



## Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi

Journal of Cumhuriyet University Health Sciences Institute

### Bazı Besin Öğelerinin Sinir Sistemi Üzerindeki Etkileri

Cansu MEMİÇ İNAN

Ankara Müzik ve Güzel Sanatlar Üniversitesi, Sağlık Kültür ve Spor Dairesi Başkanlığı, Ankara

Geliş Tarihi	Kabul Tarihi	Yayın Tarihi
07.10.2020	20.01.2021	26.04.2021

**Özet:** Beslenme, vücudumuzdaki fizyolojik süreçlerle ilişkili olduğu kadar beynin gelişimi ve işleyişiyle de ilişkilidir. Merkezi sinir sistemi üzerine koruyucu etkileri olan besinler arasında proteinler, karbonhidratlar, çoklu doymamış yağ asitleri, vitaminler (C, E, D, B12, B9, B6 ve B1 vitaminleri) ve mineraller (selenyum, çinko, magnezyum, sodyum, demir, bakır, iyot) yer almaktadır. Diyetle antioksidan bileşenlerden zengin besinlerin tüketimi, sinir hücrelerini oksidatif hasardan korumaktadır. Yeterli ve dengeli beslenme beyindeki nörotransmitterlerin üretimini etkilemekte ve bilişsel işlevlerin uygun şekilde yürütülmesini sağlamaktadır. Bu çalışmanın amacı mental sağlığın sürdürülmesinde besinlerin rolünü belirlemeye yönelik gerçekleştirilen mevcut literatürün gözden geçirilmesi ve çalışmalardan elde edilen bulguların sistematik olarak incelenmesidir. Çalışmanın gerçekleştirilmesi için "mental sağlıkta beslenme", "nörodejeneratif hastalıklarda besin öğeleri", "nöroprotektif besinler" anahtar kelimeleri kullanılarak, Şubat 2020-Ağustos 2020 tarihleri arasında Google Scholar, Pubmed, Science Direct, EBSCOhost ve Web of Science veri tabanlarından Türkçe ve İngilizce dizinler taranmıştır. Araştırma sonuçları beslenmenin beyin nörotrofik maddelerin üretiminde etkili olduğu, beyin hücrelerini oksidatif hasardan koruyarak nörodejeneratif hastalıkların oluşumunu önlediği ve tüketilen bazı besinlerin mood ve davranış üzerinde değişiklikler oluşturabileceğini göstermektedir.

**Anahtar kelimeler:** Sinir Sistemi, Beslenme, Vitaminler, Mineraller

### The Effects Of Some Nutritional Components On Nervous System Function

**Abstract:** Nutrition is associated with the development and functioning of the brain as well as with the physiological processes in our body. Foods that have protective effects on the central nervous system include proteins, carbohydrates, polyunsaturated fatty acids, vitamins (C, E, D, B12, B9, B6 and B1 vitamins) and minerals (selenium, zinc, magnesium, sodium, iron, copper, iodine). Consumption of foods rich in antioxidant components in the diet protects nerve cells from oxidative damage. Adequate and balanced nutrition affects the production of neurotransmitters in the brain and ensures the proper execution of cognitive functions. The aim of this study is to review the existing literature conducted to determine the role of nutrients in maintaining mental health and to systematically examine the findings of the studies. Using the keywords "nutrition in mental health", "nutrients in neurodegenerative diseases", "neuroprotective foods" and between February 2020 and August 2020, Turkish and English indexes were scanned from Google Scholar, Pubmed, Science Direct, EBSCOhost and Web of Science databases to carry out the study. Research results show that nutrition is effective in the production of brain neurotrophic substances, prevents the formation of neurodegenerative diseases by protecting brain cells from oxidative damage, and that some foods consumed can cause changes on mood and behavior.

**Keywords:** Nervous System, Nutrition, Vitamins, Minerals

\* Sorumlu yazar  
Cansu MEMİÇ İNAN  
dvt.cansumemic@gmail.com



## GİRİŞ

Beslenme insan sağlığının sürdürülmesinde büyük ölçüde önemli bir rol üstlenmektedir. Merkezi ve periferik sinir sisteminin uygun şekilde çalışması beslenmeye bağlıdır. Sinir sisteminin düzenli bir şekilde çalışabilmesi için gerekli besin öğeleri yeterli miktarlarda alınmalıdır. İnsan beyninin enerji depolama yeteneği olmadığından temel enerji kaynakları olan karbonhidratlar, proteinler ve yağlar yeterli miktarda alınması gerekmektedir. Beyin vücutta öncelikli organdır ve metabolik aktivitesi yüksektir. Vücut ağırlığının sadece %2'sini oluşturan beyin, dinlenme enerjisinin %20'sini tüketmektedir. Bu nedenle enerji ve besin ögesi ihtiyacı yüksektir (Glibowski ve Misztal, 2016). Tüketilen yiyeceklerdeki besin öğeleri beyin biyokimyasında düşünme ve davranış süreçlerini etkilediği için, bazı besin öğelerinin fazla veya yetersiz alınması zihinsel süreç üzerinde önemli etkiler gösterebilir (Glibowski ve Misztal, 2016; Beyhan ve Taş, 2019). Merkezi sinir sistemi üzerine koruyucu etkileri olan besin öğeleri arasında proteinler, karbonhidratlar, çoklu doymamış yağ asitleri, vitaminler (C, E, D, B<sub>12</sub>, B<sub>9</sub>, B<sub>6</sub> ve B<sub>1</sub> vitaminleri) ve mineraller (selenyum, çinko, magnezyum, sodyum, demir, bakır, iyot) yer almaktadır. Bu besin öğelerinin yetersiz alımları merkezi sinir sisteminin çalışmasında sorunlara yol açabilmektedir. Mental sağlık, duygu durumu, uyku düzeni ve bilişsel işlev, beyin çalışmasını etkileyen kimyasallar olarak bilinen nörotransmitterlere bağlıdır. Beyindeki nörotransmitterlerin başlıcaları; asetilkolin, glutamat, GABA, serotonin, dopamin ve norepinefrin, doğumla birlikte beyin gelişimi devam ettiği sürece değişim (artış/azalış) göstermektedir. Bazı besin öğeleri nörotransmitterlerin öncü maddesidir ve bunların eksiklikleri sonucu şizofreni, duygu durum bozuklukları, parkinson, alzheimer, epilepsi ve anksiyete gibi hastalıklar görülebilmektedir (Wendolowicz ve ark., 2018). Bu derleme yazıda bazı besin öğelerinin sinir sistemi fonksiyonu üzerindeki etkileri tartışılacaktır.

