

## Ağız sağlığından beslenmeye: Diş çürüklerinin önlenmesi ve durdurulmasında besinsel dinamikler

Gülsüm Selen ALTINTAŞ<sup>a</sup>, Nural ERZURUM ALİM

### ÖZET

Diş sağlığındaki bozulmalar dünya genelinde yaygın bir sorun olup genel sağlık ve yaşam kalitesinin önemli bir parçasıdır. Diş çürüğü süreci, demineralizasyon ve remineralizasyon dönemlerinin sürekli bir döngü içinde ilerlediği dinamik bir yapıya sahiptir. Diş çürüklerinin oluşumu, diyetle alınan serbest şekerler ve fermente olabilen karbonhidratların yüksek miktarda tüketimine bağlıdır ve bu durum, ağızda asit üreten mikroorganizmaların çoğalmasına yol açmaktadır. Bu süreç, diş minesinin demineralizasyonunu hızlandırırken, beslenme, ağız sağlığına yönelik bireysel stratejiler geliştirilmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Beslenme alışkanlıkları, bireylerin mikrobiyota dengesi ve bağışıklık yanıtı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Beslenmenin, yalnızca makro besin öğeleri değil, aynı zamanda A, D, E, K ve C vitaminleri ile kalsiyum, fosfor ve magnezyum gibi önemli mikrobeyinler aracılığıyla diş dokularının yapısı ve savunma mekanizmaları üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir. Sistemik hastalıklar ile oral sağlık arasındaki çift yönlü etkileşim, ağız sağlığını koruma stratejilerinin, yalnızca estetik veya fonksiyonel hedeflerin ötesinde, genel sağlık politikalarının ayrılmaz bir parçası olması gerektiğini göstermektedir. Sağlıklı beslenme ve ağız hijyeni alışkanlıklarının kazandırılması, diş çürümesini azaltarak bireylerin genel sağlığını destekleyebilir. Ağız sağlığının korunması sistemik sağlık açısından önemli bir unsurdur ve bu alanın önemi artmaktadır. Bu derlemenin amacı, beslenmenin diş çürüğünün oluşumu, ilerleyişi ve önlenmesi üzerindeki etkilerini değerlendirmek; özellikle şeker ve fermente karbonhidratların lokal karyojenik rolünü, vitamin ve mineraller gibi mikro besinlerin sistemik etkilerini ve fonksiyonel gıdaların ağız sağlığındaki potansiyel koruyucu katkılarını mevcut literatür doğrultusunda ortaya koymaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Ağız sağlığı, diş çürüğü, vitaminler, mineraller, fonksiyonel gıda

*From oral health to nutrition: Nutritional dynamics in the prevention and arrest of dental caries*

### ABSTRACT

Deterioration in oral health is a widespread problem worldwide and is an important part of overall health and quality of life. The process of dental caries has a dynamic structure in which the periods of demineralization and remineralization proceed in a continuous cycle. The formation of dental caries is related to the high consumption of free sugars and fermentable carbohydrates through diet, and this leads to the proliferation of acid-producing microorganisms in the mouth. This process accelerates the demineralization of tooth enamel, while nutrition plays a critical role in the development of individual strategies for oral health. Eating habits have a significant impact on the microbiota balance and immune response of individuals. Nutrition is thought to affect not only macro nutrients but also the structure and defense mechanisms of dental tissues through important micronutrients such as vitamins A, D, E, K, and C, as well as calcium, phosphorus, and magnesium. The bidirectional interaction between systemic diseases and oral health shows that strategies to protect oral health should be an integral part of general health policies, extending beyond merely aesthetic or functional objectives. Gaining healthy eating and oral hygiene habits can support individuals' overall health by reducing tooth decay. Maintaining oral health is an important factor for systemic health, and the importance of this field is increasing. The purpose of this review is to assess the effects of nutrition on the occurrence, progression, and prevention of dental caries; specifically, to highlight the local cariogenic role of sugar and fermentable carbohydrates, the systemic effects of micronutrients such as vitamins and minerals, and the potential protective contributions of functional foods to oral health, based on the current literature.

**Keywords:** Oral health, dental caries, vitamins, minerals, functional food

Geliş Tarihi: 27.05.2025

Kabul Tarihi: 05.12.2025

<sup>a</sup>Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Esenboğa/Ankara, Türkiye, e-posta: [gsaltintas@aybu.edu.tr](mailto:gsaltintas@aybu.edu.tr) ORCID: 0009-0005-5503-6419

<sup>b</sup>Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Esenboğa/Ankara, Türkiye, e-posta: [nalim@aybu.edu.tr](mailto:nalim@aybu.edu.tr) ORCID: 0000-0001-9931-0639

Sorumlu Yazar/Correspondence: Gülsüm Selen Altıntaş, e-posta: [gsaltintas@aybu.edu.tr](mailto:gsaltintas@aybu.edu.tr)

Atıf/Citation: Altıntaş GS, Erzurum Alim N. Ağız sağlığından beslenmeye: Diş çürüklerinin önlenmesi ve durdurulmasında besinsel dinamikler Sağlık ve Yaşam Bilimleri Dergisi. 2025;7(3):191-201.

## GİRİŞ

Ağız sağlığı, genel sağlık ve bireysel yaşam kalitesinin temel bir bileşeni olup, konuşma, beslenme ve sosyal etkileşim gibi günlük işlevlerin sağlıklı bir şekilde sürdürülmesini desteklemektedir.<sup>1</sup> Ağız hastalıkları dünya genelinde yaygın görülmektedir ve 3,5 milyardan fazla insanı etkilemektedir. Bu hastalıklar arasında en sık karşılaşılanı diş çürükleri (karyöz lezyon) olup özellikle düşük ve orta gelirli ülkelerde artan sıklığıyla küresel düzeyde en yaygın sağlık sorunlarından biridir.<sup>2</sup> Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ) 2023 yılında ağız sağlığına yönelik bütüncül ve uzun vadeli bir stratejisi 2030 yılına dek 5-6 yaş grubundaki çocukların en az %50'sinde diş çürüğünün oluşmaması olarak hedeflenmiştir.<sup>3</sup>

Diş çürüğü, başta *Streptococcus mutans* olmak üzere asit üreten mikroorganizmaların diş yüzeyinde oluşturduğu biyofilm tabakaları (dental plak) sonucunda gelişen multifaktöriyel bir oral hastalıktır. Diş çürüğü süreci, demineralizasyon ve remineralizasyon dönemlerinin sürekli bir döngü içinde ilerlediği dinamik bir yapıya sahiptir. Demineralizasyon, remineralizasyona kıyasla baskın hale gelir ve uzun sürerse, dişlerin hassas bölgelerinde çürük lezyonları oluşmaya başlanmaktadır.<sup>4</sup>

