştir (Sullivan ve ark. , 2000).

2.5.1. Biyoerişilebilirliğin Önemi

Günümüzde besinlerde yer alan vitamin gibi besin öğelerinin biyoyararlılıklarına ulaşabilmek diyetisyenler açısından bireylere sağlıklı beslenme listeleri oluşturmaları açısından önemlidir (Grande ve Vincent, 2020). Besinlerin pişirilme şekline göre vitamin kayıpları farklı olduğundan pişirilmiş besinlerin vitamin değerlerine ulaşmak daha zordur. Genelde pişirilmiş besinlerin vitamin değerlerinde tahmini olarak hesaplama yapılmaktadır (Greenfield ve Southgate, 2003). Meyve, sebze, tahıl, baklagiller, et ve süt ürünleri gibi besleyici gıdalardan zengin, yeterli ve dengeli bir diyetin gerekli miktarı sağlayabileceği düşünülse de gıdaların işlenmesi ve pişirilmesi sırasında vitamin kayıpları meydana gelmektedir. Bu kayıplar sıcaklığa, pH'a, oksijen ve ışığın varlığına bağlı olarak değişir. C vitamini, tiamin ve folat suda çözünen vitaminler arasında en kararsız ve bozulmaya meyilli olanlardır (Ball, 2004). Yapılan çalışmalarda çiğ gıdaların biyoyararlılıklarına dair verilere ulaşılabilirken pişmiş gıdaların biyoyararlılıklarına dair daha az sayıda veriye ulaşabilmektedir (Leškov' ve ark. , 2006). Öte yandan, günlük diyetlerde vitamin alımları hesaplandığında, bu vitaminlerin biyoyararlanımı gastrointestinal sistemdeki bilinmeyen biyoerişilebilirlikleri nedeniyle tam olarak tahmin edilemez. Bu nedenle, potansiyel sağlık etkilerini belirleme olasılığı iyi bilinmemektedir. Ağız, mide ve ince bağırsağı içeren gastrointestinal sistemdeki suda çözünen vitaminlerin biyoerişilebilirliği pH, sıcaklık, polipeptit ve polisakkaritlerle olan bağlara ve metal iyonlarının ve sindirim enzimi inhibitörlerinin varlığına bağlı olarak değişebilir (Ball, 2006). Biyoerişilebilirlik, ince bağırsaktan emilmeden önce gıda matrisinden salınan

besin miktarıdır (Heaney, 2001). Gıdaların biyoerişilebilirliği genellikle mide ve ince bağırsak koşullarının simüle edildiği *in vitro* sindirim yöntemleri kullanılarak belirlenir (Courraud ve ark. , 2013). Biyoyararlanım, besinlerin metabolizmada kullanılmasındır ve gastrointestinal enzimlerle sindirimi, ince bağırsaktan absorpsiyonu, metabolizmayı, doku dağılımını ve biyoaktiviteyi içerir. (Benito ve Miller, 1998). *İn vitro* biyoerişilebilirlik, mide ve bağırsak koşullarındaki ile aynı olmayabilir. Ayrıca besinlerin metabolizmada kullanımını her birey için aynı değildir. Buna göre gıdaların biyoerişilebilirlik ve biyoyararlanım değerleri, *in vitro* yöntemler ve gastrointestinal durumlar arasında veya bireyler arasında farklılık gösterebilir. *İn vivo* çalışmalar daha spesifik biyoyararlanım bilgisi sağlar, ancak bunlar zaman alıcıdır ve yüksek maliyetleri ve etik kısıtlamaları vardır (Thakur ve ark. , 2020). Alternatif olarak, geliştirilen *in vitro* yöntemler, besin biyoerişilebilirliğini belirlemek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Failla ve ark. , 2008). *In vitro* gastrointestinal sindirim modelinin, gıda matrisinden salınan besinlerin biyoerişilebilirliği ve stabilitesi gibi ön emilim aşamasını tahmin etmek için faydalı olduğu düşünülmektedir. Kapsamlı uygulanabilirliklerine ve potansiyellerine rağmen, *in vitro* modeller, *in vivo* çalışmaların tüm sürecini tam anlamıyla taklit edemez. Buna rağmen, *in vitro* gastrointestinal sindirim modeli, bireylerin ortalama gereksinimini tahmin etmek için gerekli verileri sağlar (Uğur ~ ve ark., 2020).

Bu çalışmanın amacı; ülkemizde satışa sunulan vitamin gıda takviyelerindeki C vitamininin *in vitro* biyoerişilebilirliklerinin *in vitro* olarak oluşturduğumuz ağız, mide ve ince bağırsak ortamında incelemek ve beslenme açısından değerlendirmektir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal ve Metot

Askorbik asit standardı, alfa-amilaz (1,5 U / mg, Aspergillus oryzae tozundan), lipaz (100-500 U / mg protein, domuz pankreasından Tip II), pankreatin (domuz pankreasından 8 × USP spesifikasyonları), pepsin (domuz mide mukozasından 250 U / mg katı, liyofilize toz), NaCl, CaCl₂·2H₂O, üre, ürik asit, sığır serum albümini, KCl, müsün, NaHCO₃, asetonitril (ACN), safra tuzları karışımı ve meta-fosforik asit kullanılmıştır. Bu malzemeler Sigma-Aldrich'ten (St. Louis, MO, ABD) satın alındı.

3.2. Örneklem

Bu araştırmada, İstanbul'da bulunan çeşitli eczanelerden alınmış 17 farklı C vitamin takviyesi kullanılmıştır.

3.3. Örneklerde C vitamini ekstraksiyonu

C vitamini ekstraksiyonu, Yaman ve Nalbantoğlu'nun (2019) metodunda bazı modifikasyonlarla gerçekleştirilmiştir. 1 g vitamin takviyesi 30 mL meta-fosforik asit solüsyonu (%3) ilave edildi ve karışım 5 dakika vortekslendi. Meta-fosforik asit solüsyonu (%3) kullanılarak hacim 50 mL'ye tamamlandı. Daha sonra, bir selüloz asetat filtresi (0,45 µm) kullanılarak süzüldü. Son olarak süzüntü, HPLC analizinden önce HPLC viallerine aktarıldı.

3.4. C vitamini HPLC tayini

Vitamin takviyelerinin C vitamini miktarları ters fazlı HPLC ile belirlendi. HPLC parametreleri, Zhang tarafından bildirildiği gibi bazı modifikasyonlarla seçilmiştir (Zhang ve Hamauzu, 2004) Yüksek performanslı sıvı kromatografi sistemi, bir Shimadzu SPD-20A UV / VIS detektörü (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japonya) tarafından bir Shimadzu LC 20AT pompasından oluşmuştur.

Mobil faz, 1,24 g KH_2PO_4 'ün 1000 mL saf suda çözülerek ve orto-fosforik asit kullanılarak pH 2,4'e ayarlanarak hazırlandı. C18 kolonu (5 μm , 250x4,6) (ACE, İskoçya) kullanıldı. Akış hızı 0,5 mL/dk idi. Detektörün dalga boyu 254 nm idi. Vitamin takviyeleinin C vitamini içeriği mg/100 mL olarak ifade edildi.

3.5. *In vitro* Çalışma

In vitro insan sindirim sistemi, vitamin takviyelerinde C vitamininin biyoerişilebilirliğini belirlemek için kullanıldı. Deneyler, metodu modifiye edilerek yapıldı (Lee ve ark. , 2016).

Enzimler, organik ve inorganik bileşikler kullanılarak; ağız, mide, ince bağırsak ve safra solüsyonları hazırlanmıştır.

İlk olarak 500 mL distile su kullanılarak her sindirim sistemi için organik ve inorganik bileşenler hazırlanmıştır.

Daha sonra, enzimler ve bileşenler, her bir sindirim sisteminin içeriğine göre karıştırıldı. Her ortamın pH'ı, sırasıyla ağız, mide, ince bağırsak ve safra solüsyonları için yaklaşık 6,8; 1,5; 8 ve 7'ye ayarlandı.

Tüm sindirim sistemi ağız, mide, ince bağırsak ve safra olmak üzere üç aşamadan oluşur.

3.6. 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 müsin, 500 mL'lik bir erlende deiyonize su ile çözüldü. Daha sonra hacim deiyonize su ile tamamlandı ve pH, yaklaşık 6.8 ± 0.2 'e olarak ayarlandı. pH istenen değerde değilse, HCl veya NaOH çözeltisi kullanılarak istenilen aralığa getirildi.

Mide ortamı: 6.5 mL HCl (37 g/L), 18 mL $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (22 g/L), 1 g sığır serumu albümini, 2.5 g pepsin ve 3 g musin, 500 mL'lik bir erlen içerisinde deiyonize su ile çözüldürüldü. Daha sonra, hacim deiyonize su ile tamamlandı ve pH 1.5'a (± 0.02) getirildi. pH istenen aralıkta değilse, HCl veya NaOH çözeltisi ile ayarlandı.

İnce bağırsak ortamı: 6.3 mL KCl (89.6 g/L), 9 mL CaCl₂.2H₂O (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 NaHCO₃ (84.7 g/L), 10 mL CaCl₂.2H₂O (22.2 g/L), 1.8 g sığır serum albümini ve 30 g safra, 500 mL'lik bir erlende deiyonize su ile çözdürüldü. Daha sonra hacim, deiyonize su ile tamamlandı ve pH 7.0 ± 0.2'ye ayarlandı.