## YÖNTEM

Bu çalışma sistematik bir derlemedir. Derlemenin gerçekleştirilmesinde “mental sağlıkta beslenme”, “nörodejeneratif hastalıklarda besin öğeleri”, “nöroprotektif besinler” anahtar kelimeleri kullanılarak, Şubat 2020-Ağustos 2020 tarihleri arasında Google Scholar, Pubmed, Science Direct, EBSCOhost ve Web of Science veri tabanlarından Türkçe ve İngilizce dizinler taranmış ve tam metni bulunan makaleler dâhil edilme kriterleri yönünden değerlendirilerek incelenmiştir.

### **Sinir sistemi fonksiyonu üzerinde etkisi olan besin öğeleri**

#### *Karbonhidratlar*

Beynin temel enerji kaynağı önemli bir metabolik substrat olan glukozdur. Beyne glukoz taşınması, kan-beyin bariyerinden ve sodyumdan bağımsız olarak, yüksek molekül ağırlıklı glukoz taşıyıcı protein 1 (glucose transporter 1 (GLUT1)) aracılığı ile gerçekleşmektedir. Nöronlara glukoz taşınmasında ise glukozu yüksek afinite gösteren GLUT3 taşıyıcıları rol almaktadır. Bu taşıyıcılar, hafif hipoglisemi koşullarında bile glikoz ile doyurulmakta ve böylece nöronlara yeterli miktarda substrat sağlanmaktadır (Yorulmaz, 2013). Beyne glukoz alımı yalnızca GLUT taşıyıcılarına değil, aynı zamanda kan-beyin bariyerinin her iki tarafındaki glikoz düzeylerine de bağlı bulunmaktadır. Beyin omurilik sıvısındaki glukoz düzeyleri, genel dolaşımdaki düzeylerin 2/3'ünü oluşturmaktadır (Rao ve ark., 2008).

Karbonhidrattan zengin besinler (tahıllar ve meyveler), endorfin salgılanmasını arttırdığı ve sakinleştirici bir etki gösterdiği için, birçok birey mevsimsel duygulanım bozukluğu, adet öncesi stres sendromu, depresyon veya nikotin yoksunluğu gibi durumlarda bu besinlerin tüketimini arttırmaktadır. Yüksek karbonhidrat içerikli gıdaların tüketimi beyindeki serotonin düzeyini arttırarak kişinin ruh halini iyileştirebilmektedir (Özenoğlu, 2018).

### *Proteinler*

Önerilen miktarlarda (0,8-1 g/kg/gün) protein içeren bir diyet, sinir sisteminin uygun şekilde çalışması için önemli görülmektedir. Et, balık, yumurta ve süt ürünleri gibi protein kaynakları, beyin fonksiyonlarının yürütülebilmesi için gerekli olan ekzojen amino asitleri içermektedir. Sindirim sürecinde proteinler peptitlere, amino asitlere ve biyojenik aminlere dönüştürülerek nörotransmitterlerin yapısına katılmaktadır. Dopamin, tirozin amino asitinden sentezlenirken, triptofan amino asiti de serotonin sentezinde yer almaktadır. Tirozin ve serotonin eksikliğinde, duygu durum bozuklukları ve saldırganlıkla ilişkili olan nörotransmitterlerin (dopamin ve triptofan) sentezi gerçekleştirilememektedir (Parker ve Brotchie, 2011). Aminoasit eksikliği gibi, aşırı amino asit birikimi de beyin hasarına ve zihinsel geriliğe yol açabilmektedir. Örneğin, fenilketonüri hastalığı olan kişilerde aşırı fenilalanin birikimi beyin hasarına ve zekâ geriliğine neden olmaktadır (Özer, 2008). Hücre içinde tripeptid (sistein, glutamik asit ve glisin) olarak sentezlenen glutasyon, sinir sistemi işlevlerinin yürütülmesi için önemli görülmektedir (Demirci, 2020). Glutasyon, sinir hücrelerini oksidatif hasardan koruyarak, nörodejeneratif hastalıkların (Alzheimer, Parkinson, Huntington vb) gelişimini engellemektedir.

### *Çoklu Doymamış Yağ Asitleri*

Lipidler, beynin kuru ağırlığının yaklaşık %50-70'ini oluşturmaktadır. Vücutta en çok bulunan lipidlerden olan çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) (dokosaheksaenoik asit (DHA) ve araşidonik asit (AA)) hücre membran fosfolipidlerinin %80'inde bulunmaktadır. Çoklu doymamış yağ asitleri hücre membranının biyofiziksel özelliklerini değiştirerek beyin fonksiyonlarını etkilemektedir. Fosfolipid çift tabakasındaki lipid değişiklikleri, reseptörlerin ve diğer zar proteinlerinin aktivitelere fonksiyonel değişikliklere neden olmaktadır (Lange, 2020). Çoklu doymamış yağ asitleri reseptörlerin aktivasyonu, hücre sinyal yollarının düzenlenmesi ve endokannabinoid

sistem (iştah, ağrı, duygu durum ve bellek gibi yönetiminde görev alan reseptör sistemi) modülasyonunu etkileyerek beyin fonksiyonlarına dâhil olmaktadır. Ayrıca AA, DHA ve bunların metabolitleri hücre içi ikincil haberciler olarak rol almakta ve gen transkripsiyonu, nörotransmisyon ve nöroinflamasyon gibi çeşitli beyin süreçlerini düzenlemektedir (Çelik ve Demirel, 2012).