Diş çürüğünün başlangıcı ve ilerleyişi, patolojik ve koruyucu faktörler arasındaki dengeye bağlıdır. Koruyucu faktörler remineralizasyonu destekleyerek lezyonların ilerlemesini durdururken, patolojik faktörler bu dengeyi bozarak diş çürüğü oluşumuna zemin hazırlamaktadır. Mikroorganizmalar, diyetle alınan serbest şekerler ve diğer fermente olabilen karbonhidratları (sükroz, glukoz, fruktoz, laktoz, maltoz ve nişasta dahil) metabolize etmesi sonucu organik asitler üreterek diş minesinin mineral yapısını bozar ve demineralizasyona yol açarak zamanla kalıcı hasarlara ve diş çürüğü oluşumuna neden olmaktadır.<sup>5</sup> Bunun yanında diş çürükleri, yalnızca bireysel alışkanlıklardan değil; genetik yapı, çevresel koşullar, toplumsal faktörler ve sağlık politikaları gibi birçok unsurun etkileşimiyle ortaya çıkan karmaşık bir hastalıktır. Bazı genetik özellikler kişiyi diş çürüğüne daha duyarlı hale getirirken, ağız ve diş sağlığına yönelik bakım alışkanlıkları, bireyin eğitim seviyesi, ekonomik durumu ve yaşadığı ülkenin sağlık sistemine erişim olanakları da diş çürüğü riskini doğrudan etkilemektedir.<sup>2</sup>

Tarihsel süreç içerisinde, erken insan topluluklarının beslenme alışkanlıkları ile diş çürüğü prevalansı arasında anlamlı ilişki olduğu tespit edilmiştir.<sup>6</sup> Özellikle fermente karbonhidratlardan zengin besinlerin yaygın tüketimi, diş çürüğü oluşumunu artıran bir unsur olarak öne çıkmıştır. Pleistosen dönemine ait fosil bulgular, bazı insan popülasyonlarında yüksek diş çürüğü oranlarının olduğuna işaret etmektedir. Bu bulgular, diyetin

evrimsel süreçte diş çürüğü patogenezinde temel bir rol oynadığını göstermiştir.<sup>6,7</sup>

Günümüzde ise diş çürüğünün oluşumu yalnızca lokal biyokimyasal süreçlerle sınırlı değildir. İşlenmiş besin tüketimindeki artış, yüksek oranda serbest şeker alımı ve posadan fakir diyet, oral mikrobiyotada disbiyozis durumunu tetiklemektedir. Bu değişim, diş çürüğü gelişimini kolaylaştıran patojenik mikroorganizmaların baskın hale gelmesini desteklemekte ve plak biyofilm yapısının daha asidik bir hale dönüşmesine neden olmaktadır.<sup>5</sup> Bu etiyolojik süreçler, diyetin yalnızca lokal (ağız içi) değil, aynı zamanda sistemik sağlık üzerinde de etkili olabileceğini göstermektedir. Bunun yanı sıra oral mikrobiyota ile gastrointestinal sistem arasında sürekli bir etkileşim mevcut olup, ağız sağlığındaki bozulmaların genel sağlık üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceği düşünülmektedir.<sup>2</sup>

Bu nedenle bu derleme, diş çürüklerinin önlenmesi ve durdurulmasında beslenmenin kritik rolünü incelemeyi, diyetteki şekerler ve fermente olabilen karbonhidratların lokal karyojenik etkileri ile vitaminler, mineraller gibi mikro besinlerin ve fonksiyonel gıdaların diş dokularının yapısal bütünlüğü ve savunma mekanizmaları üzerindeki sistemik etkileşimlerini değerlendirmeyi hedeflemektedir.

## Şeker ve Fermente Karbonhidratların Rolü

Diş çürüğünün en temel etiyolojik faktörlerinden biri, diyetle alınan serbest şekerler ve fermente olabilen karbonhidratlar olarak kabul edilmektedir. Özellikle günümüzde artan endüstriyel gıda tüketimi ile birlikte serbest şeker alımı, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde önemli bir halk sağlığı problemi haline gelmiştir. Serbest şekerler ve fermente olabilen karbonhidratlar ağız boşluğunda yerleşik olan diş çürüğüyle ilişkili mikroorganizmalar tarafından kolaylıkla fermente edilerek asit üretimine (özellikle laktat ve asetat) neden olmaktadır.<sup>5</sup>

Bakteriyel fermantasyon sürecinde pH, kritik düzey olan 5.5-5.7'nin altına düştüğünde, diş yüzeyindeki mine tabakasının mineral yapısı bozulmakta ve demineralizasyon süreci başlamaktadır.<sup>8</sup> Bu ortamda, aside dayanıklı patojenler avantaj sağlayarak oral mikrobiyomda disbiyozise yol açmaktadır. Disbiyotik ortamda, asidik pH'a adapte olabilen mikroorganizmalar (örneğin *Streptococcus mutans*, *Lactobacillus spp.*) baskın hale gelmekte, sağlıklı oral mikrobiyotadaki faydalı bakterilerin oranı ise azalmaktadır. Bu durum, özellikle tükürük tampon kapasitesi zayıf bireylerde daha hızlı ilerleyerek karyöz lezyonların gelişmesine zemin hazırlamaktadır.<sup>9</sup>

Şeker ve diğer fermente olabilen karbonhidratların tüketimi, diş çürüğü ve diş eti hastalıkları riskini artırmakta olup, bu risk yalnızca tüketim miktarı ile değil, aynı zamanda sıklığı ile de ilişkilidir.<sup>10</sup> Kesitsel çalışmalar bu ilişkiyi net bir şekilde ortaya koyamamış olmakla birlikte, yapılan bazı çalışmalar, özellikle yüksek ve düşük miktarda şeker tüketimi olan bireyler arasında diş çürüğü düzeylerinde anlamlı farklar olduğunu göstermiştir.<sup>9-11</sup> Diş çürüğü oluşturan bir ortamda, fermente olabilen karbonhidratlar arasında laktoz dışında (daha az karyojenik) asit üretimi açısından büyük bir fark bulunmamaktadır. Nişasta içeriği yüksek gıdalar (pirinç, patates gibi) genellikle düşük diş çürüğü riski taşıırken, meyve asırı tüketilmediği sürece önemli bir tehdit oluşturmamaktadır. Bu nedenle, diyetin etkisi belirli bir zamanda neyin tüketildiğine bağlı olarak ağız içi ortamı etkileyen birçok faktörden (genel beslenme alışkanlıkları, plak bileşimi, tükürük, florür gibi) etkilenmektedir. Bu etkinin şiddeti, bireyden bireye ve dişin yapısına göre farklılık göstermektedir.<sup>12</sup>