3.7. *In vitro* sindirim prosedürü

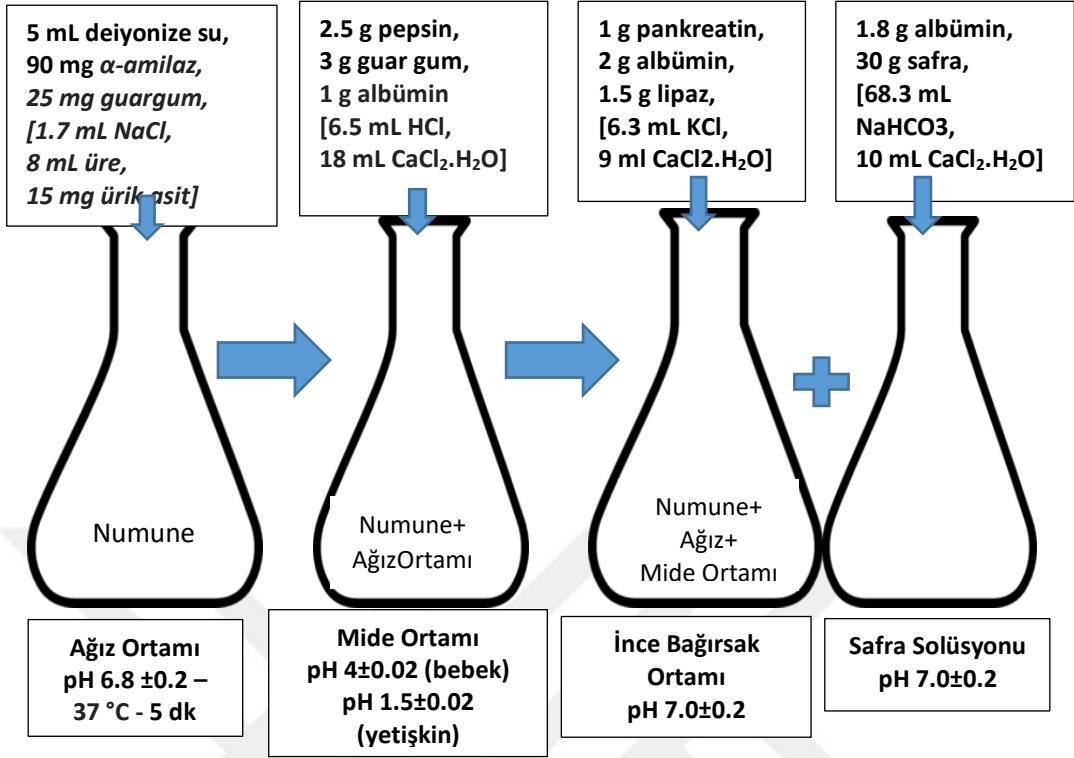
100 mL'lik erlenlere örneklerden 1 tablet tartıldı ve sıra ile ağız, mide ve ince bağırsak ortamı solüsyonları ilave edilerek *in vitro* ortamda sindirim gerçekleştirildi.

Ağız ortamında; 100 mL'lik bir beher içerisinde tartılan gıda takvilerinin 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, hacim meta-fosforik asit çözeltisi ile tamamlandı. Daha sonra bir selüloz asetat (CA) filtre(0.45um)kullanılarak çözelti süzüldü.

3.8. *In vitro* gastrointestinal sindirim sistemi metodu



Şekil 3.1: *In vitro* gastrointestinal sindirim sistemi metodu

3.1. Biyoerişilebilirliği araştırmak için kullanılan vitamin C içeren ürünlerin içerikleri ve formları

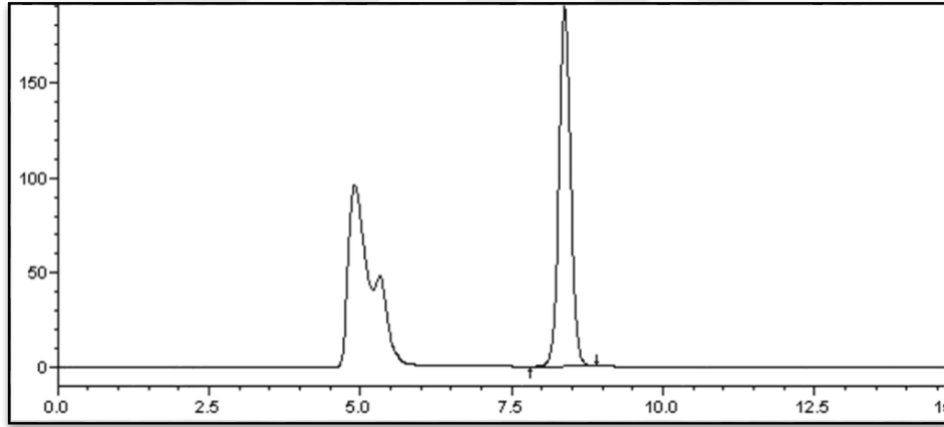
rn Numarası	İçerikleri	Formları
1	Vitamin C	Kapsül
2	Vitamin C	Kapsül
3	Multi vitamin	Kapsül
4	Vitamin C	Kapsül
5	Multi vitamin	Kapsül
6	Multi vitamin	Kapsül
7	Vitamin C	Kapsül
8	Vitamin C	Kapsül
9	Vitamin C	Efervesan Tablet
10	Vitamin C	Kapsül
11	Multi vitamin	Kapsül
12	Vitamin C	Kapsül
13	Vitamin C	Efervesan Tablet
14	Vitamin C	Efervesan Tablet
15	Vitamin C	Efervesan Tablet
16	Vitamin C	Efervesan Tablet
17	Vitamin C	Efervesan Tablet

Tablo 3.1: Biyoerişilebilirliği araştırmak için kullanılan vitamin C içeren ürünlerin içerikleri ve formları

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR

C vitamini takviyelerinde, etikette beyan edilen C vitamini miktarı ve çalışma sonucunda bulunan C vitamini miktarları Tablo 4.1’de gösterilmiştir. C vitamini HPLC kromatogramı şekil 15’de gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi C vitaminin beyan edilen miktarları 60 mg/Tablet ile 1000 mg/Tablet arasında değişmektedir. Çalışma sonucunda bulundan C vitamini miktarları ise 50 mg/Tablet ile 1256 mg/Tablet arasında değişmektedir. Etiket üzerindeki beyan edilen C vitamini miktarları ve çalışmada bulunan C vitamini miktarları arasındaki sapmalar %28 ile %126 arasında değişmektedir.



Şekil 4.1: C vitamini HPLC kromatogramı

Analiz sonucunda elde ettiğimiz her bir gıda takviyesinin toplam C vitamini değerleri etiket üzerinde beyan edilen değerler ile karşılaştırılmıştır. Tabloda da görüldüğü gibi beyan edilen değerler deklare edilen değerlerin 28 ile 126%'dir. Araştırmaya alınan 17 üründen 8'inin toplam C vitamini değeri beyan edilen değer üzerinde bulunmuştur.

Toplam çalışmada ki C vitamini miktarı en az 8 numaralı vitamin takviyesinde (50 mg/Tablet), en fazla 12 numaralı vitamin takviyesinde (1256 mg/Tablet) bulunmuştur.

Takviye gıdaların Tablo 4.1’da belirtildiği gibi multivitamin olan gıda takviyelerde ise etikette beyan edilen C vitamini miktarı ve çalışma sonucunda içeriğinde bulunan C vitamini miktarları Tablo 4.1’de gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi multivitamin gıda takviyelerinin içeriğinde ki C vitaminin etikette beyan edilen miktarları 80 g/Tablet ile 120 mg/Tablet arasında değişmektedir. Çalışma sonucunda multivitamin olan gıda takviyelerinde bulunan C vitamini miktarları ise 88 mg/Tablet ile 149 mg/Tablet arasında değişmektedir.

Takviye gıdaların Tablo 3.1’da belirtildiği gibi sadece C vitamini olan gıda takviyelerde ise Tablo 4.1’da görüldüğü içeriğinde ki C vitaminin etikette beyan edilen miktarları 60 g/Tablet ile 1000 mg/Tabelet arasında değişmektedir. Çalışma sonucunda bulunan C vitamini miktarları ise 50 mg/Tablet ile 1256 mg/Tablet arasında değişmektedir.

Takviye gıdaların Tablo 3.1’de gösterildiği gibi efervesan formlu vitamin takviyelerde ise etikette beyan edilen C vitamini miktarı ve çalışma sonucunda bulunan C vitamini miktarları Tablo 4.1’da gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi içeriğinde ki C vitamini değerleri 100 g/Tablet ile 1000 mg/Tablet arasında değişmektedir. Çalışma sonucunda bulunan C vitamini miktarları ise 94 mg/Tablet ile 1047 mg/Tablet arasında değişmektedir.

Takviye gıdaların Tablo 4.1’da belirtilen kapsül form olan takviyelerde ise etikette yazan C vitamini miktarı ve çalışma sonucunda bulunan C vitamini miktarları Tablo 4.1’de gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi kapsül formlu takviye gıdalarda beyan edilen C vitamini miktarları 60 mg/Tablet ile 1000 mg/Tablet arasında değişmektedir.

Çalışma sonucunda bulunan C vitamini miktarları 50 mg/Tablet ile 1256 mg/Tablet arasında değişmektedir.