Günlük diyetle alınan eikozapentaenoik asit (EPA) ve DHA gibi omega 3 yağ asitlerinin depresif semptomları önleyebileceği belirtilmiştir. Bunun yanısıra, diyetin omega-6/omega-3 oranı ve doymuş yağ asidi içeriğinin yüksek olması da depresif semptomları arttırabileceği bildirilmiştir. Sağlıklı bir diyet modelinde omega-6/omega-3 oranının 5:1-10:1 arasında olması gerekmektedir. Brezilya'da gerçekleştirilen prospektif bir çalışmada, diyetinde omega-6/omega-3 oranı yüksek (>10:1) olan gebe kadınların, postpartum depresyon olasılığının %40 daha yüksek olduğu bulunmuştur (Sousa ve ark., 2020). Mental sağlığın korunması için omega 3 içeriği yüksek olan yağlı balıkların (uskumru, ringa, tuna, somon, sardalye) diyetinde yer alması önemlidir. Haftada iki gün yağlı balık tüketimi (200-350 g) ile yaklaşık 0,5-1 g/gün kadar omega-3 (EPA ve DHA) alınabileceği belirtilmektedir (Lange, 2020).

### *Vitaminler*

#### *B1 Vitamini (Tiamin)*

B<sub>1</sub> vitamini (tiamin) glukoz metabolizması, sinir zarı fonksiyonunun sürdürülmesi, miyelin ve çeşitli nörotransmitterlerin (asetilkolin, serotonin) sentezinde rol oynamaktadır (Calderón-Ospina ve Nava-Mesa, 2019). Gönüllü genç erkeklerde altı günlük B<sub>1</sub> vitamini eksikliğinden sonra halsizlik, düşük zekâ, sinirlilik, kramplar ve elektrokardiyografik anormallikler gözlemlenmiştir. B<sub>1</sub> vitamin düzeyi orta yaş kadınlarda duygu durum dalgalanmaları, yaşlılarda bilişsel fonksiyon ve motor becerilerle ilişkili bulunmuştur. B<sub>1</sub> vitamininin yetersizliğinin alzheimer hastalığının gelişimini ilerletebileceği belirtilmiştir. Tiamin tahıllar, yağlı tohumlar ve

organ etlerinde yüksek miktarda bulunmaktadır (Gibson ve ark., 2016).

#### B6 Vitamini (Pridoksin)

B<sub>6</sub> vitamininin vücutta çok fazla rolü bulunmakla birlikte levodopadan (L-DOPA) dopamin, 5-hidroksitriptofandan (5-HTP) serotonin ve glutamattan gama aminobütirik asit (GABA) gibi nörotransmitterlerin sentezindeki önemli işlevleri ile öne çıkmaktadır. B<sub>6</sub> vitamini eksikliği GABA düzeyinde azalmaya ve beyin amino asit bileşiminde değişikliklere neden olarak, katekolamin sentez bozukluklarına yol açabilmektedir. Yetersizliğinde

yorgunluk/tükenmişlik, sinirlilik, depresyon, uykusuzluk, baş dönmesi ve nöronal değişiklikler görülmektedir. Kandaki yüksek B<sub>6</sub> seviyeleri, hafıza testlerinde iyi performansla ilişkili bulunmuştur (Bourre, 2006; Hughes ve ark., 2017). B<sub>6</sub> vitamininden zengin yumurta, tavuk, balık, tam tahıl, sert kabuklu yemişler (fındık vb.), karaciğer, böbrek gibi besinlerin diyetle düzenli tüketilmesi beyin sağlığı ve fonksiyonları için önemli görülmektedir (Hughes ve ark., 2017).

#### B9 Vitamini (Folat)

B<sub>9</sub> vitamininin (folat); deoksiribonükleik asit (DNA) sentezi, onarımı ve metilasyonu dâhil olmak üzere birçok biyolojik reaksiyonda rolü bulunmaktadır. Folat gıdalarda doğal olarak bulunan formdur ancak folik asit, folatın oksitlenmiş sentetik bir formu olup besin takviyelerinde kullanılmaktadır. Folik asit, nöral tüp defektlerinin önlenmesi ve serum homosistein düzeylerinin azaltılmasında zorunlu olmasına rağmen, kolon kanseri insidansını artırabileceği yönünde endişe verici görüşler bulunmaktadır. Benzer şekilde folik asitle zenginleştirilmiş besinler metilasyon reaksiyonlarını da olumsuz etkileyebilmektedir. Bununla birlikte, düşük folat seviyeleri ile bilişsel yetersizlik arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur (Mikkelsen ve ark., 2016). Folat eksikliği, yaşlılık döneminde zihinsel kapasiteyi azaltmakta ve hafızayı bozmakta; gebelik döneminde bebeğin sinir sistemi gelişiminde anomalilere neden olmaktadır. Ancak gebelik

başlamadan birkaç hafta önce sistematik folat takviyesi ile bu anomaliler %85 oranında azaltılabilmektedir. Folat açısından zengin besinler karaciğer, yumurta, yeşil sebzeler (tere, ıspanak, pırasa, kuşkonmaz, brokoli, karnabahar), mısır, nohut, badem ve kestanedir (Bourre, 2016).