Yüksek şeker tüketiminin etkileri yalnızca diş çürüğü oluşumuyla sınırlı değildir; uzun vadede beslenme alışkanlıklarıyla doğrudan bağlantılı ciddi sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Örneğin, şekerli gıdalara yüksek oranda maruz kalan bireylerde obezite, insülin direnci ve tip 2 diyabet gibi sistemik bozukluklar gelişmekte; bu durum oral ve genel sağlığı tehdit etmektedir.<sup>5,13</sup> Ayrıca, yüksek miktarda şeker tüketiminin olduğu bireylerde posa alımı da düşük olmaktadır. Posa ağızda tükürük üretimini uyarak tamponlama kapasitesini artırmakta ve mekanik temizliğe katkı sağlamaktadır. Bu nedenle, posadan fakir, işlenmiş gıdalarla zenginleştirilmiş diyetler mekanik ve kimyasal koruyucu etkilere yoksun olmaktadır. Özellikle çözünür diyet posası, tükürük salgısını artırarak asitlere karşı koruma sağlamakta ve diş plağının temizlenmesine yardımcı olmaktadır.<sup>14</sup> Bu nedenle, ağız sağlığını desteklemek için tam tahıllar, meyveler ve sebzelerden zengin bir beslenme önerilmektedir.<sup>15</sup>

Yapılan çalışmalar, kişi başı yıllık serbest şeker tüketimi 10 kg'dan az olduğunda diş çürüğü oranlarının azaldığını göstermiştir.<sup>11,16</sup> Şeker alımı 15 kg'a çıktığında ise diş çürüklerinin daha erken başlaması ve hızlı ilerlemesi söz konusu olmaktadır. Florür maruziyeti ile birlikte şekerin güvenli tüketim sınırı 20 kg/yıl kadar yükselebilmektedir.<sup>17</sup> DSÖ, serbest şeker alımının toplam enerjinin %10'unun altında tutulmasını ve tüketim sıklığının günde dörtten fazla olmamasını önermektedir.<sup>18</sup>

### **Vitaminlerin Diş Çürüğü Üzerindeki Etkileri A, D, E K ve C Vitaminleri**

Yağda çözünen vitaminler arasında yer alan A ve D vitaminlerinin diş sağlığı üzerindeki etkileri uzun yıllardır araştırılmakta olup, bu vitaminlerin doğrudan

ve dolaylı yollarla diş çürüğü oluşumuna etki edebileceği bildirilmiştir. D vitamini, kalsiyum ve fosfor metabolizmasının düzenlenmesinde temel bir rol oynamakta olup, bu mineral dengesinin korunması diş ve kemik dokusunun sağlıklı mineralizasyonu için kritik öneme sahiptir.<sup>19</sup> A vitamini ise epitel dokuların bütünlüğünün sürdürülmesi, bağışıklık sistemi fonksiyonları ve diş gelişimi açısından önemli olmaktadır.<sup>20</sup>

D vitamini eksikliği, hipomineralizasyon ve mine hipoplazisi gibi dental yapı bozukluklarına yol açabilmektedir. Bu tür yapısal anomaliler, dişin asidik saldırılara karşı direncini azaltarak diş çürüğü gelişimini kolaylaştırabilmektedir. Aynı zamanda D vitamini, antimikrobiyal peptidlerin sentezini artırarak bağışıklık sisteminin oral patojenlere karşı savunmasını desteklemekte olup, bu mekanizma yoluyla, diş çürüğü oluşumunda temel rol oynayan mikroorganizmaların ağız florasındaki etkisini azaltabilmektedir.<sup>21</sup>

Benzer şekilde, A vitamini eksikliği de oral mukozanın bütünlüğünü bozarak bakteri invazyonuna zemin hazırlayabilmekte ve tükürük bezlerinin fonksiyonunu etkileyerek tükürük akışını azaltabilmektedir. Tükürük, diş yüzeylerinin temizlenmesinde ve pH dengesinin korunmasında önemli rol oynamakta olup, bu eksiklik diş çürüğü riskini dolaylı olarak artırabilmektedir.<sup>20</sup>

Epidemiyolojik veriler, A ve D vitaminlerinin diş çürüğü ile olan ilişkisini desteklemekte olup, çalışmalar, düşük D vitamini düzeyine sahip bireylerde diş çürüğü prevalansının daha yüksek olduğunu bildirmiştir.<sup>22,23</sup> Özellikle çocukluk döneminde D vitamini eksikliği, süt dişleri ve daimi dişlerde çürük insidansının artmasına yol açabilmektedir. Örneğin, Kanada, Finlandiya ve Hindistan'da yapılan çalışmalar, D vitamini takviyesi alan çocuklarda diş çürüğü oranlarının anlamlı düzeyde azaldığını ortaya koymuştur.<sup>21,23,24</sup> Bununla birlikte, bazı çalışmalarda A ve D vitaminleri ile diş çürüğü arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır; bu durum, beslenme alışkanlıkları, sosyoekonomik durum, florür maruziyeti ve oral hijyen gibi diğer değişkenlerin etkisiyle açıklanmıştır.<sup>21</sup>

A ve D vitaminlerinin diş çürüğü üzerindeki etkilerine ilişkin ilk bilimsel bulgular 20. yüzyılın başlarında ortaya çıkmıştır. Dr. Edward Mellanby ve eşi Dr. May Mellanby tarafından köpekler ve tavşanlar üzerinde yürütülen deneysel çalışmalar, bu vitaminlerce zengin beslenmenin diş gelişimini desteklediğini ve çürüğe karşı direnci artırdığını göstermiştir.<sup>25,26</sup> Bu çalışmalarda, morina karaciğeri yağı gibi vitamin açısından zengin yağlarla beslenen hayvanlarda, diş mineralizasyonunun daha ileri düzeyde olduğu ve diş çürüğü oluşumunun azaldığı gözlemlenmiştir.<sup>25</sup> Ayrıca, D

vitamini eksikliği ile deneysel olarak oluşturulan diş yapısı bozukluklarının, uygun vitamin ve mineral desteğiyle düzeltilebildiği rapor edilmiştir.<sup>26</sup> Yapılan diğer çalışmalarda D vitamini ile zenginleştirilmiş süt tüketiminin veya güneş ışığına maruziyetin arttırılmasının çocuklarda diş çürüğü oluşum oranlarını azaltabileceği gösterilmiştir.<sup>24,27,28</sup> A vitaminiyle ilgili çalışmalar ise daha sınırlı olmakla birlikte, eksikliğin epitel bütünlüğünü bozarak dental plak birikimini arttırabileceği ve bu yolla çürüğe yatkınlığı arttırabileceği öne sürülmüştür. Ayrıca, her iki vitaminin de tükürük sekresyonu ve içeriği üzerindeki etkileri, dolaylı olarak diş çürüğü oluşumunu etkileyen faktörler arasında yer almaktadır.<sup>20</sup>