4.1. Vitamin Takviyelerinde C vitamini Değerleri ve Etikete Göre Sapma

Ürün Numarası	mg / Tablet		%
	Beyan Edilen	Analiz Sonucu	Etikete Göre Sapma
1	500	453±21	91±4
2	500	470±21	94±4
3	80	88±4	110±5
4	150	185±8	124±6
5	120	149±7	124±6
6	100	109±5	109±5
7	1000	1112±50	111±5
8	60	50±2	83±4
9	1000	1047±47	105±5
10	1000	1062±48	106±5
11	100	96±4	96±4
12	1000	1256±57	126±6
13	1000	803±36	80±4
14	100	94±4	94±4
15	1000	903±41	90±4
16	1000	283±13	28±1
17	1000	956±43	96±4

Tablo 4.1.: Vitamin Takviyelerinde C vitamini Değerleri

4.2. *İn Vitro* Biyoerişilebilirlik Analizleri

C vitamini takviyelerinde ki C vitamininin *in vitro* sindirim öncesi ve sonrası bulunan miktarları Tablo 4.3'te özetlenmiştir. Tablo 4.1'de belirtildiği gibi gıda takviyelerinde bulunan C vitaminlerinin *in vitro* sindirim öncesi en düşük C vitamini miktarı Tablo 4.3'de görüldüğü gibi 8 numaralı takviyede 50 mg/100 g, en yüksek 12 numaralı üründe 1256 mg/100 g'dır. *İn vitro* sindirim sonrası C vitamini

takviyeleride en düşük C vitamini miktarı 3 numaralı takviyede 4 mg/100 g'dır. Tabloda görüldüğü gibi en yüksek C vitamininin biyoerişilebilirliği 1 numaralı numunede 88 mg/100 g'dır en düşük biyoerişilebilirliği ise 3 numaralı takviyede 4 mg/100 g'dır.

Tablo 4.3'da belirtildiği gibi C vitamini içeren multivitamin takviyesi olan gıda takviyelerde *in vitro* sindirim öncesi C vitamini miktarı Tablo 4.3'de görüldüğü gibi en düşük 3 numaralı takviye 'de 88 mg/100 g, en yüksek 5 numaralı takviyede 149 mg /100 g'dır. *In vitro* sindirim sonrası multivitamin olan takviye gıdalarda C vitamininin en düşük C vitamini miktarı 3 numaralı takviyede 4 mg/100 g, en yüksek C vitamini miktarı ise 6 numaralı takviyede 51 mg/100g'dır. Çalışma sonucunda Multivitamin olan gıda takviyelerinde en düşük C vitamininin biyoerişilebilirliği 3 numaralı numunede 4 mg/100 g, en yüksek C vitamininin biyoerişilebilirliği ise 6 numaralı takviyede 47 mg/100g'dır.

Tablo 4.3'da belirtildiği gibi C vitamini içeren sadece C vitamini takviyesi olan gıda takviyelerde *in vitro* sindirim öncesi C vitamini miktarı Tablo 4.3'de görüldüğü gibi en düşük 8 numaralı takviyede 50 mg/100 g, en yüksek 12 numaralı takviyede 1256 mg /100 g'dır. *In vitro* sindirim sonrası sadece C vitamini olan takviye gıdalarda en düşük C vitamini miktarı 8 numaralı takviyede 23 mg/100 g, en yüksek C vitamini miktarı ise 12 numaralı takviyede 960 mg/100g'dır. Çalışma sonucunda sadece C vitamini olan gıda takviyelerinde en düşük *in vitro* biyoerişilebilirliği 8 numaralı takviyede 46 mg/100 g, en yüksek C vitamininin *in vitro* biyoerişilebilirliği ise 1 numaralı takviyede 88 mg/100g'dır.

Tablo 3.1'da belirtildiği gibi C vitamini içeren gıda takviyelerinin efervesan olan formlarında *in vitro* sindirim öncesi C vitamini miktarı Tablo 4.3'de görüldüğü gibi en düşük 14 numaralı takviye 'de 94 mg/100 g, en yüksek 9 numaralı takviyede 1047 mg /100 g'dır. *In vitro* sindirim sonrası Efervesan formulu gıda takviyelerinde *in vitro* sindirim sonrası en düşük C vitamini değeri 14 numaralı takviyede 78 mg/100 g, en yüksek C vitamininin değeri ise 17 numaralı takviyede 773mg/100gr'dır. Çalışma sonucunda efervesan formulu takviye gıdalarında *in vitro* biyoerişilebilirliği en düşük değeri 9 numaralı takviyede 70 mg/100 g en yüksek değeri 14 numaral takviyede 83 mg/100g'dır.

Tablo 3.1’de belirtilen C vitamini içeren gıda takviyelerinin kapsül olan formlarında Tablo 3.1’de görüldüğü gibi *in vitro* sindirim öncesi C vitamini miktarı en düşük 8 numaralı takviye ’de 50 mg/100 g, en yüksek 12 numaralı takviyede 1256 mg /100 g’dır. *İn vitro* sindirim sonrası kapsül formulu gıda takviyelerinde en düşük C vitamini değeri 3 numaralı takviyede 4 mg/100 g, en yüksek C vitamininin değeri ise 12 numaralı takviyede 960mg/100g’dır. *İn vitro* sindirim sonrası biyoerişilebilirliği en düşük 3 numaralı takviyede 4 mg/100 g, en yüksek biyoerişilebilirliği ise 1 numaralı takviyede 88 mg/100g’dır.

4.3. Gıda Takviyelerinde C Vitamininin Biyoerişilebilirlik Yüzdeleri

Ürün Numarası	Analiz Sonucu (mg)	Sindirim sonrası (mg)	Biyoerişilebilirlik (%)
1	453±21	399±14	88±7
2	470±21	406±14	86±7
3	88±4	4±0	4±0
4	185±8	105±4	57±5
5	149±7	26±1	17±1
6	109±5	51±2	47±4
7	1112±50	672±24	61±5
8	50±2	23±1	46±4
9	1047±47	734±26	70±6
10	1062±48	840±30	79±6
11	96±4	17±1	18±1
12	1256±57	960±34	77±6
13	803±36	608±21	76±6
14	94±4	78±3	83±7
15	903±41	720±25	80±6
16	283±13	203±7	72±6
17	956±43	773±27	81±7

Tablo 4.3: Gıda Takviyelerinde C Vitamininin Biyoerişilebilirlik Yüzdeleri

Bu çalışmada, *in vitro* gastrointestinal sistemde C vitamininin takviye gıdalarda biyoerişilebilirlikleri incelenmiştir. C vitamininin *in vitro* biyoerişilebilirlik ortalaması % 61 bulunmuştur. Tablo 4.3’da belirtildiği gibi multivitamin gıda takviye gıdalarında ise C vitamininin biyoerişilebilirlik ortalaması % 21 bulunmuştur. Efervesan formulu gıda takviyelerinde ise biyoerişilebilirlik %77 bulunmuştur. Tablet formulu gıda takviyelerinde C Vitamininin biyoerişilebilirliği % 53 bulunmuştur.

Çalışmada kullanılan numunelerin *in vitro* sindirim öncesi hesaplanan C vitamini değerleri ile ağız, mide ve ince bağırsaklar dahil olmak üzere bir *in vitro* gastrointestinal sistem sonrası C vitamininin *in vitro* biyoerişilebilirlikleri yüzde olarak Tablo 4.3’te verilmiştir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

TARTIŞMA

Yapılan bir çalışmada kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinde bireysel olarak kullanılan C vitamini takviyesinin uzun vadeli ve kapsamlı çalışmasını içermektedir. Çalışma kadınlar üzerinde yapılmıştır. Kadın Antioksidan Kardiyovasküler Çalışması (WACS) ayrıca daha yüksek kardiyovasküler riski taşıyan 8.171 kadında 500 mg / gün C vitamini takviyesi kullanımını test etti ve ana kardiyovasküler hastalıklarının üzerinde hiçbir etkisi olmadığı ortaya kondu (Cook ve ark., 2007).

Diğer yapılan kardiyovasküler hastalıkları önleme çalışmalarında, C vitamini takviyesi kullanımının kardiyovasküler hastalıkları önlemede faydasının olmadığı gözlemlenmiş (Blot ve ark., 2004). Bireylerde ki kardiyovasküler hastalıkların iyileşme sürelerinde tutarsız sonuçlar vermiştir.

Başka bir C vitamini takviyesi kullanılan çalışmada restenoz oranı ve iyileştirme üzerinde hiçbir etkisi olmamıştır (Tardif ve ark. , 1997). Bunun aksine başka bir çalışmada ise, perkütan transluminal koroner anjiyoplasti olan hastalara verilen 500 mg / gün C vitamini takviyesi restenoz oranlarını azaltmıştır (Tomoda ve ark. ,1996).

Yapılan başka uzun süreli bir çalışmada Hiperkolesterolemili 520 hastada, 6 yıl süren bir C ve E vitamini takviyesi verilmesi ateroskleroz hastalığının ilerlemesini azalttığı ortaya konmuştur (Salonen ve ark., 2003). Fakat başka bir çalışmada postmenopozal olan kadınlarda E vitamini ve C vitamini takviyesi kullanımını kardiyovasküler hastalıkları iyileştirmede fayda sağlamadığı ortaya konmuştur (Waters ve ark. , 2002).