#### B12 Vitamini (Kobalamin)

B<sub>12</sub> vitamini (kobalamin), beyin ve sinir sisteminin normal işleyişinde gereklidir. Karbonhidratların, proteinlerin ve yağların hücrel metabolizmasında rol oynayan B<sub>12</sub> vitamini, ayrıca miyelin oluşumunda ve sinir sistemi fizyolojisinin işlevinde de etkili bulunmaktadır. B<sub>12</sub> vitamini eksikliği, şiddetli depresyon, intihar davranışları, mani, psikoz ve bilişsel gerilemeye neden olmaktadır. B<sub>12</sub> vitamini, metilasyon reaksiyonları ile homosistein düzeylerini etkilemekte ve eksikliğinde, demans riskinin artışı ile ilişkilendirilen hiperhomosisteineminin en yaygın nedenlerinden biri olarak görülmektedir (Health Quality Ontario, 2013). Gerçekleştirilen bir çalışmada 61-87 yaş arası katılımcılarda, beyin büyüklüğü ile serum B<sub>12</sub> vitamini düzeyleri arasında anlamlı pozitif ilişki olduğu gösterilmiştir (Vogiatzoglou, 2008). Çocukluk döneminde, B<sub>12</sub> vitamini eksikliğinin miyelizasyonu bozarak kalıcı nörolojik hasarlara yol açabileceği belirtilmiştir. Karaciğer, dalak, yumurta, balık, peynir gibi hayvansal besinlerde B<sub>12</sub> vitamini bulunmaktadır (Wendolowicz ve ark., 2018).

#### C Vitamini (Askorbik Asit)

Enzimatik rolleri ve antioksidan özellikleriyle bilinen C vitamininin, nöronal gelişim ve miyelin oluşumunda rol aldığı ve bu şekilde bilişsel gelişimi etkilediği belirtilmiştir (Moretti ve Rodrigues, 2020). Sağlıklı bir beyinde, beyin omurilik sıvısındaki C vitamini düzeyleri, plazmaya kıyasla oldukça fazladır (2-4 kat fazla, 150-400 µmol/L) (Travica ve ark., 2017). C vitamini nörotransmitter fonksiyonları ile beyinde kolinerjik, katekolinerjik ve glutaminerjik sistemleri düzenlemektedir. Bunun yanı sıra C vitamini, triptofandan

serotonin üretiminde gerekli bir enzim olan triptofan-5-hidroksilaz için bir kofaktördür (Gupta ve ark., 2014).

Günlük yeterli C vitamini alımı yaşlılarda daha az değişkenlik gösteren bilişsel fonksiyonlarla ilişkili bulunmuştur. C vitamini eksikliğinin hem kortekste hem de striatumda serotonin metabolitlerini azalttığı gösterilmiştir (Ward, 2013). C vitamini eksikliği için en riskli grup yaşlılardır. Beyin ve kas gibi dokulardaki C vitamini düzeylerinin yaşla birlikte, çocuklarda bulunan düzeylerin %25'ine kadar düştüğü belirlenmiştir (Travica ve ark., 2019). Turunçgiller ve suları, domates ve suyu ile yeşil yapraklı sebzeler, tatlı kırmızıbiber ve patates tipik bir diyetin C vitamini içeriğine yaklaşık %90 oranında katkı sağlayan en zengin C vitamini içeriğine sahip besinlerdir. Brüksel lahanası, karnabahar, brokoli, lahana, çilek, kuşburnu ve ıspanak C vitamininin diğer zengin kaynakları arasında yer almaktadır (Moretti ve ark., 2017).

#### D Vitamini

D vitamininin yağ hücrelerinde depolanması, vücutta kolesterolden sentezlenmesi, mineral dengesinin korunmasındaki düzenleyici görevleri, üretildiği dokudan farklı vücut bölgelerinde görev yapabilmesi, kan dolaşımına gerektiği zamanda verilebilmesi ve mineral dengesindeki düzenleyici rollerinden dolayı hormon olarak kabul edilmektedir. D vitamini ve D vitamini reseptörünü (VDR) metabolize eden enzimler, prefrontal korteks, hipokampus, singulat girus, talamus, hipotalamus ve substantia nigra dâhil olmak üzere çeşitli beyin bölgelerinde bulunmaktadır. Aktif D vitamininin nöronlar üzerindeki nöroprotektif, antiinflamatuvar ve antioksidan etkileri beyin sağlığını korumaktadır. D vitamini ayrıca asetilkolin, dopamin, serotonin ve gama bütirik asit gibi çeşitli nörotransmitterlerin gen ekspresyonunun düzenlenmesinde rol oynamaktadır (Sultan ve ark., 2020). Düşük serum D vitamini seviyesi demans gelişme riskinin daha yüksek olmasıyla ilişkililiken, D vitamini desteğinin tek başına bilişsel düzeyi iyileştirmek için yeterli olmadığı gösterilmiştir.

D Vitamini Konseyi (*Vitamin D Council*) orta yaşlı ve yaşlı yetişkinlerin serum D vitamini düzeyinin 70-80 ng/mL aralığında olmasını önermektedir (Đuričić, 2020). D vitamini düzeylerinin yeterli sınırlar içinde tutulabilmesi için, D vitamini kaynaklarının (somon, kalkan, uskumru gibi yağlı balıklar, karaciğer ve yumurta sarısı) düzenli tüketilmesi ve haftada 2-3 defa el, yüz ve kollar güneş göreceğ şekilde 5-15 dakika güneşlenilmesi gerekmektedir (Sultan ve ark., 2020).

#### E Vitamini

E vitamini sadece bitkiler tarafından üretilen, yağda çözünen ve yapısal olarak ilişkili sekiz farklı vitamin formunu kapsamaktadır. Bunlar trimetil ( $\alpha$ ), dimetil ( $\beta$  veya  $\gamma$ ) ve monometil ( $\delta$ ) tokoferol ve her birine karşılık gelen tokotrienollerdir. E vitamininin,  $\alpha$ -tokoferol formu insan dokularında en yoğun bulunan ve biyoyararlılığı en fazla olan formudur. Plazma  $\alpha$ -tokoferol seviyesi düştükçe beyinde apolipoprotein E4 (APOE4) taşınımı artmakta ve bu durum orta düzeyde bilişsel hasara neden olmaktadır (Grimm ve ark., 2016). Önerilen günlük alım miktarının (10-13 mg/gün) %50'sinden daha az E vitamini alımına sahip bireylerin, daha yüksek alım seviyesine sahip olanlara göre bilişsel olarak daha kötü performans gösterdiği bildirilmiştir. E vitamini alımı, gelişmiş bilişsel performans ve düşük alzheimer gelişme riski ile ilişkilendirilmiştir. E vitamininin zengin kaynaklarından olan bitkisel yağlar, tam tahıllar, fındık, badem, ceviz vb. sert kabuklu yemişler, yeşil yapraklı sebzeler günlük diyetle tüketilmelidir (Ortega ve ark., 2002).