K vitamininin diş çürüğü üzerine olası etkilerine ilişkin açıklamalar ise günümüzde hala sınırlı olmakla birlikte, Southward (2015) bu vitaminin hipotalamustaki oksidatif stresin azaltılması yoluyla tükürük salgısını düzenleyebileceğini ve böylece diş sağlığını koruyabileceğini öne sürmüştür.<sup>29</sup> Ayrıca, K vitamini, osteokalsin gibi K vitaminine bağımlı proteinlerin gama-karboksilasyonunu destekleyerek diş ve kemik mineralizasyonuna katkı sağlayabilmektedir. Bu süreçte A ve D vitaminlerinin de kofaktör olarak görev yaptığı bilinmektedir.<sup>27</sup> Son olarak, D ve K vitaminlerinin birlikte kullanımının kemik mineral yoğunluğu üzerinde sinerjik etkilere sahip olduğunu ortaya koymakta olup, bu vitaminlerin gıda kaynaklı mı yoksa takviye formunda mı alınmasının etkilerinde farklılık olup olmadığı hala belirsizliğini korumaktadır.<sup>30</sup> Ancak mevcut bulgular, A, D ve K vitaminlerinin yaşam boyu yeterli alımının diş sağlığının korunması ve diş çürüklerinin önlenmesinde kritik bir rol oynayabileceğini ortaya koymaktadır.<sup>30-33</sup>

Antioksidan vitaminlerin sistemik sağlık üzerindeki etkileri uzun süredir bilinmekte olup, son yıllarda bu bileşiklerin oral sağlıkla ilişkisi de giderek daha fazla araştırılmaktadır. Özellikle C (askorbik asit) ve E ( $\alpha$ -tokoferol) vitaminlerinin oksidatif stresin azaltılmasındaki rolleri, diş çürüğü patogenezinde potansiyel koruyucu etkilere sahip olabileceklerini düşündürmektedir.<sup>34</sup>

Oksidatif stres, oral kavitede bakteriyel metabolizma, inflamasyon ve çevresel etmenler nedeniyle ortaya çıkmakta ve dental dokuların bütünlüğünü tehdit etmektedir. Diyetle alınan antioksidanların oksidatif hasarı sınırlayarak periodontal ve sert doku sağlığını destekleyebileceği öne sürülmektedir.<sup>29</sup>

Epidemiyolojik bulgular, tükürükteki düşük C ve E vitamini düzeylerinin artmış diş çürüğü prevalansı ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Hindistan ve Suudi Arabistan'da yürütülen kesitsel çalışmalarda, aktif diş çürüğü bulunan çocukların tükürüklerinde bu

vitaminlerin düzeylerinin anlamlı derecede düşük olduğu bildirilmiştir.<sup>34,35</sup>

C vitamini, kolajen sentezindeki rolü ile özellikle periodontal ligament ve dentin matriksinin yapısal bütünlüğünü desteklerken, nötrofil fonksiyonları üzerindeki düzenleyici etkisiyle de mikrobiyal sağlığı desteklemektedir. Howe (1920), Gine domuzlarında yaptığı çalışmada, yulaf ezmesi ve yağsız süttten oluşan bir diyetin diş çürüğü oluşturduğunu, ancak portakal suyu ilavesinin bu süreci durdurduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde, portakal suyu diyetten çıkarıldığında diş çürüğü oluşumunun yeniden başladığı gözlenmiştir. Howe'un bu bulguları, C vitamininin yalnızca eksiklik durumlarında değil, beslenme yetersizliklerinin neden olduğu riskleri azaltmada da etkili olabileceğini ortaya koymuştur.<sup>36</sup> Ayrıca, kalsiyum, fosfor ve protein ile birlikte C vitamininin sinerjik etkileri, dentin mineralizasyonu ve diş çürüğü direncinde önemli rol oynamaktadır.<sup>1,37</sup>

E vitamini ise hücre membranlarının lipid bileşenlerini oksidatif hasara karşı koruyan başlıca yağda çözünebilir antioksidandır. Periodontal dokuların korunmasında anti-inflamatuar etkiler gösterdiği gibi, bakteriyel biyofilm oluşumunun da baskılanmasına katkıda bulunabilmektedir. Bu bağlamda, E vitamininin tükürük peroksidad sistemi ile etkileşime girerek mikrobiyal eliminasyona destek sağladığı öne sürülmektedir. Özellikle karyojenik bakterilerin çoğalmasının inhibisyonu üzerine yapılan in vitro çalışmalar, E vitamininin doğrudan antimikrobiyal potansiyele sahip olabileceğini göstermiştir.<sup>38,39</sup>

### **Minerallerin Diş Çürüğü Üzerindeki Etkileri Kalsiyum Fosfor ve Magnezyum**

Tükürük, oral sağlığın korunmasında önemli bir rol oynamakta olup, içeriğinde bulunan elektrolitler başta sodyum, kalsiyum, magnezyum, bakır, bikarbonatlar ve organik fosfatlar diş dokularının mineral dengesini doğrudan etkilemektedir. Bu mineral içerik, özellikle kalsiyum (Ca) ve fosfor (P) iyonlarının düzeyleri üzerinden, diş minesi üzerinde gerçekleşen demineralizasyon ve remineralizasyon süreçlerinin dengesini belirlemektedir. Söz konusu dengenin korunması, diş çürüğü oluşumunun önlenmesi açısından kritik önem taşımaktadır.<sup>40</sup>

Epidemiyolojik bulgular, diş plağında yüksek düzeyde Ca ve P bulunan bireylerde diş çürüğü insidansının daha düşük olduğunu göstermiştir. Plaktaki artmış Ca konsantrasyonu, diş yüzeyinin remineralizasyon kapasitesini arttırmakta ve diş çürüğü oluşumunu sınırlamaktadır. Bu durum, Ca ve P'nin, hem tükürükteki hem de plak içerisindeki düzeylerinin, ağız sağlığı üzerinde doğrudan etkili olduğunu ortaya koymaktadır.<sup>41,42</sup>