Başka bir çalışmada kullanılan C vitamini takviyesi, 500 mg / gün, normal diyetteki C vitamini düzeylerini karşılayamadığı için yalnızca takviye yoluyla vücuda alınabilir. Genellikle 2.000 mg / gün düzeyine kadar C vitamini tolere edilenden daha yüksek C vitamini dozları, (Institute of Medicine (US), 1997) Kardiyovasküler hastalığının önlenmesi için düşünülebilirken, gastrointestinal emilimdeki sınırlar ve

diğer fizyolojik kısıtlamalar diyet ve tamamlayıcı C vitamini alımıyla elde edilebilen C vitamini biyoyararlanımını engelleyebilir (Li, Schellhorn, 2007) .

C vitamini takviyesi kullanımının kardiyovasküler hastalığı olan bireyler üzerinde etkisi gözlemlenmemiş olmasına rağmen, farklı dozlarda alınan takviyelerin ve farklı populasyonlarda bireysel C vitamini takviyesi kullanımına ilişkin kapsamlı klinik çalışma verileri yetersizdir.

C vitamini COVID-19 hastalarının yüksek bir kısmı için yoğun bakım tedavisine ihtiyaç duyulmaktadır. Yoğun bakım hastalarının üçte birinin C vitamini eksikliği olan hastalar olduğu, kritik durumda olan hastaların ise plazma C vitamini düzeylerini düşük olduğuna dair çok sayıda bilgi bulunmaktadır (Hemilä ve ark. ,2017).

Yakın zamanda yapılan bir çalışmada da COVID-19 hastalarında düşük C vitamini plazma seviyeleri rapor edilmiş ve yaşamını yitirenlerin kanda ki C vitamini plazma seviyesi hayatta kalanların plazma seviyesinin yarısı kadar olduğu tespit edilmiş (Arvinte ve ark. ,2020).

766 hastayla yapılan 12 kontrollü çalışmanın meta-analizi, C vitamininin yoğun bakımda kalış süresini ortalama %8 kısalttığını ortaya koymuştur (Hemilä ve ark. , 2019).

Bazı viral enfeksiyonlarda C vitamini düzeylerinin düştüğü ve bağışıklık yanıtını iyileştirmek için 6 gr/gün C vitamini takviyesinin soğuk algınlığına bağlı semptomları azalttığı bildirilmiştir (Hume ve ark., 1973). Ancak C vitamininin SARS-CoV-2 enfeksiyonunda etkili sonuçlar verebileceği düşünülmektedir.

Carr (2020) tarafından yapılan bir araştırmada 140 hastaya 7 gün boyunca 24 g/gün C vitamini verilmiş ve klinik bulguların raporlanması beklenmektedir. Ayrıca demirin emiliminde ve kolajen, katekolamin, kolesterol, amino asitler ve karnitin sentezinde de önemli bir rol oynar (Akbari, 2016; Travica ve ark. ,2017).

C vitamini eksikliğinde kollajen sentezi bozulur ve yara iyileşmesi gecikebilir (FNB, 1998a; Li ve Schellhorn, 2007). Folat eksikliği anemiye neden olabilir, ancak C vitamini folat eksikliğini azaltabilir çünkü C vitamini folat oksidasyonunu önler (FAO, 2001; Tardy ve ark. , 2020). C vitamini ayrıca kardiyovasküler hastalıkların

insidansını azaltabilen düşük yoğunluklu lipoprotein oksidasyonunu da önler (Honarbakhsh ve Schachter, 2008).

Yapılan başka bir çalışmada C vitamini içeren gıda takviyeleri üzerine yapmış olduğu çalışmada C vitaminin etikette beyan edilen değer 5% ile %125 arasında olduğunu bildirmişlerdir (Brandon ve ark., 2014). Bizim çalışmamızda ise bu değer % 28±1 ile %126±6 arasında değişmektedir. Bu sapma geniş bir aralıkta olsada ikinci en düşük sapma %80'dir. Görüldüğü gibi beyan edilen değerler ile analiz sonucu bulunan değerler arasında önemli bir sapma görülmemektedir.

Yapılan bir çalışmada *in vitro* model kullanarak diyet takviyeleri, bebek formülü ve zenginleştirilmiş gıdalarda C vitamininin biyoerişilebilirliğini incelemiştir. Çoklu takviyelerde bulunan C vitamini (%0,1-44) ile tekli takviyelerde bulunan (%49-99) C vitamininin biyoerişilebilirliği karşılaştırıldığında tekli takviyelerde bulunan C vitamininin biyoerişilebilirliği daha yüksek bulunmuştur. Yine aynı çalışmada, C vitamini biyoerişilebilirliği bebek formüllerinde % 0,3 ile arasında 1,4 ve zenginleştirilmiş gıdalarda ise %0,4 ile 6 bulunmuştur. Çoklu takviyelerde ve diğer zenginleştirilmiş gıdalarda daha düşük biyoerişilebilirliğin sebebi olarak diğer gıda makriklerinin gastrointestinal sistemdeki C vitamini biyoerişilebilirliğini etkileyebileceği belirtilmiştir (Brandon ve ark., 2014). Bizim yapmış olduğumuz çalışmada takviye gıdaların C vitamini içeriklerinin formları (tablet ve kapsül gibi) arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Yapılan bir çalışmada karışık meyve sularının hem mide hem de ince bağırsak koşullarında C vitamini biyoerişilebilirliği rapor edilmiştir. C vitaminin biyoerişilebilirliğinin %83 olduğu bildirilmiştir. Ancak ince bağırsaktaki C vitaminin biyoerişilebilirliğinin mide fazına göre %39 oranında azaldığı belirtilmiştir. Başka bir *in vitro* çalışmada, brokoli çiçek salkımlarında C vitamininin biyoerişilebilirliğinin %93 (Vallejo ve ark. , 2004) ve nar suyunda şase %71 olduğu bulunmuştur (Pérez-Vicente ve ark. , 2002). Bizim yapmış olduğumuz çalışmada ise C vitamininin multivitamin takviyelerinde, sadece C vitamini bulunan takviyelere oranla biyoerişilebilirliği çok düşük bulunmuştur. Bu durum takviye gıdaların zenginleştirilmesi amacıyla birçok vitamin ile bir araya getirilmesi ile içeriğindeki C vitamininin biyoerişilebilirliğinin azalmasına neden olduğu düşünülmektedir.

Yukarıdaki çalışma bulgularına göre mide koşullarına göre C vitamini konsantrasyonunun ince bağırsak durumuna göre daha az etkilendiği görülmektedir.. Bunun nedeni asidik mide durumunun kimyasal ve enzimatik olarak C vitamini oksidasyonunu engellemesi olabilir. Askorbik asit, düşük pH'da tamamen protonlanır; dolayısıyla askorbik asit oksijen tarafından yavaş yavaş oksitlenir. Alkali pH, sıcaklık ve enzim aktivitesi C vitamini oksidasyonunu artırır ve böylece biyoerişilebilirliği olumsuz olarak etkiler. C vitamininin pH 4'ün üzerinde bozulduğunu belirtmişlerdir (Jeney, Nagymate ve Fodor, 2008). İnce bağırsağın asiditesi nötr civarında olduğundan, ince bağırsak fazında mide fazından daha fazla C vitamini kaybı olur. Bunun yanında C vitamini degradasyonu, askorbik asit ile metal kompleksleri oluşturarak da meydana gelir (Ball, 2006). Görüldüğü gibi C vitaminin biyoerişilebilirliğine ortamın pH'ı, sıcaklık ve enzim aktivitesi olumsuz erki etmektedir.

ALTINCI BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak, çalışmamızda 17 farklı gıda takviyesinde C vitamini değeri 8'inin içeriğinde ki C vitamini değeri etiketteki değerden daha yüksekti. Multivitamin olan gıda takviyelerinde çalışma sonucunda bulunan içeriğinde ki C vitamini değeri etikette yazan C vitamini değerinden çok daha düşük bulunmuştur. Fakat gıda takviyelerinde çalışma öncesi ve sonrası içeriğinde ki C vitamini değerinde efervesan ve tablet gibi form değişikliğinde anlamlı bir fark olmadığı gözlemlenmiştir. Multivitamin olan gıda takviyelerinde bütün vitaminleri belirtilen miktarlarda alıyoruz gibi görülmüş içeriğindeki aldığımız C vitamini değerleri çok düşük bulunmuştur.

Bu çalışma bulgularına göre, vitamin takviyelerinde ki C vitamini biyoerişilebilirliği tüm numunelerde %4-88 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Multivitamin olan gıda takviyelerinde ki C vitamininin biyoerişilebilirliği tüm örneklerde azalarak %4-47 arasında değişmektedir. Sadece C vitamini içeren gıda takviyelerinde C vitamininin *in vitro* biyoerişilebilirliği %46-88 arasında bulunmuştur.

Çalışmada incelendiği üzere, vitamin takviyelerinde formları arasında efervesan formunda *in vitro* biyoerişilebilirlik %70-83 arasında değişmektedir. Tablet olan formunda ise *in vitro* biyoerişilebilirlik %4-88 arasında değişmektedir. Vitamin takviyelerinin efervesan formları Tablo 3.1'de paylaşılan tabloda görüldüğü üzere sadece C vitamini olan takviyelerdir. Tablet formları ise hem C vitamini hem multivitamin karışık içeriklidir. Bu sonuçlara baktığımızda *in vitro* biyoerişilebilirliğin formlarına göre çok değişken olduğunu ve formlarına göre kesin bir şey söylenemeyeceğini görmekteyiz.