#### Mineraller

##### Selenyum

Selenyum (Se) metabolik olarak önemli bir mineraldir. Besin zincirinde topraktan bitkilere geçtiği için, besin tükemi ile alınan selenyum düzeyleri yaşanan coğrafyaya göre değişmektedir. Selenyum, yapısında selenosistein amino asiti bulunan selenoproteinler, yoluyla biyolojik etki göstermektedir. Diyetteki selenyuma bağlı olan selenoproteinler, antioksidan etkileri sayesinde

hücreleri reaktif oksijen türlerinin (ROS) neden olduğu oksidatif hasardan korumada önemli bir rol oynamaktadırlar. Yeterli selenyum düzeyleri, hücrel redoks ortamının korunmasında kritik öneme sahiptir. Selenyum düzeyindeki değişikliklerin, selenoproteinlerin, özellikle glutasyon peroksidazın ekspresyonunu etkilediği bildirilmiştir (Sharma ve ark., 2019). Selenyum eksikliğinin duygu durum bozukluklarına yol açtığı ve bilişsel işlevleri olumsuz etkilediği belirtilmiştir (Sher, 2001). Benzer şekilde selenyum eksikliği olan okul öncesi dönem çocukların zekâ puanlarında önemli azalmalar saptanmıştır. Diyetteki selenyum kaynakları yağlı tohumlar, kabuklu yemişler, tavuk, balık, hindi, deniz ürünleri, tahıllar ve yumurtadır (Gashu ve ark., 2015).

#### Çinko

Çinko; büyüme ve gelişme, protein ve DNA sentezi ve bağışıklık sistemi işlevlerinde hayati rol oynayan eser elementtir. İnsan vücudu, çoğunluğu testis, kas, karaciğer ve beyinde olmak üzere yaklaşık iki gram çinko içermektedir. Beyinde çinko hipokampus, amigdala, serebral korteks, talamus ve koku alma korteksinde fazla miktarda bulunmaktadır. Çinko nörotransmitter içeriğini ve reseptör aktivitesini etkileyerek bilişsel gelişimi düzenlemekte ve sağlıklı beyin fonksiyonlarının sürdürülmesini sağlamaktadır (Alqabbani ve AlBadr, 2020). Klinik olarak demansı olmayan 602 erkek ve 849 kadın (ortalama yaş = 75 ± 8 yıl) ile gerçekleştirilen bir çalışmada düşük serum çinko düzeyi sadece kadınlarda zayıf bilişsel fonksiyonla ilişkili bulunmuştur (Lam ve ark, 2008). Gebelik ve yenidoğan dönemindeki çinko eksikliğinin, bellek problemleri, dikkat eksikliği ve nöropsikolojik anomalilerle ilişkili olduğu bildirilmiştir. Besinlerle alınan çinkonun ana kaynağı kırmızı et, buğday, kurubaklagil, yumurta ve yağlı tohumlardır (Taşkın ve ark., 2016).

#### Magnezyum

Magnezyum, insan vücudunda 300'den fazla metabolik reaksiyonda kofaktör olarak görev yapmakta olup, vücutta üretilmediği için

besinler yoluyla alınmaktadır. Kas kasılması (kalp kası dâhil), kan basıncı, insülin metabolizması, DNA, ribo nükleik asit (RNA) ve protein sentezi için gereklidir. Sinir sisteminde magnezyum, eksitotoksositeye (hücre ölümüne yol açan aşırı uyarılma) karşı koruma sağlamanın yanı sıra, optimal sinir iletimi ve nöromusküler koordinasyon için önemli görülmektedir (Al-Ghazali ve ark., 2020). Magnezyumun ana nörolojik işlevi N-metil-D- aspartat (NMDA) reseptörünün antagonisti ve sempatik nörotransmitterlerin inhibitörü olmasıdır. N-metil-D-aspartat reseptörleri, nöronal gelişim ve sinaps oluşumunda rol oynamaktadır. Hipomagnezemi sonucunda NMDA reseptörü, nöronları çok fazla uyarmakta ve aşırı uyarılma gerçekleşmektedir. Nöronların aşırı uyarılması migren, kronik ağrı, epilepsi, alzheimer, parkinson, depresyon ve anksiyete gibi nörolojik ve psikiyatrik bozukluklara yol açabilmektedir (Kirkland ve ark., 2018). Rajzadeh ve arkadaşları (2017), tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada depresyonu olan hipomagnezemili 60 birey 8 hafta boyunca 250 mg magnezyum veya plasebo alacak şekilde iki gruba randomize edilmiştir. Çalışma sonucunda plasebo grubuna kıyasla magnezyum grubunda depresyon skorlarında anlamlı azalmalar görülmüştür. Magnezyumun en iyi besinsel kaynakları, yeşil yapraklı sebzeler, tam tahıl ürünleri, kurubaklagiller ve sert kabuklu meyvelerdir (Kirkland ve ark., 2018).

#### Sodyum

Diyette sodyumun fazla olması artmış kan basıncı ve kardiyovasküler hastalıklarla güçlü şekilde ilişkilidir. Hipertansiyonun, bilişsel işlevlerin bozulmasına ve demans gelişimine katkıda bulunduğu bildirilmiştir (Mohan ve ark., 2020). Fiocco ve arkadaşları (2012), tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada üç yıl boyunca diyetle düşük sodyum alımının, fiziksel aktivite düzeyi düşük olan yaşlı bireylerde (67-84 yaş) bilişsel bozulma oranlarını azalttığı belirlenmiştir.