Mineral dengesinin sağlanmasında yalnızca mutlak mineral düzeyleri değil, bu mineraller arasındaki oran da önemli bir değişken olarak değerlendirilmektedir. Özellikle diyetle alınan Ca/P oranının 1.1-1.2 aralığında olması durumunda, diş çürüğü karşıtı (antikaryojenik) etkilerin belirginleştiği bildirilmiştir. Bu oran, yalnızca diş dokularının remineralizasyonuna katkı sağlamakla kalmamakta, aynı zamanda oral mikrofloranın enzimatik aktivitesini de etkileyerek, bakteriyel asit üretimini dolaylı biçimde sınırlandırmaktadır.<sup>1</sup> Ancak bir çalışma bu ilişkinin sanılandan daha karmaşık olduğunu göstermiştir. Bu çalışma, Ca/P oranının diş çürüğü oluşumu üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını ileri sürmekte ve mineral dengesinin, daha geniş bir biyokimyasal çerçevede ele alınması gerektiğini vurgulamıştır.<sup>41</sup>

Bu bağlamda, magnezyumun rolü de dikkat çekmektedir. Magnezyum, kemik ve diş dokusunun yapısal bütünlüğünün korunmasında ve bağışıklık sistemi fonksiyonlarının desteklenmesinde önemli bir yere sahiptir. Antimikrobiyal özellikleri ve inflamasyonu azaltıcı etkileri sayesinde, periodontal hastalıkların ve diş çürüklerinin önlenmesinde koruyucu bir faktör olarak değerlendirilmektedir. Magnezyum eksikliği durumunda, tükürük bezlerinin fonksiyonları bozulmakta, D vitamini aktivasyonu engellenmekte ve bu durum dişlerin Ca emilim kapasitesini düşürmektedir.<sup>43</sup> Ayrıca, glutatyon (GSH) sentezinin azalmasıyla ağız dokularının antioksidan savunma sistemleri zayıflamakta, bu da inflamasyona ve enfeksiyonlara karşı duyarlılığı artırmaktadır.<sup>44</sup>

Kronik periodontitis hastalarında dişeti oluğu sıvısı içindeki GSH ve oksitlenmiş glutatyon (GSSG) seviyeleri üzerine yapılan bir çalışmada, tedavi uygulanmadan önceki değerler sağlıklı bireylerle karşılaştırılmıştır. Çalışma, tedavi öncesi ve sonrası GSH ve GSSG seviyelerinin, hastalarda sağlıklı kontrol grubuna göre önemli ölçüde düşük olduğunu göstermiştir. Tedavi sonrası, GSH:GSSG oranında artış gözlenmiş, ancak GSH seviyeleri tamamen normale dönmemiştir. Bu bulgular, periodontitisin neden olduğu oksidatif stresin, periodontal dokulardaki redoks dengesini bozduğunu fakat başarılı bir tedavinin bu dengeyi kısmen geri kazandırabildiğini ortaya koymuştur.<sup>45</sup>

### **Fonksiyonel Gıdalar: Polifenoller, Probiyotik ve Prebiyotikler**

Beslenme yoluyla diş çürüğüne karşı koruyucu etkiler sağlayabilecek bazı besin maddelerinin önemli rolleri bulunmaktadır. Özellikle polifenoller, probiyotik ve prebiyotikler oral mikrobiyota kompozisyonunu düzenleyerek karyojenik süreçleri baskılayabileceği düşünülmektedir. Fonksiyonel gıdalar ve bitkisel takviyeler, geleneksel beslenmenin ötesine geçerek

sağlık faydası sağlayan biyoaktif bileşenler aracılığıyla oral sağlıkta koruyucu rol üstlenmektedir.<sup>46</sup> Özellikle probiyotik yoğurtlar, kefir, prebiyotik ile zenginleştirilmiş tahıllar ve doğal bitki özleri, diş çürüğü etkeni mikroorganizmaların çoğalmasını sınırlayabileceği, mikrobiyotayı destekleyen ve inflamatuvar süreçleri hafifletebileceği yönünde etkileriyle öne çıkmaktadır.<sup>47</sup> Yeşil çay, kakao flavonoidleri ve nar ekstraktı gibi doğal polifenoller plak oluşumunun önlenmesine katkı sağlayarak antioksidan özellikleri ile ağız içi doku bütünlüğünü destekleyebilmektedir. Fonksiyonel takviyeler, özellikle diyetle yeterli alımın sağlanamadığı durumlarda destekleyici rol oynayarak, oral sağlığın korunmasına katkıda bulunabilir.<sup>48</sup>

### **Polifenoller**

Polifenoller, bitkisel kaynaklı gıdalarda doğal olarak bulunan ve sağlık üzerinde birçok farklı etki gösteren biyolojik olarak aktif bileşiklerdir. Meyveler (örneğin nar, üzüm, çilek), sebzeler (soğan, lahana, brokoli), çay (özellikle yeşil ve siyah çay), kakao ve zeytinyağı gibi gıdalar, polifenoller açısından zengin başlıca kaynaklar arasında yer almaktadır.<sup>48</sup> Polifenoller, güçlü antioksidan özellikleri sayesinde reaktif oksijen türlerini nötralize etmekle kalmaz, aynı zamanda antibakteriyel ve anti-inflamatuvar etkiler de gösterebilirler. Bu özellikleri, diş çürüğünün önlenmesinde potansiyel koruyucu ajanlar olarak rol oynayabileceklerini düşündürmektedir.<sup>49</sup>

İn vitro ve in vivo yapılan çalışmalar, polifenollerin özellikle diş çürüğüyle ilişkili bakterilerin diş yüzeylerine tutunmasını ve biyofilm (plak) oluşumunu azaltmada umut vaat edebileceğini öne sürmektedir.<sup>48,49</sup> Ayrıca, polifenoller mikrobiyal metabolizmayı baskılayarak asit üretiminin azalmasına katkı vererek diş minesinin demineralizasyonunun engellenmesini sağlayabilmektedir.<sup>1,48,49</sup> Bazı polifenol türlerinin, bakteriyel hücre duvar yapısını bozarak doğrudan bakterisidal etki gösterebildiği de bildirilmiştir. Elma, kızılçık, çay gibi çeşitli gıdalarda bulunan flavonoidler, hayvan deneyleri ve bazı insan çalışmalarında bakteriyel adezyonu azaltma ve antimikrobiyal etki gibi biyolojik özellikler sergilemiştir.<sup>1</sup> Diyetle alınan polifenollerin diş çürüğü riskini azaltabileceğine dair kanıtların incelendiği bir derlemede posadan zengin bazı besinlerin, tükürük akışını artırma potansiyeline sahip olduğu ve bu özellikleri sayesinde diş çürüğü oluşumuna karşı koruyucu bir rol oynayabileceği vurgulanmıştır. Söz konusu besinlerin diş çürüğü önleyici etkilerine ilişkin bulgular kesinlik taşımamakla birlikte, en azından çürük açısından nötr oldukları ve potansiyel olarak diş çürüğü yapıcı gıdaların yerine tüketilmeleri durumunda ağız sağlığını ve genel sağlığı destekleyebilecekleri ifade edilmiştir.<sup>50</sup> Yapılan diğer çalışmada, siyah ve yeşil çayın amilaz enzimi