Son dönemlerde C vitamininin COVID-19'a karşı koruyucu etkisi ve tedavide etkili olup olmadığı konusunda yapılan araştırmalar, C vitamini içeren takviyelerin kullanımında ciddi bir artışa yol açmıştır. Piyasada farklı markalarda, farklı içeriklerde çokça C vitamini içeren gıda takviyeleri mevcuttur ve bu takviyeler reçetesiz alınabildiğinden bilinçsiz kullanıldığında ihtiyacımız olan miktardan

fazlasını veya azını almak mümkündür. Doktorlar ve beslenme uzmanlarına danışılıp vücudun ihtiyacı olan C vitamini saptanıp ona uygun biyoyararlılığı yüksek C vitamini içeren gıda takviyeleri kullanılmalı. C vitamini ihtiyacımızı karşılayabilmek için vitamin takviyesi kullanmak istiyorsak yalnızca C vitamini içeren gıda takviyeleri kullanmalıyız.



KAYNAKÇA

- Akbari, A. (2016). An overview of the characteristics and function of vitamin C in various tissues: relying on its antioxidant function.
- Al-Attas, O., Al-Daghri, N., Alokail, M., Abd-Alrahman, S., Vinodson, B., & Sabico, S. (2014). Metabolic benefits of six-month thiamine supplementation in patients with and without diabetes mellitus type 2. *Clinical Medicine Insights: Endocrinology and Diabetes*, 7, CMED-S13573.
- Albert, C. M., Cook, N. R., Gaziano, J. M., Zaharris, E., MacFadyen, J., Danielson, E., ... & Manson, J. E. (2008). Effect of folic acid and B vitamins on risk of cardiovascular events and total mortality among women at high risk for cardiovascular disease: a randomized trial. *Jama*, 299(17), 2027-2036.
- Andersen, L. W., Mackenhauer, J., Roberts, J. C., Berg, K. M., Cocchi, M. N., & Donnino, M. W. (2013, October). Etiology and therapeutic approach to elevated lactate levels. In *Mayo Clinic Proceedings* (Vol. 88, No. 10, pp. 1127-1140). Elsevier.
- Affenberger, S., Vidal-Alaball, J., Henoun, N., Zimmer, J., & Kaltenbach, G. (2007). B12 deficiency: a look beyond pernicious anemia. *J Fam Pract*, 56(7), 537-542.
- Al Nachar, K. (2019). Investigation and Measurement of Some Mineral and Vitamins in Eggplant Fruit Calyx, and the Possibility of Being Used As Food Supplements and Alternative Medicine. *J Food Nutr*, 5, 1-10.
- Anonim (2012) .Vitaminler, <http://www.belgeler.com/blg/4r3/vitamin> , 15 mart 2012
- Anonim (2013). Türk Gıda Kodeksi Takviye Edici Gıdalar Tebliği. Ağustos 2013 (Tebliğ No: 2013/49), Resmi Gazete Tarihi: 16.08.2013, Sayısı: 28737.
- Atalay, D., & Erge, H. S. (2018). GIDA TAKVİYELERİ VE SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ. *Food and Health*, 4(2), 98-111.

- Ateş, S. (2015). Farklı üzüm çeşitlerinin olgunlaşma sürecinde polifenol içerikleri ile antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi (Master's thesis, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Arvinte, C., Singh, M., & Marik, P. E. (2020). Serum levels of vitamin C and vitamin D in a cohort of critically ill COVID-19 patients of a north American community hospital intensive care unit in May 2020: A pilot study. *Medicine in drug discovery*, 8, 100064.
- Bacher, A., Eberhardt, S., Fischer, M., Kis, K., & Richter, G. (2000). Biosynthesis of vitamin b2 (riboflavin). *Annual review of nutrition*, 20(1), 153-167.
- Bakker, S. J. L., Hoogeveen, E. K., Nijpels, G., Kostense, P. J., Dekker, J. M., Gans, R. O. B., & Heine, R. J. (1998). The association of dietary fibres with glucose tolerance is partly explained by concomitant intake of thiamine: the Hoorn Study. *Diabetologia*, 41(10), 1168-1175.
- Ball, G. F. (2008). *Vitamins: their role in the human body*. John Wiley & Sons.
- Ball, G. F. (2005). *Vitamins in foods: analysis, bioavailability, and stability*. CRC press.
- Baykut, E. D. (2016). Ultraviyole Ve Ozon Uygulamalarının Baharatların Dekontaminasyonu Ve Kalitesi Üzerine Etkileri (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Bernard, M. A., Nakonezny, P. A., & Kashner, T. M. (1998). The effect of vitamin B12 deficiency on older veterans and its relationship to health. *Journal of the American Geriatrics Society*, 46(10), 1199-1206.
- Benito, P., & Miller, D. (1998). Iron absorption and bioavailability: an updated review. *Nutrition Research*, 18(3), 581-603.
- Bingöl, G. (1977). *Vitaminler ve enzimler*.
- Bottiglieri, T. (1996). Folate, vitamin B12, and neuropsychiatric disorders. *Nutrition reviews*, 54(12), 382-390.
- Bottiglieri, T. (1996). Folate, vitamin B12, and neuropsychiatric disorders. *Nutrition reviews*, 54(12), 382-390.

- Bradford, G. S., & Taylor, C. T. (1999). Omeprazole and vitamin B12 deficiency. *Annals of Pharmacotherapy*, 33(5), 641-643.
- Brandon, E. F. A., Bakker, M. I., Kramer, E., Bouwmeester, H., Zuidema, T., & Alewijn, M. (2014). Bioaccessibility of vitamin A, vitamin C and folic acid from dietary supplements, fortified food and infant formula. *International journal of food sciences and nutrition*, 65(4), 426-435.
- Brolin, R. E., Gorman, J. H., Gorman, R. C., Petschenik, A. J., Bradley, L. J., Kenler, H. A., & Cody, R. P. (1998). Are vitamin B 12 and folate deficiency clinically important after Roux-en-Y gastric bypass?. *Journal of Gastrointestinal Surgery*, 2(5), 436-442.
- Bulduk, S. (2005). *Beslenme ilkeleri ve mönü planlama*. Detay Yayıncılık.
- Blot, W. J., Li, J. Y., Taylor, P. R., Guo, W., Dawsey, S., Wang, G. Q., ... & Li, B. (1993). Nutrition intervention trials in Linxian, China: supplementation with specific vitamin/mineral combinations, cancer incidence, and disease-specific mortality in the general population. *JNCI: Journal of the National Cancer Institute*, 85(18), 1483-1491.
- Cameron, E., & Campbell, A. (1974). The orthomolecular treatment of cancer II. Clinical trial of high-dose ascorbic acid supplements in advanced human cancer. *Chemico-biological interactions*, 9(4), 285-315.
- Cameron, E., & Pauling, L. (1976). Supplemental ascorbate in the supportive treatment of cancer: Prolongation of survival times in terminal human cancer. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 73(10), 3685-3689.
- Carmel, R. (1995). 10 Malabsorption of food cobalamin. *Baillière's clinical haematology*, 8(3), 639-655.
- Carmel, R. (1997). Cobalamin, the stomach, and aging. *The American journal of clinical nutrition*, 66(4), 750-759.
- Carr, A. C., Rosengrave, P. C., Bayer, S., Chambers, S., Mehrtens, J., & Shaw, G. M. (2017). Hypovitaminosis C and vitamin C deficiency in critically ill patients despite recommended enteral and parenteral intakes. *Critical Care*, 21(1), 1-10.

- Cemeroğlu, B. (1992). Meyve ve sebze işleme endüstrisinde temel analiz metotları. *Biltav Yayınları, Ankara*, 380.
- Cemeroğlu, B. (1986). Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Gıda Tekn. *Derneği, Yayın*, (6).
- Chambers, S. J., Lambert, N., Plumb, G. W., & Williamson, G. (1996). Evaluation of the antioxidant properties of a methanolic extract from 'Juice Plus fruit' and 'Juice Plus vegetable'(dietary supplements). *Food chemistry*, 57(2), 271-274.
- Clydesdale, F. M., Ho, C. T., Lee, C. Y., Mondy, N. I., Shewfelt, R. L., & Lee, K. (1991). The effects of postharvest treatment and chemical interactions on the bioavailability of ascorbic acid, thiamin, vitamin A, carotenoids, and minerals. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 30(6), 599-638.
- Coates, P. M., Betz, J. M., Blackman, M. R., Cragg, G. M., Levine, M., Moss, J., & White, J. D. (Eds.). (2010). *Encyclopedia of dietary supplements*. CRC Press.
- Combs, G. (1992). Vitamin B12 in the vitamins. *New York: Academic*.
- Compston, J. E., & Horton, L. W. L. (1978). Oral 25-hydroxyvitamin D3 in treatment of osteomalacia associated with ileal resection and cholestyramine therapy. *Gastroenterology*, 74(5), 900-902.
- Conly, J. M., Stein, K., Worobetz, L., & Rutledge-Harding, S. (1994). The Contribution of Vitamin K 2 (Menaquinones) Produced by the Intestinal Microflora to Human Nutritional Requirements for Vitamin K. *American Journal of Gastroenterology (Springer Nature)*, 89(6).
- Cook, N. R., Albert, C. M., Gaziano, J. M., Zaharris, E., MacFadyen, J., Danielson, E., ... & Manson, J. E. (2007). A randomized factorial trial of vitamins C and E and beta carotene in the secondary prevention of cardiovascular events in women: results from the Women's Antioxidant Cardiovascular Study. *Archives of internal medicine*, 167(15), 1610-1618.
- Coppens, P., Delmulle, L., Gulati, O., Richardson, D., Ruthsatz, M., Sievers, H., & Sidani, S. (2006). Use of botanicals in food supplements. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 50(6), 538-554.