Beyin çok miktarda oksijen kullandığı için oksidatif strese karşı oldukça duyarlıdır. Bilişsel

bozukluğu olan ratlarda bazı enzim (katalaz, süper oksit dismutaz (SOD), glutasyon) aktivitelerinin azaldığı bulunmuştur. Ayrıca oksidatif stresin yaşlanma ve metabolik bozuklardan kaynaklı öğrenme ve hafıza problemleri ile ilişkili olduğu bildirilmiştir. Gerçekleştirilen hayvan çalışmalarında sodyum içeriği yüksek diyetlerin beyinde oksidatif stresi arttırdığı ve hipokampusta hasar oluşturduğu belirtilmiştir. Öğrenme ve hafıza için önemli olan hipokampus, alzheimer hastalığının erken evrelerinde hafıza kaybı meydana geldiğinde hasar gören ilk bölgelerden biri olarak bulunmuştur (Liu ve ark., 2014). Sağlıklı bir diyetle sodyum alımının 2300 mg/gün geçmemesi önerilmektedir (CDC, 2012).

#### Demir

Demir, beyinde en çok bulunan metalik iyondur ve sağlıklı beyin fonksiyonlarının sürdürülmesi için gerekli olan hücresel süreçlerde önemli rol oynamaktadır. Biyolojik demirin hem ve hem olmayan olmak üzere iki formu bulunmaktadır. Hem demir, akışkan veya birikmiş kanda bulunan, oksijen bağlayan hemoglobin bileşenidir. Hem olmayan demir ise adenozintrifosfat (ATP) üretimi, DNA sentezi dâhil olmak üzere temel hücresel ve mitokondriyal fonksiyonlarda rol oynamakta ve birçok hücre tipinde depolanmaktadır (Baş, 2019). Demir, beyinde miyelinizasyon ve nörotransmitter sentezi için gerekli görülmektedir. Demir birikimi ve buna bağlı gerçekleşen oksidatif stres, yaşlanan bireyde nörodejenerasyonu tetikleyebilirken, diyetle yetersiz hem olmayan demir alımı da bilişsel gelişimi bozabilmektedir (Hect ve ark., 2018). Bazal ganglia özellikle striatum, dopaminerjik reseptörlerden zengin olup bilişsel ve duygusal süreçleri, hafıza, davranışlar ve motor fonksiyonları düzenlemektedir. Striatum dopamin yolunda; nörotransmisyon, D<sub>2</sub> reseptör ekspresyonu, dopamin metabolizması ve dopamin nöron uyarılabilirliği için hem olmayan demir gerekmektedir (Perçinel, 2015). Dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu olan çocukların serum ferritin düzeyleri yaşlıları olan kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur.

Demir eksikliği olan bebeklerin bilişsel test skorları düşük bulunmuş ve Hb değerindeki her 1 gr/dl azalmanın, IQ'da (zekâ bölümü) 1,73 puan düşüş ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Kayıran ve Gürakan, 2010). Kırmızı et ve ürünleri, tavuk, zenginleştirilmiş tahıl ürünleri, koyu yeşil yapraklı sebzeler ve kuru meyveler önemli demir kaynaklarıdır (Hect ve ark., 2018).

#### Bakır

Bakır, oksidatif metabolizmaya sahip tüm organizmalar için vazgeçilmez bir element olarak belirtilmektedir. Vücutta demir ve çinkodan sonra en fazla bulunan mineral bakırdır. Bakır, merkezi sinir sisteminin hem gelişimi hem de işlevi için önemli görülmektedir (Yorbık ve ark., 2004). En önemlisi, dopaminin noradrenaline dönüşümünü katalize eden dopamin B-hidroksilaz olmak üzere birçok anahtar enzim için kofaktör rolü bulunmaktadır. Bakır eser miktarda gerekli olup, serumda fazla düzeyleri toksik etkiler göstermektedir. Diyetle fazla miktarda bakır alımı, lipid peroksidasyonunu artırır ve glutasyon rezervlerini tüketir, bu da organizmayı oksidatif strese karşı savunmasız hale getirebilmektedir. Dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu (DEHB) patolojisinde dopamin B-hidroksilaz enziminin etkili olabileceği belirtilmiştir. Çünkü DEHB'li bireylerde dopamin metabolizmasının arttığı, noradrenalin metabolizmasının ise azaldığı bildirilmiştir (Scheiber ve ark., 2014). Elbaz ve arkadaşları (2017), tarafından dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu tanısı alan 50 çocukla (6-16 yaş) gerçekleştirilen bir çalışmada, deney grubundaki çocukların hem saç hem de serum örneklerindeki bakır konsantrasyonu, yaş ve cinsiyet açısından uyumlu kontrol grubuna göre anlamlı olarak düşük bulunmuştur.

#### İyot

İyot, optimal fetal nörogelişim için gerekli olduğu belirlenen bir mikro besindir. İyotun bilinen rolü, tiroid bezi tarafından salgılanan hormonların bileşimine katılmaktır. İnsanlarda serebral gelişim esas olarak fetal dönemde gerçekleşmekte ve yaşamın üçüncü yılının

sonuna kadar devam etmektedir (Bourre, 2006). Bu kritik dönemlerdeki iyot veya tiroid hormonlarının eksikliği, hücrelerin metabolik aktivitesinde yavaşlamaya ve kalıcı zekâ geriliğine neden olmaktadır. İyot eksikliği Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından beyin hasarının en yaygın önlenebilir nedeni olarak kabul edilmektedir. Maternal iyot eksikliği, özellikle gebeliğin ilk üç ayında düşükler, ölü doğumlar, beyin bozuklukları, psikomotor gelişim geriliği, konuşma ve işitme bozuklukları ile ilişkilendirilmiştir (Bourre, 2006; Hay ve ark., 2019). Beş yaş altı fetal iyot eksikliği düzeyine bağlı olarak IQ'da 6,9-10,2 arasında değişen azalmalar bildirilmiştir. İyot eksikliğinin önlenmesi için iyot kaynakları olan deniz ürünleri ve iyotlu tuz günlük diyetle alınmalıdır (Bougma ve ark., 2013).