inhibisyonu yoluyla potansiyel koruyucu etki gösterebildiği belirlenmiştir. Siyah çayın, yeşil çaya kıyasla daha yüksek inhibisyon seviyelerine ulaştığı gözlenerek özellikle krakerdeki nişastanın maltoza parçalanma oranı, siyah çay ile muamele edildikten sonra %70 azalma göstermiştir. Ancak çaydaki tanenlerin jelatin ile uzaklaştırılması durumunda, bu enzimatik inhibisyon etkisinin kaybolduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç, tanenlerin ağızda kalan ve nişasta gibi yavaş salınımlı karbonhidratların dış çürümesine neden olmasını sınırlandırabileceğini göstermiştir.<sup>51</sup>

### Prebiyotikler ve Probiyotikler

Prebiyotikler, insan sindirimiyle parçalanmayan ancak probiyotik bakterilerin büyümesini destekleyen diyet bileşenleri olarak tanımlanmaktadır. Fruktooligosakkaritler (FOS), inülin ve galaktooligosakkaritler (GOS) gibi prebiyotikler, özellikle posalı besinlerde yer almakta ve bağırsak mikrobiyotasının dengelenmesi yoluyla bağışıklık sisteminin düzenlenmesinde kritik rol oynamaktadır.<sup>52</sup> Güçlü bir bağışıklık sistemi, sadece sistemik sağlık için değil, aynı zamanda oral mikrobiyota dengesinin korunmasında da hayati öneme sahiptir. Ağızdaki patojen mikroorganizmalara karşı verilen bağışıklık yanıtı, dış çürüğü gibi hastalıkların önlenmesinde etkili olabilmektedir.<sup>53</sup> Ayrıca, prebiyotiklerin oral mikrobiyotayı doğrudan veya bağırsak-ağız eksenini yoluyla dolaylı olarak olumlu etkilediği bildirilmiştir. Örneğin anne sütünün içeriğindeki kompleks prebiyotik oligosakkaritlerin erken yaşamda oral mikrobiyotanın şekillenmesinde rol oynadığı ve çocukluk çağında dış çürüğü riskini azalttığı gözlenmiştir.<sup>53,54</sup>

Probiyotikler ise, yeterli miktarda alındığında sağlık yararı sağlayan canlı mikroorganizmalar olarak son yıllarda ağız sağlığında artan bir ilgi görmektedir.<sup>55</sup> Özellikle *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* suşlarının, mutans streptokoklar gibi dış çürüğü etkeni bakterileri seçici biçimde azalttığı gösterilmiştir.<sup>56</sup> Yapılan klinik çalışmaların bir kısmı, probiyotiklerin özellikle okul öncesi çocuklarda dış çürüğü insidansını azalttığını ve oral mikrobiyal çeşitliliği artırarak simbiyotik dengeyi desteklediğini vurgulamaktadır.<sup>57-59</sup> Bununla beraber, probiyotiklerin etkinliği kullanılan suş, uygulama süresi ve yöntemlere bağlı olarak değişebilmektedir. Bu nedenle literatürde çelişkili bulgular bulunmaktadır.<sup>53,55,60</sup> Ancak erken dönemde (ilk 1000 gün) yapılan probiyotik müdahalelerin, daha uzun süreli etkiler oluşturabileceği düşünülmektedir. Bu durum, bebeğin mikrobiyal kolonizasyonunun, uzun vadeli mikrobiyal sağlığını etkilemede önemli bir rol oynayabileceğini göstermektedir.<sup>54</sup> Genel kullanım önerileri için yeterli kanıt henüz bulunmamakla birlikte, probiyotiklerin oral sağlığın desteklenmesinde umut vadeden biyoterapötik ajanlar olduğu düşünülmektedir.

### Ağız-Bağırsak-Bağışıklık Eksenini Üzerindeki Yansımalar

Ağız sağlığı, yalnızca lokal bir konu olmanın ötesinde, tüm vücut sistemleriyle etkileşim içinde olan dinamik bir yapıya sahip olmaktadır. Oral mikrobiyom, gastrointestinal sistemin bir uzantısı olarak kabul edilmekte ve bu nedenle bağışıklık sistemiyle çift yönlü bir iletişim ağı içerisinde yer almaktadır. Bu bağlamda, bireyin beslenme şekli, hem lokal ağız ortamındaki mikrobiyal dengeyi hem de sistemik immün yanıtları etkileyerek multifaktöriyel bir sağlık belirleyicisi olma niteliği taşımaktadır.<sup>1,2</sup> Yüksek düzeyde serbest şeker ve işlenmiş karbonhidrat tüketimi, yalnızca dış yüzeylerinde asit üreten bakterilerin çoğalmasına olanak tanımamakta, aynı zamanda sistemik düzeyde kronik inflamasyonun tetikleyicisi olabilmektedir.<sup>5</sup>

Artan glukoz yükü ve hiperglisemi, proinflamatuvar sitokinlerin salınımını artırarak bağışıklık hücrelerinin fonksiyonlarını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu durum, yalnızca oral hastalıkların değil, aynı zamanda diyabet, kardiyovasküler hastalıklar ve metabolik sendrom gibi sistemik patolojilerin gelişimini de kolaylaştırmaktadır.<sup>31,41</sup> Buna karşın, prebiyotik ve probiyotik destekli beslenme stratejileri, oral ve bağırsak mikrobiyotasının sağlıklı dengesini destekleyerek immün homeostazın korunmasına yardımcı olabilmektedir. Özellikle prebiyotiklerin fermente edilmesiyle oluşan kısa zincirli yağ asitleri (örneğin bütirat), bağışıklık hücrelerinin aktivasyonunu düzenleme yeteneğine sahiptir. Ayrıca, probiyotikler mukozal bariyer bütünlüğünü güçlendirerek patojenik mikroorganizmaların geçişini engelleyebilir ve lokal immün yanıtları destekleyebilmektedir.<sup>52</sup> Ayrıca, bağışıklık hücrelerinin metabolik fonksiyonlarının sürdürülebilmesi için yalnızca glukoz değil, glutamin, arjinin ve serin gibi amino asitlerin de kritik enerji kaynakları olarak öne çıktığı belirtilmektedir. Bu amino asitler, lenfosit proliferasyonu, makrofaj aktivasyonu ve sitokin üretimi gibi temel bağışıklık süreçlerinde görev almaktadır.<sup>61</sup> Dolayısıyla, protein açısından yeterli ve dengeli bir diyet, bağışıklık sisteminin hem lokal (ağız ve bağırsak mukozası) hem de sistemik düzeyde etkin çalışmasını sağlayabilmektedir.<sup>62,63</sup>