- Cort, W. M. (1974). Antioxidant activity of tocopherols, ascorbyl palmitate, and ascorbic acid and their mode of action. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 51(7), 321.
- Courraud, J., Berger, J., Cristol, J. P., & Avallone, S. (2013). Stability and bioaccessibility of different forms of carotenoids and vitamin A during in vitro digestion. *Food chemistry*, 136(2), 871-877.
- Cranney, A., Horsley, T., O'Donnell, S., Weiler, H., Puil, L., Ooi, D., ... & Mamaladze, V. (2007). Effectiveness and safety of vitamin D in relation to bone health. *Evidence report/technology assessment*, (158), 1.
- ÇELİK, H. Atakum İçin Yeni ve Alternatif Üzümsü Meyveler; Maviyemiş ile Güzyemişi. *YENİ ATAKUM*, 149.
- Dietrich, M., Traber, M. G., Jacques, P. F., Cross, C. E., Hu, Y., & Block, G. (2006). Does γ -tocopherol play a role in the primary prevention of heart disease and cancer? A review. *Journal of the American College of Nutrition*, 25(4), 292-299.
- Douglas, R.M., Hemilä, H., & Chalker, E. (2013). Vitamin C for preventing and treating the common cold. *Cochrane database of systematic reviews*, (1).
- Earthman, C. P., Beckman, L. M., Masodkar, K., & Sibley, S. D. (2012). The link between obesity and low circulating 25-hydroxyvitamin D concentrations: considerations and implications. *International journal of obesity*, 36(3), 387-396.
- Ebbing, M., Bønaa, K. H., Arnesen, E., Ueland, P. M., Nordrehaug, J. E., Rasmussen, K., ... & Nygård, O. (2010). Combined analyses and extended follow-up of two randomized controlled homocysteine-lowering B-vitamin trials. *Journal of internal medicine*, 268(4), 367-382.
- El-Ishaq, A., & Obirinakem, S. (2015). Effect of temperature and storage on vitamin C content in fruits juice. *International journal of Chemical and Biomolecular science*, 1(2), 17-21.
- Elnour, A., Hambraeus, L., Eltom, M., Dramaix, M., & Bourdoux, P. (2000). Endemic goiter with iodine sufficiency: a possible role for the consumption

- of pearl millet in the etiology of endemic goiter. *The American journal of clinical nutrition*, 71(1), 59-66.
- Ely, J. T. (1996). Glycemic modulation of tumor tolerance. *Journal of Orthomolecular Medicine*, 11, 23-34.
- Erdman Jr, J. W., Macdonald, I. A., & Zeisel, S. H. (Eds.). (2012). *Present knowledge in nutrition*. John Wiley & Sons.
- Ersöz, T. (2012). Bitkisel ilaçlar ve gıda takviyeleri ile ilgili genel yaklaşım ve sorunlar. *Meslek İçi Sürekli Eğitim Dergisi Türk Eczacıları Birliği Yayını*, 27-28.
- Escrig, A.J., Rincon, M., Pulido, R., Calixto, F.S. (2001). Guava fruit (psidium guajava l.) as a new source of antioxidant dietary fiber. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 5489-5493.
- Failla, M. L., Huo, T., & Thakkar, S. K. (2008). *In vitro* screening of relative bioaccessibility of carotenoids from foods. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 17.
- Fao, W. (2001). Human vitamin and mineral requirements. Report of a joint FAO/WHO expert consultation, Bangkok, Thailand. FAO, Rome: Food and Nutrition Division.
- Ferland, G. (2012). Vitamin K and the nervous system: an overview of its actions. *Advances in nutrition (Bethesda, Md.)*, 3(2), 204–212.
- Fox, E. L., Bowers, R. W., Foss, M. L., Cerit, M., & Yaman, H. (1999). *Beden eğitimi ve sporun fizyolojik temelleri*. Bağırhan Yayınevi.
- Furie, B., & Furie, B. C. (1990). Molecular basis of vitamin K-dependent gamma-carboxylation.
- Geil, P., & Shane-McWhorter, L. (2008). Dietary supplements in the management of diabetes: potential risks and benefits. *Journal of the American Dietetic Association*, 108(4), S59-S65.
- Geller, A. I., Shehab, N., Weidle, N. J., Lovegrove, M. C., Wolpert, B. J., Timbo, B. B., ... & Budnitz, D. S. (2015). Emergency department visits for adverse

- events related to dietary supplements. *New England Journal of Medicine*, 373(16), 1531-1540.
- Grande, F., & Vincent, A. (2020). The Importance of Food Composition Data for Estimating Micronutrient Intake: What Do We Know Now and into the Future?. *Global Landscape of Nutrition Challenges in Infants and Children*, 93, 39-50.
- Greenfield, H., & Southgate, D. A. (2003). *Food composition data: production, management, and use*. Food & Agriculture Org..
- Grundy, S. M., Vega, G. L., McGovern, M. E., Tulloch, B. R., Kendall, D. M., Fitz-Patrick, D., ... & Diabetes Multicenter Research Group. (2002). Efficacy, safety, and tolerability of once-daily niacin for the treatment of dyslipidemia associated with type 2 diabetes: results of the assessment of diabetes control and evaluation of the efficacy of niaspan trial. *Archives of internal medicine*, 162(14), 1568-1576.
- Grune, T., Lietz, G., Palou, A., Ross, A. C., Stahl, W., Tang, G., ... & Biesalski, H. K. (2010). β -Carotene is an important vitamin A source for humans. *The Journal of nutrition*, 140(12), 2268S-2285S.
- Halime, U. Ğ. U. R., Sümeyye, E. K. E. R., Çatak, J., & Yaman, M. (2020). Vitamin C ve Hastalıklar Üzerine Etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (19), 746-756.
- Halsted, C. H. (2003). Dietary supplements and functional foods: 2 sides of a coin?. *The American journal of clinical nutrition*, 77(4), 1001S-1007S.
- Hampl, J. S., Taylor, C. A., & Johnston, C. S. (2004). Vitamin C deficiency and depletion in the United States: the third national health and nutrition examination survey, 1988 to 1994. *American journal of public health*, 94(5), 870-875.
- Harris, J. L. (1963). Toxic amblyopia associated with administration of nicotinic acid. *American journal of ophthalmology*, 55, 133-134.
- Heaney, R. P. (2001). Factors influencing the measurement of bioavailability, taking calcium as a model. *The Journal of nutrition*, 131(4), 1344S-1348S.

- Hellman, L., & Burns, J. J. (1958). Metabolism of L-ascorbic acid-1-C14 in man. *Journal of Biological Chemistry*, 230, 923-930.
- Hemilä, H., & Chalker, E. (2019). Vitamin C can shorten the length of stay in the ICU: a meta-analysis. *Nutrients*, 11(4), 708.
- Herbert, V. (1996). Vitamin B-12. *Present knowledge in nutrition*, 191-205.
- Hercberg, S., Galan, P., Preziosi, P., Bertrais, S., Mennen, L., Malvy, D., ... & Briançon, S. (2004). The SU. VI. MAX Study: a randomized, placebo-controlled trial of the health effects of antioxidant vitamins and minerals. *Archives of internal medicine*, 164(21), 2335-2342.
- Hodges, R. E., Ohlson, M. A., & Bean, W. B. (1958). Pantothenic acid deficiency in man. *The Journal of clinical investigation*, 37(11), 1642-1657.
- Holick, M. F. (2007). Vitamin D deficiency. *New England Journal of Medicine*, 357(3), 266-281.
- Honarbaksh, S., & Schachter, M. (2008). Vitamins and cardiovascular disease. *British Journal of Nutrition*, 101(8), 1113-1131.
- Horio, F., Ozaki, K., Kohmura, M., Yoshida, A., Makino, S., & Hayashi, Y. (1986). Ascorbic acid requirement for the induction of microsomal drug-metabolizing enzymes in a rat mutant unable to synthesize ascorbic acid. *The Journal of nutrition*, 116(11), 2278-2289.
- Institute of Medicine (US) Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. (1997). Dietary reference intakes. *Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride*.
- Institute of Medicine (US) Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. (1997). Dietary reference intakes. *Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride*.
- Jacob, R. A., & Sotoudeh, G. (2002). Vitamin C function and status in chronic disease. *Nutrition in clinical care*, 5(2), 66-74.