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Beyin fonksiyonlarının sağlıklı şekilde sürdürülmesinden sorumlu nörotransmitterlerin sentezi, tüketilen besinlerin çeşidi ve miktarına bağlıdır. Bazı besinlerin yetersiz tüketilmesi ile gerçekleşen besin ögesi eksiklikleri uzun süre devam ederse, sinir sistemi dâhil olmakla birlikte genel sağlık üzerine olumsuz etkilere yol açabilmektedir. Aminoasitler, çoklu doymamış yağ asitleri ve karbonhidratlar gibi besin ögeleri duyu durumunu etkileyebilecek nörotransmitter sentezinde yer almaktadır. C vitamini ve E vitamini gibi bazı vitaminler antioksidan etkileriyle sinir hücrelerini oksidatif hasardan korumaktadır. B grubu vitamin eksiklikleri; duyu durum bozuklukları, demans, hafıza ve bilişsel sorunlara neden olabilmektedir. Sağlıklı beslenme ilkeleri göz önünde bulundurularak; kaliteli protein kaynakları (süt ürünleri, tavuk, balık, kırmızı et), çoklu doymamış yağ asitleri, sebze ve meyveleri içeren, yeterli ve dengeli bir diyetin tüketimi hem bedenen hem de ruhen iyi halin oluşturulması için önemlidir.

## KAYNAKLAR

**Al-Ghazali K, Eltayeb S, Musleh A, Al-Abdi T, Ganji V (2020)** Serum magnesium and cognitive function

among qatari adults. *Frontiers in Aging Neuroscience* 12: 101.

**Alqabbani HM, AlBadr NA (2020)** Zinc status (intake and level) of healthy elderly individuals in Riyadh and its relationship to physical health and cognitive impairment. *Clinical Nutrition Experimental*, 29: 10-17.

**Baş FY (2019)** Ruh sağlığı ve yaşam kalitesine demir eksikliği anemisinin etkisi. *SDÜ Sağlık Bilimleri Dergisi*, 10(1): 1-4.

**Beyhan Y, Taş V (2019)** Mental sağlık ve beslenme. *Zeugma Health Res* 1(1): 31-36.

**Bougma K, Aboud FE, Harding KB, Marquis GS (2013)** Iodine and mental development of children 5 years old and under: a systematic review and meta-analysis. *Nutrients* 5(4): 1384-1416.

**Bourre JM (2006)** Effects of nutrients (in food) on the structure and function of the nervous system: update on dietary requirements for brain. Part 1: micronutrients. *Journal of nutrition health and aging* 10(5): 377.

**Calderón-Ospina CA, Nava-Mesa MO (2019)** B Vitamins in the nervous system: Current knowledge of the biochemical modes of action and synergies of thiamine, pyridoxine, and cobalamin. *CNS neuroscience & therapeutics* 26(1): 5-13.

**Centers for Disease Control and Prevention CDC (2012)** CDC grand rounds: dietary sodium reduction-time for choice. *MMWR. Morbidity and mortality weekly report*, 61(5), 89.

**Covarrubias-Pinto A, Acuña, AI, Beltrán, FA, Torres-Díaz L, Castro, MA (2015)** Old things new view: ascorbic acid protects the brain in neurodegenerative disorders. *International journal of molecular sciences*, 16(12), 28194-28217.

**Çelik F, Demirel ZB (2012)** Omega-3 yağ asitlerinin nörolojik ve görsel gelişim üzerindeki etkileri. *Beslenme ve Diyet Dergisi* 40(3): 266-272.

**Demirci H (2020)** Travmatik Beyin Hasarında Beyin Metabolizması. *Türk Nöroşir Derg* 30(2): 173-177.

**Đuričić I (2020)** Nutritional aspects of cognitive impairment. *Arhiv za farmaciju* 70(2): 98-108.

**Elbaz F, Zahra S, Hanafy H (2017)** Magnesium, zinc and copper estimation in children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). *Egyptian Journal of Medical Human Genetics* 18(2): 153-163.

**Fiocco AJ, Shatenstein B, Ferland G, Payette H, Belleville S, Kergoat MJ (2012)** Sodium intake and



physical activity impact cognitive maintenance in older adults: the NuAge Study. *Neurobiology of aging* 33(4): 829.e21

**Gashu D, Stoecker BJ, Bougma K, Adish A, Haki GD, Marquis GS (2015)** Stunting, selenium deficiency and anemia are associated with poor cognitive performance in preschool children from rural Ethiopia. *Nutrition journal* 15(1): 38.

**Gibson GE, Hirsch JA, Fonzetti P, Jordon BD, Cirio R, Elder J (2016)** Vitamin B1 (thiamine) and dementia. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1367(1): 21-30.

**Glibowski P, Misztal A (2016)** Wpływ diety na samopoczucie psychiczne. *Bromat Chem Toksykol* 49(1): 1-9.

**Grimm MO, Mett J, Hartmann T (2016)** The impact of vitamin E and other fat-soluble vitamins on Alzheimer's disease. *International journal of molecular sciences* 17(11): 1785.

**Gupta P, Tiwari S, Haria J (2014)** Relationship between depression and vitamin C status: a study on rural patients from western uttar pradesh in India. *Int J Sci Study* 1:37-39.

**Hay I, Hynes KL, Burgess JR (2019)** Mild-to-moderate gestational iodine deficiency processing disorder. *Nutrients* 11(9): 1974.

**Health Quality Ontario (2013)** Vitamin B12 and cognitive function: an evidence-based analysis. *Ontario health technology assessment series* 13(23): 1.

**Hect JL, Daugherty AM, Hermez KM, Thomason ME (2018)** Developmental variation in regional brain iron and its relation to cognitive functions in childhood. *Developmental cognitive neuroscience* 34: 18-26.

**Hughes CF, Ward M, Tracey F, Hoey L, Molloy AM, Pentieva K, McNulty H (2017)** B-vitamin intake and biomarker status in relation to cognitive decline in healthy older adults in a 4-year follow-up study. *Nutrients* 9(1): 53.