### Kronik Hastalıklar ile Oral Sağlık Arasındaki İlişki

Son yıllarda modern toplumlarda gözlenen hızlı yaşam tarzı değişiklikleri ve beslenme alışkanlıklarındaki bozulma, obezite, tip 2 diyabet ve mide hastalıkları gibi kronik bulaşıcı olmayan hastalıkların prevalansında ciddi artışlara yol açmaktadır. Bu sistemik hastalıkların gelişimi, yalnızca metabolik süreçleri etkilemekle kalmayıp, aynı zamanda oral sağlığı doğrudan ve dolaylı yollarla tehdit etmektedir.<sup>31</sup> Özellikle diyabetik

bireylerde glisemik kontrolün bozulması, tükürükteki glukoz seviyelerinin yükselmesine ve ağız ortamında asidik pH koşullarının oluşmasına neden olmakta, bu durum asidojenik bakterilerin çoğalmasına zemin hazırlayarak diş çürüğü gelişimini hızlandırmaktadır. Ayrıca, diyabete bağlı immün fonksiyon bozuklukları, ağız mukozasının savunma kapasitesini azaltarak periodontal hastalıkların şiddetlenmesine yol açabilmektedir.<sup>5</sup> Obezite ve metabolik sendrom gibi durumlar ise sistemik düşük dereceli kronik inflamasyon ile karakterize olmakta, bu inflamatuvar durum ağız boşluğunda yerleşik mikrobiyotayı etkileyerek disbiyozise ve patojen bakterilerin kolonizasyonuna neden olmaktadır. Artan adipokin ve sitokin düzeyleri, bağışıklık sisteminin dengesini bozmakta ve bu da hem periodontal hastalıklar hem de diş çürüğü gelişimi açısından risk faktörü oluşturmaktadır.<sup>64</sup> Diğer taraftan, diş kaybı çiğneme etkinliğini azaltarak bireylerin besin seçimlerini sınırlamakta ve genellikle yumuşak, rafine, posadan yoksun, enerji yoğun gıdalara yönelimi artırmaktadır.<sup>65</sup> Bu tür beslenme alışkanlıkları, oral sağlığı ve genel sağlık durumunu daha da kötüleştirmektedir. Özellikle yaşlı bireylerde diş eksikliği, protein alımında azalma, mikronutrient yetersizlikleri ve sarkopeni gibi sonuçlara yol açabilmekte, bu da sistemik hastalıkların komplikasyonlarını şiddetlendirebilmektedir.<sup>66,67</sup> Dolayısıyla, beslenme kaynaklı oral hastalıklar yalnızca ağız içi sınırlı bir problem olarak değerlendirilmemelidir. Bu hastalıklar, bireyin sistemik sağlığını etkileyen ve besin alımı, bağışıklık, metabolizma ve inflamasyon gibi temel fizyolojik süreçlerle etkileşim içinde olan çok boyutlu sorunlar olarak ele alınmalıdır. Bu nedenle, kronik hastalıkların önlenmesi ve yönetiminde ağız sağlığının korunması da bütüncül sağlık stratejilerinin vazgeçilmez bir parçası olmalıdır.<sup>15,38</sup>

### **Klinik Uygulamada Beslenme Danışmanlığı**

Diş hekimliği pratiğinde multidisipliner yaklaşımın benimsenmesiyle birlikte, beslenme biliminin klinik uygulamalarda etkin biçimde yer alması gerekmektedir. Özellikle çocuklar, diyabetik bireyler ve yaşlılar gibi yüksek riskli gruplarda kişiye özgü beslenme danışmanlığı, diş çürüğünün önlenmesinde etkili bir koruyucu strateji olarak öne çıkmaktadır.<sup>68,69</sup> Okul öncesi dönemde kazanılan beslenme alışkanlıklarının, bireyin ileri yaşlardaki diş sağlığı üzerinde belirleyici rol oynadığı bilinmektedir. Bu doğrultuda, çocuklara yönelik geliştirilen aile merkezli eğitim programları, okul kantinlerinde sağlıklı gıda politikalarının uygulanması ve şekerli atıştırmalıklara sağlıklı alternatifler sunulması gibi koruyucu yaklaşımlar giderek yaygınlaşmaktadır.<sup>70</sup> Klinik ortamlarda ise bireyin beslenme öyküsü ve yaşam tarzı değerlendirilerek kişiselleştirilmiş diyet rehberliği sağlanmalıdır. Bu sürecin etkili şekilde

yürütülebilmesi, diyetisyenler ile yapılacak disiplinler arası iş birliğini zorunlu kılmaktadır.<sup>68</sup>

Ağız hijyeninin sağlanması, profesyonel florür uygulamaları ve düzenli diş kontrolleriyle entegre biçimde yürütülen beslenme danışmanlığı, koruyucu diş hekimliği uygulamalarında maksimum etkiyi oluşturabilmektedir. Tüm bu uygulamalar, bireyin ağız ve diş sağlığını yalnızca kısa vadede değil, yaşam boyu sürdürülebilir şekilde korumayı amaçlamakta; aynı zamanda toplum genelinde ağız sağlığı bilincinin yükselmesine katkı sağlamaktadır.<sup>69</sup>

### **SONUÇ**

Ağız ve diş sağlığı, bireyin genel sağlık ve yaşam kalitesinin temel bir bileşeni olup biyolojik, çevresel ve davranışsal faktörlerin etkileşimiyle belirlenmektedir. Diş çürüğü gibi yaygın oral hastalıklar yalnızca lokal patolojik süreçlerin değil; beslenme alışkanlıkları, mikrobiyal denge, bağışıklık yanıtı ve sistemik sağlık durumunun da bir yansımasıdır. Serbest şekerler ve fermente karbonhidratların aşırı tüketimi oral mikrobiyotada disbiyozise yol açarak çürük riskini artırmakta ve bu durum metabolik-inflamatuvar hastalıkların gelişimine de katkı sağlamaktadır. Metin girmek için buraya tıklayın veya dokununuz. Beslenmenin makro ve mikro besin öğeleri (A, D, E, K, C vitaminleri; Ca, P, Mg) aracılığıyla diş dokularının yapısal bütünlüğü ve savunma mekanizmalarını etkilediği; polifenoller, prebiyotikler ve probiyotiklerin ise oral mikrobiyota üzerinde düzenleyici rol üstlenebileceği belirtilmektedir. Sistemik hastalıklar ile oral sağlık arasındaki çift yönlü ilişki, ağız sağlığının yalnızca estetik ya da fonksiyonel bir konu değil, genel sağlık politikalarının ayrılmaz bir parçası olduğunu göstermektedir. Diyabet, obezite ve mide hastalıkları ağız sağlığını olumsuz etkilerken, periodontal hastalıklar ve diş kayıpları da sistemik sağlık üzerinde ciddi sonuçlara yol açabilmektedir.