- Johnston, C. S. (1996). The antihistamine action of ascorbic acid. *Subcellular Biochemistry*, 189-213.
- KILIÇ, E., & ŞANLIER, N. (2007). ÜÇ KUŞAK KADINININ BESLENME ALIŞKANLIKLARININ KARŞILAŞTIRILMASI. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 31-44.
- Kılınç, O. (2017). Tiyazolamin-schiff bazlarının sentezi ve özelliklerinin araştırılması (Master's thesis, Adıyaman Üniversitesi).
- Koçyiğit, S., Tuğluk, M. N., & Mehmet, K. Ö. K. (2007). Çocuğun gelişim sürecinde eğitsel bir etkinlik olarak oyun. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (16), 324-342.
- 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.
- ‘‘K vitamini neye yarar? Hangi besinlerde bulunur? Faydaları ve eksikliği’’, <https://www.medikalakademi.com.tr/k-vitamini-nedir-hangi-besinlerde-bulunur-faydaları-ve-eksikliği/>, [2019]
- Lešková, E., Kubíková, J., Kováčiková, E., Košická, M., Porubská, J., & Holčíková, K. (2006). Vitamin losses: Retention during heat treatment and continual changes expressed by mathematical models. *Journal of Food Composition and analysis*, 19(4), 252-276.
- Li, Y., & Schellhorn, H. E. (2007). New developments and novel therapeutic perspectives for vitamin C. *The Journal of nutrition*, 137(10), 2171-2184.
- Li, Y., Guo, C., Yang, J., Wei, J., Xu, J., & Cheng, S. (2006). Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. *Food chemistry*, 96(2), 254-260.
- Lindenbaum, J., Healton, E. B., Savage, D. G., Brust, J. C., Garrett, T. J., Podell, E. R., ... & Allen, R. H. (1988). Neuropsychiatric disorders caused by cobalamin deficiency in the absence of anemia or macrocytosis. *New England journal of medicine*, 318(26), 1720-1728.
- Lukaski, H. C. (2004). Vitamin and mineral status: effects on physical performance. *Nutrition*, 20(7-8), 632-644.

- Lykkesfeldt, J., & Tveden-Nyborg, P. (2019). The pharmacokinetics of vitamin C. *Nutrients*, 11(10), 2412.
- McDuffie, J. R., Calis, K. A., Booth, S. L., Uwaifo, G. I., & Yanovski, J. A. (2002). Effects of orlistat on fat-soluble vitamins in obese adolescents. *Pharmacotherapy: The Journal of Human Pharmacology and Drug Therapy*, 22(7), 814-822.
- Meyers, C. D., Kamanna, V. S., & Kashyap, M. L. (2004). Niacin therapy in atherosclerosis. *Current opinion in lipidology*, 15(6), 659-665.
- Naidu, K. A. (2003). Vitamin C in human health and disease is still a mystery? An overview. *Nutrition journal*, 2(1), 1-10.
- Oliveira-Menegozzo, J. M., Bergamaschi, D. P., Middleton, P., & East, C. E. (2010). Vitamin A supplementation for postpartum women. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (10).
- Oktar, S., İlhan, S., & Aksulu, H. E. (2008). Clonidine prevents development of hypertension in N (omega)-nitro-L-arginine-treated rats/Klonidin N (omega)-nitro-L-arjinin aracılı hipertansiyon gelişimini önler. *The Anatolian Journal of Cardiology (Anadolu Kardiyoloji Dergisi)*, 8(2), 104-111.
- ÖZATA, M. (2014). Hayat kurtaran vitamin ve mineraller. *İstanbul: Haykitap Kitabevi*.
- Özgür, M. Ü. (1992). *Türev spektrofotometrik yöntem ile askorbik asit tayini* (Doctoral dissertation, Yıldız Teknik Üniversitesi).
- Padayatty, S., Espey, M. G., Levine, M., & Vitamin, C. (2010). Encyclopedia of dietary supplements.
- Pasiakos, S. M., McLellan, T. M., & Lieberman, H. R. (2015). The effects of protein supplements on muscle mass, strength, and aerobic and anaerobic power in healthy adults: a systematic review. *Sports Medicine*, 45(1), 111-131.
- Pathy, K. (2018). Process for preparation of vitamin C and method for determination of vitamin c in tablets. *SF J Chem Res*, 2(1), 2.

- Petroczi, A., Taylor, G., & Naughton, D. P. (2011). Mission impossible? Regulatory and enforcement issues to ensure safety of dietary supplements. *Food and Chemical Toxicology*, *49*(2), 393-402.
- Pitkin, R. M., Allen, L., Bailey, L. B., & Bernfield, M. (2000). Dietary Reference Intakes for Thiamin, riboflavin, niacin, vitamin B6, folate, vitamin B12, Pantothenic acid, biotin and choline. *Washington, DC*.
- Pitkin, R. M., Allen, L., Bailey, L. B., & Bernfield, M. (2000). Dietary Reference Intakes for Thiamin, riboflavin, niacin, vitamin B6, folate, vitamin B12, Pantothenic acid, biotin and choline. *Washington, DC*.
- Rautiainen, S., Manson, J. E., Lichtenstein, A. H., & Sesso, H. D. (2016). Dietary supplements and disease prevention—a global overview. *Nature Reviews Endocrinology*, *12*(7), 407-420.
- Rumberger, J. A., Napolitano, J., Azumano, I., Kamiya, T., & Evans, M. (2011). Pantethine, a derivative of vitamin B5 used as a nutritional supplement, favorably alters low-density lipoprotein cholesterol metabolism in low-to moderate-cardiovascular risk North American subjects: a triple-blinded placebo and diet-controlled investigation. *Nutrition research*, *31*(8), 608-615.
- Russell, R., Beard, J. L., Cousins, R. J., Dunn, J. T., Ferland, G., Hambidge, K. M., ... & Yates, A. A. (2001). Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. *A Report of the Panel on Micronutrients, Subcommittees on Upper Reference Levels of Nutrients and of Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes, and the Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes Food and Nutrition Board Institute of Medicine*.
- Salonen, R. M., Nyssönen, K., Kaikkonen, J., Porkkala-Sarataho, E., Voutilainen, S., Rissanen, T. H., ... & Poulsen, H. E. (2003). Six-year effect of combined vitamin C and E supplementation on atherosclerotic progression: the Antioxidant Supplementation in Atherosclerosis Prevention (ASAP) Study. *Circulation*, *107*(7), 947-953.

- Sauberlich, H. E. (1994). Pharmacology of vitamin C. *Annual review of nutrition*, 14(1), 371-391.
- Sesso, H. D., Buring, J. E., Christen, W. G., Kurth, T., Belanger, C., MacFadyen, J., ... & Gaziano, J. M. (2008). Vitamins E and C in the prevention of cardiovascular disease in men: the Physicians' Health Study II randomized controlled trial. *Jama*, 300(18), 2123-2133.
- Shane-McWhorter, L. (2009). Dietary supplements for diabetes: an evaluation of commonly used products. *Diabetes Spectrum*, 22(4), 206-213.
- Siddique, Y. H., Ara, G., Beg, T., & Afzal, M. (2006). Effect of vitamin C on cyproterone acetate induced genotoxic damage in mice. *Res J Biol Sci*, 1, 69-73.
- Smirnoff, N. (2018). Ascorbic acid metabolism and functions: A comparison of plants and mammals. *Free Radical Biology and Medicine*, 122, 116-129.
- Soare, A., Weiss, E. P., Holloszy, J. O., & Fontana, L. (2014). Multiple dietary supplements do not affect metabolic and cardiovascular health. *Aging (Albany NY)*, 6(2), 149.
- Sunde, R. A., Bowman, B. A., & Russell, R. M. (2006). Present Knowledge in Nutrition. *Washington, DC, ILSI*.
- Sullivan, P. G., Geiger, J. D., Mattson, M. P., & Scheff, S. W. (2000). Dietary supplement creatine protects against traumatic brain injury. *Annals of neurology*, 48(5), 723-729.
- Sumner, A. E., Chin, M. M., Abrahm, J. L., Berry, G. T., Gracely, E. J., Allen, R. H., & Stabler, S. P. (1996). Elevated methylmalonic acid and total homocysteine levels show high prevalence of vitamin B12 deficiency after gastric surgery. *Annals of internal medicine*, 124(5), 469-476.
- Tannenbaum, S. R., Young, V. R., & Archer, M. C. (1985). Vitamins and minerals. *Food chemistry*, 2, 489-491.
- Tardif, J. C., Côté, G., Lespérance, J., Bourassa, M., Lambert, J., Doucet, S., ... & de Guise, P. (1997). Probucol and multivitamins in the prevention of restenosis after coronary angioplasty. *New England Journal of Medicine*, 337(6), 365-372.