**Kayıran SM, Gürakan B (2010)** Çocuklarda demir eksikliğinin motor gelişim ve bilişsel fonksiyonlar üzerine etkisi. *TAF Preventive Medicine Bulletin* 9(5): 529-534.

**Kirkland AE, Sarlo GL, Holton KF (2008)** The role of magnesium in neurological disorders. *Nutrients* 10(6): 730.

**Lam PK, Kritz-Silverstein D, Barrett-Connor E, Milne D, Nielsen F, Gamst A (2008)** Plasma trace

elements and cognitive function in older men and women: the Rancho Bernardo study. *The Journal of Nutrition Health and Aging* 12(1): 22-27.

**Lange KW (2020)** Omega-3 fatty acids and mental health. *Global Health Journal* 4(1): 18-30.

**Liu YZ, Chen JK, Li ZP, Zhao T, Ni M, Li DJ (2014)** High-salt diet enhances hippocampal oxidative stress and cognitive impairment in mice. *Neurobiology of learning and memory* 114: 10-15.

**Mikkelsen K, Stojanovska L, Tangalakis K, Bosevski, Apostolopoulos V (2016)** Cognitive decline: A vitamin B perspective. *Maturitas* 93: 108-113.

**Mohan D, Yap KH, Reidpath D, Soh YC, McGrattan A, Stephan B (2020)** Link between dietary sodium intake, cognitive function, and dementia risk in middle-aged and older adults: A systematic review. *Journal of Alzheimer's Disease (Preprint)* 76(4): 1347-1373.

**Moretti M, Rodrigues ALS (2020)** Ascorbic acid as an antioxidant and applications to the central nervous system. In *Pathology* (pp. 159-167). Academic Press.

**Moretti M, Fraga DB, Rodrigues ALS (2017)** Preventive and therapeutic potential of ascorbic acid in neurodegenerative diseases. *CNS Neuroscience & Therapeutics*, 23(12), 921-929.

**Ortega RM, Requejo AM, López-Sobaler AM, Andrés P, Navia B, Perea JM, Robles F (2002)** Cognitive function in elderly people is influenced by vitamin E status. *J Nutr* 132(7): 2065-2068.

**Özenoğlu A (2018)** Duygu durumu, besin ve beslenme ilişkisi. *Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi* 9(4): 357-365.

**Özer EA, İbanoğlu Ş, İbanoğlu E (2008)** Fenilketonüri hastalığı ve fenilalanin kısıtlı diyet. *Türkiye* 10: 21-23.

**Parker G, Brotchie H (2011)** 'D' for depression: any role for vitamin D? 'Food for Thought' II. *Acta Psychiatrica Scandinavica* 124(4): 243-249.

**Perçinel İ (2015)** Dikkat Eksikliği ve Hiperaktivite Bozukluğu Patofizyolojisinde Demir Eksikliği. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar* 7(1): 41-55.

**Rajzadeh A, Mozaffari-Khosravi H, Yassini-Ardakani M, Dehghani A (2017)** Effect of magnesium supplementation on depression status in depressed patients with magnesium deficiency: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Nutrition* 35: 56-60.

**Rao TS, Asha MR, Ramesh BN, Rao KJ (2008)** Understanding nutrition, depression and mental illnesses. *Indian journal of psychiatry* 50(2): 77-82

**Scheiber IF, Mercer JF (2014)** Dringen R. Metabolism and functions of copper in brain. *Progress in neurobiology* 116: 33-57.

**Sharma SK, Bansal MP, Sandhir R (2019)** Altered dietary selenium influences brain iron content and behavioural outcomes. *Behavioural brain research* 372: 112011.

**Sher L (2001)** Role of thyroid hormones in the effects of selenium on mood, behavior, and cognitive function. *Medical hypotheses* 57(4): 480-483.

**Sousa, TMD, Santos LCD (2020)** Dietary fatty acids, omega-6/omega-3 ratio and cholesterol intake associated with depressive symptoms in low-risk pregnancy. *Nutritional Neuroscience*, 1-6.

**Sultan S, Taimuri U, Basnan SA, Al-Orabi WK, Awadallah A, Almowald F, Hazazi A (2020)** Low vitamin D and its association with cognitive impairment and dementia. *Journal of Aging Research* doi: 10.1155/2020/6097820

**Taşkın BD, Karalök ZS, Aydoğmuş Ü, Gürkaş E, Yoldaş M, Güven A, Yılmaz C (2016)** Özgül öğrenme güçlüğü olan çocuklarda çinko ve B12 vitamini düzeyleri. *J Pediatr Res* 3(4): 187-90.

**Travica N, Ried K, Sali A, Hudson I, Scholey A (2019)** Plasma vitamin C concentrations and cognitive function: a cross-sectional study. *Frontiers in aging neuroscience* 11: 72.

**Travica N, Ried K, Sali A, Scholey A, Hudson I (2017)** Vitamin C status and cognitive function: a systematic review. *Nutrients* 9(9): 960.

**Vogiatzoglou A, Refsum H, Johnston C, Smith SM, Bradley KM, De Jager C (2008)** Vitamin B12 status and rate of brain volume loss in community-dwelling elderly. *Neurology* 71(11): 826-832.

**Ward MS, Lamb J, May JM, Harrison FE (2013)** Behavioral and monoamine changes following severe vitamin C deficiency. *J Neurochem* 124: 363-375.

**Wendolwicz A, Stefanska E, Ostrowska L (2018)** Influenc of selected dietary components on the functioning of the human nervous system. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny* 69(1): 15-21.

**Yorbık Ö, Olgun A, Kırmızıgül P, Akman Ş (2004)** Dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu olan erkek çocuklarda plazma çinko ve bakır düzeyleri. *Klinik Psikiyatri Dergisi* 7(2): 80-84.

**Yorulmaz, H (2013)** Hiperglisemi ve beyin. *Marmara Medical Journal* 26(3):118-121.