- Thakur, N., Raigond, P., Singh, Y., Mishra, T., Singh, B., Lal, M. K., & Dutt, S. (2020). Recent updates on bioaccessibility of phytonutrients. *Trends in Food Science & Technology*, 97, 366-380.
- Thomas, E. D. (2002). *Vitamin C, Infectious Diseases, and Toxins*. Xlibris Corporation.
- Thornalley, P. J. (2005). The potential role of thiamine (vitamin B1) in diabetic complications. *Current diabetes reviews*, 1(3), 287-298.
- Tomoda, H., Yoshitake, M., Morimoto, K., & Aoki, N. (1996). Possible prevention of postangioplasty restenosis by ascorbic acid. *The American journal of cardiology*, 78(11), 1284-1286.
- Travica, N., Ried, K., Sali, A., Scholey, A., Hudson, I., & Pipingas, A. (2017). Vitamin C status and cognitive function: a systematic review. *Nutrients*, 9(9), 960.
- Tucker, K. L., Rich, S., Rosenberg, I., Jacques, P., Dallal, G., Wilson, P. W., & Selhub, J. (2000). Plasma vitamin B-12 concentrations relate to intake source in the Framingham Offspring study. *The American journal of clinical nutrition*, 71(2), 514-522.
- Turan, B. (1991). Kuşburnundan C Vitamini izolasyonu ve çekirdek yağlarının incelenmesi (Doctoral dissertation).
- Turkomp. (2020). Turkish food composition database. TürKomp, v1. <http://www.turkomp.gov.tr/main>. (Accessed 20 January 2020).
- TÜRKER, A., & YÜKSEL, O. BESLENMEDE VİTAMİNLERİN ÖNEMİ. *BESLENME VE OBEZİTE*, 7.
- Halime, U. Ğ. U. R., Sümeyye, E. K. E. R., Çatak, J., & Yaman, M. (2020). Vitamin C ve Hastalıklar Üzerine Etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (19), 746-756.
- Vashum, K. P., McEvoy, M., Shi, Z., Milton, A. H., Islam, M. R., Sibbritt, D., ... & Attia, J. (2013). Is dietary zinc protective for type 2 diabetes? Results from the Australian longitudinal study on women's health. *BMC endocrine disorders*, 13(1), 1-8.

Vella, F. (1986). Textbook of clinical chemistry: Edited by NW Tietz. Pp 1919. WB Saunders, Philadelphia. 1986 ISBN 0-7216-8886-1.

“Vitamin A Fact Sheet for Health Professionals”,
<https://ods.od.nih.gov/factsheets/vitaminA-HealthProfessional/> (2021)

“Vitamin D Fact Sheet for Health Professionals”,
<https://ods.od.nih.gov/factsheets/vitaminD-HealthProfessional/>, [2021]

“Vitamin E Fact Sheet for Health Professionals”,
<https://ods.od.nih.gov/factsheets/vitaminE-HealthProfessional/>, [2021]

“Vitamin K Fact Sheet for Health Professionals”,
<https://ods.od.nih.gov/factsheets/vitaminK-HealthProfessional/>, [2019]

Vitaminler, S. G. (2008). mineraller ve sağlığımız. Sağlık Bakanlığı beslenme bilgi serisi, Ankara, Klasmat Matbaacılık.

Yuan, H., Wan, J., Li, L., Ge, P., Li, H., & Zhang, L. (2012). Therapeutic benefits of the group B3 vitamin nicotinamide in mice with lethal endotoxemia and polymicrobial sepsis. *Pharmacological research*, 65(3), 328-337.

Levy, A. P., Friedenberg, P., Lotan, R., Ouyang, P., Tripputi, M., Higginson, L., ... & Howard, B. V. (2004). The effect of vitamin therapy on the progression of coronary artery atherosclerosis varies by haptoglobin type in postmenopausal women. *Diabetes Care*, 27(4), 925-930.

Webb, A. R., Kline, L., & Holick, M. F. (1988). Influence of season and latitude on the cutaneous synthesis of vitamin D3: exposure to winter sunlight in Boston and Edmonton will not promote vitamin D3 synthesis in human skin. *The journal of clinical endocrinology & metabolism*, 67(2), 373-378.

Webb, A. R., Pilbeam, C., Hanafin, N., & Holick, M. F. (1990). An evaluation of the relative contributions of exposure to sunlight and of diet to the circulating concentrations of 25-hydroxyvitamin D in an elderly nursing home population in Boston. *The American journal of clinical nutrition*, 51(6), 1075-1081.

- Wolfe, K. L., & Liu, R. H. (2007). Cellular antioxidant activity (CAA) assay for assessing antioxidants, foods, and dietary supplements. *Journal of agricultural and food chemistry*, 55(22), 8896-8907.
- Wolpowitz, D., & Gilchrest, B. A. (2006). The vitamin D questions: how much do you need and how should you get it?. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 54(2), 301-317.
- Wu, K., Willett, W. C., Chan, J. M., Fuchs, C. S., Colditz, G. A., Rimm, E. B., & Giovannucci, E. L. (2002). A prospective study on supplemental vitamin E intake and risk of colon cancer in women and men. *Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers*, 11(11), 1298-1304.



EKLER

EK-1: Kullanılan Gıda Takviyelerinin İçerikleri

	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	İSİM
	1000MG	1000MG	1000MG	1000MG	1000MG	1000MG	1000MG	1000MG	1000MG	60MG	100MG	100MG	120MG	150MG	80MG	500MG	500MG	C Vit.
			10 MCG				20 MG	10 MCG					10 MCG	27 MG	16 MG	200 IU		B3
							10 MG					10 MG	20 MG	40 MG	12 MG			D3
							2 MG					10 MG	10 MG	20 MG	6 MG			E VİT.
							1.4 MG					1.6 MG	1.2 MG	6 MG	1.4 MG			B5
							889 MCG					2 MG	5 MG	10 MG	1.4 MG			B2
							200 MCG					1.2 MG	1.5 MG	18 MG	1.1 MG			B6
							30 MCG					200 MCG	800 MCG	800 MCG	800 MCG			B1
							15 MCG					50 MCG	40 MCG	500 MCG	200 MCG			A
							5 MCG					50 MCG	70 MCG	70 MCG	25 MCG			FOLİK A.
							2.5 MCG					50 MCG	10 MCG	10 MCG	5 MCG			BIOTİN
							5 MG					1 MCG	9 MCG	12 MCG	2.5 MCG			K VİT.
							5 MG	5 MG				18 MG	20 MG	27 MG	8 MG			K2 VİT.
							5 MG	10 MG	15 MG	7.5 MG	10 MG	5 MG	9 MG	15 MG	10 MG	12.5 MCG		D VİT
							162 MG					5 MG	20 MG	27 MG	14 MG			B3 VİT.
							125 MG					5 MG	9 MG	12 MCG	2.5 MCG			DEMİR
							100 MG					18 MG	20 MG	27 MG	8 MG			B3 VİT.
							2 MG					5 MG	9 MG	12 MCG	2.5 MCG			DEMİR
							500 MCG					5 MG	9 MG	12 MCG	2.5 MCG			ÇİNKO
							100 MCG					5 MG	9 MG	12 MCG	2.5 MCG			KALSİYUM
							30 MCG					50 MCG	100 MCG	180 MCG	50 MCG			POSFOR
							50 MCG					50 MCG	100 MCG	180 MCG	50 MCG			MAGNEZYUM
												45 MCG	100 MCG	180 MCG	50 MCG			MANGANEZ
												45 MCG	100 MCG	180 MCG	50 MCG			BAKIR
												45 MCG	100 MCG	180 MCG	50 MCG			İYOT
												45 MCG	100 MCG	180 MCG	50 MCG			SELENYUM
												45 MCG	100 MCG	180 MCG	50 MCG			MOLİBDEN
												45 MCG	100 MCG	180 MCG	50 MCG			L-SİSTEİN
												45 MCG	100 MCG	180 MCG	50 MCG			L-KARNİTİN
												45 MCG	100 MCG	180 MCG	50 MCG			BETA-KAROTEN
												45 MCG	100 MCG	180 MCG	50 MCG			MANGANEZ
												45 MCG	100 MCG	180 MCG	50 MCG			KROM
												45 MCG	100 MCG	180 MCG	50 MCG			KOENZİM Q10
												45 MCG	100 MCG	180 MCG	50 MCG			BIOTİN
												45 MCG	100 MCG	180 MCG	50 MCG			LUTEİN
												45 MCG	100 MCG	180 MCG	50 MCG			BORON
												45 MCG	100 MCG	180 MCG	50 MCG			PANTOTEİK ASİT

ÖZGEÇMİŞ

Begüm Hatice TUNA

A. EĞİTİM

Yüksek Lisans:

İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, 2021,
İstanbul

Lisans:

2016– 2019 Sabahattin Zaim Üniversitesi Beslenme Ve Diyetetik (lisans)

2012 – 2016 Viyana Üniversitesi / Viyana- Avusturya Beslenme Ve Diyetetik
(lisans)

B. MESLEKİ DENEYİM

15.04.2019 - 29.05.2019 Türk Hava Yolları / İstanbul – Türkiye
(stajyer)

25.02.2019 - 10.04.2019 Çapa Üniversitesi Hastanesi / İstanbul – Türkiye
(stajyer)

19.11.2018 - 02.01.2019 Uzman Diyetisyen Emel Unutmaz Duman / İstanbul –
Türkiye (stajyer)

01.10.2018- 14.11.2018 Kayışdağı Darülaceze Müdürlüğü / İstanbul – Türkiye
(stajyer)

26.06.2018- 30.07.2018 Uludağ Üniversitesi Hastanesi/Bursa – Türkiye (stajyer)

18.06.2018- 22.06.2018 Hayat Hastanesi / Bursa – Türkiye (stajyer)

06.07.2019 – Halen Özel Doruk Yıldırım / Bursa- Türkiye (Diyetisyen)

C. Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler:

1. Begüm Hatice Tuna, Doç. Dr. Öğretim Üyesi Mustafa Yaman, Dr. Öğretim Üyesi Jale Çatak, Ar. Gör. Halime Uğur, Ömer Faruk Mızrak, Esra Yıldırım Servi, Büşra Demir, Yavuz Beceren Gıda Takviyelerinde Bulunan C Vitamininin *İn Vitro* Biyo Erişilebilirliğinin Belirlenmesi, 2. Uluslararası Fen Bilimleri Ve İnovasyon Kongresi, 2021