Bu bağlamda kişiselleştirilmiş beslenme danışmanlığı, oral hijyen eğitimi ve yaşam tarzı düzenlemeleri bütüncül bir koruma stratejisi içerisinde değerlendirilmelidir. Metin girmek için buraya tıklayın veya dokununuz. Bu strateji, sadece semptomları gidermeye değil, kök nedenleri hedeflemeye odaklanmalıdır. Risk temelli beslenme danışmanlığı serbest şeker tüketimini, oral mikrobiyota profilini, tükürük biyobelirteçlerini ve sistemik hastalık durumunu göz önünde bulundurarak diş dokularını destekleyen besin öğelerinin optimal alımını hedeflemelidir. Oral hijyen eğitiminde bireye özgü araç kullanımı ve biyofilm yönetimine odaklanan teknikler öğretilmeli; yaşam tarzı düzenlemeleri ise stres, uyku, tütün ve alkol gibi bağışıklığı etkileyen faktörleri kapsamalıdır.

Toplum düzeyinde ağız sağlığının sürdürülebilir biçimde iyileştirilebilmesi için, erken yaşlardan itibaren sağlıklı beslenme ve ağız bakım alışkanlıklarının kazandırılması kritik önemdedir.<sup>71,72</sup> Çocukluk döneminde edinilen fırçalama alışkanlıkları, florür kullanımı ve şeker tüketiminin sınırlandırılması yaşam boyu oral hastalıkların azaltılmasına katkı sağlar. Bu nedenle ağız sağlığı eğitimlerinin okul müfredatlarında yer alması etkili ve sürdürülebilir bir yaklaşım sunabilir. Bununla birlikte literatürde önemli boşluklar bulunmaktadır. Polifenoller ve probiyotiklerin oral mikrobiyota ve çürük insidansı üzerindeki uzun dönem etkilerini değerlendiren yüksek kaliteli müdahale çalışmaları sınırlıdır. Ayrıca oral disbiyozis ile diyabet gibi sistemik hastalıklar arasındaki çift yönlü ilişkinin nedensel mekanizmaları tam olarak aydınlatılmamıştır. Bu nedenle omik teknolojilerini kullanan ve kişiselleştirilmiş müdahalelerin uzun vadeli etkililiğini inceleyen çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu bilimsel ilerleme, ağız sağlığı stratejilerinin daha etkili ve sürdürülebilir biçimde uygulanmasını sağlayacaktır.

#### **Yazar Katkıları**

*Çalışma fikri/tasarımı: GSA, NEA*

*Literatür tarama: GSA*

*Eleştirel inceleme: NEA*

*Son onay ve sorumluluk: NEA, GSA*

**Çıkar çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması beyan etmemiştir.

**Finansal Destek:** Yazarlar finansal destek beyan etmemiştir.

#### **KAYNAKLAR**

- Aravindha Babu N, Nishanth G, Krishna Prasanth B, Masthan KMK. Role of nutrition in oral health. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*. 2020;14(4):1131-4. doi:10.37506/IJFMT.V14I4.11669
- Peres MA, Macpherson LMD, Weyant RJ, Daly B, Venturelli R, Mathur MR, et al. Oral diseases: A global public health challenge. *The Lancet*. 2019;394(10194):249-260. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)31146-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)31146-8)
- Najihah L, Wan Husin WZ, Marhazlinda J. Multivariable projections of caries-free prevalence and the associated factors from 2019 to 2030 among schoolchildren aged 6, 12 and 16-year-old in Malaysia. *Children*. 2023;10(7). <https://doi.org/10.3390/CHILDREN10071125>
- Bradshaw DJ, Lynch RJM. Diet and the microbial aetiology of dental caries: New paradigms. *International Dental Journal*. 2014;63 Suppl 2(Suppl 2):64-72. <https://doi.org/10.1111/IDJ.12082>
- Giacaman RA. Sugars and beyond. The role of sugars and the other nutrients and their potential impact on caries. *Oral Diseases*. 2018;24(7):1185-97. <https://doi.org/10.1111/ODI.12778>
- Estalrich A, Alarcón JA, Tabernero AG, Rosas A. Brief communication: An incipient coronal caries lesion on a neandertal molar tooth from el sidrón cave (Northern Spain). *American Journal of Biological Anthropology*. 2025;187(3), e70088. doi:10.1002/ajpa.70088
- Holloway PJ, Moore WJ. The role of sugar in the aetiology of dental caries. Sugar and the antiquity of dental caries. *Journal of Dentistry*. 1983;11(3):189-90. [https://doi.org/10.1016/0300-5712\(83\)90182-3](https://doi.org/10.1016/0300-5712(83)90182-3)
- Diaz-Garrido N, Lozano CP, Kreth J, Giacaman RA. Competition and caries on enamel of a dual-species biofilm model with *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sanguinis*. *Applied and Environmental Microbiology*. 2020;86(21): e01262-20. <https://doi.org/10.1128/AEM.01262-20>
- Dhingra S, Gupta A, Tandon S, Marya CM. Sugar clock: A primordial approach to prevent dental caries. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2020;13(2):174-5. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-1739>
- Angelopoulou MV, Seremidi K, Benetou V, Agouropoulos A, Rahiotis C, Gizani S. Cariogenic diet assessment and analysis tools in children and adolescents: A systematic review. *Oral Health & Preventive Dentistry*. 2024;22:93-106. <https://doi.org/10.3290/j.ohpd.b4997015>
- Al Humaid J. Sweetener content and cariogenic potential of pediatric oral medications: A literature. *International Journal of Health Sciences*. 2018;12(3):75-82.
- Hujoel PP, Lingström P. Nutrition, dental caries and periodontal disease: A narrative review. *Journal of Clinical Periodontology*. 2017;44:S79-S84. <https://doi.org/10.1111/JCPE.12672>
- Twetman S. Prevention of dental caries as a non-communicable disease. *European Journal of Oral Sciences*. 2018;126:19-25. <https://doi.org/10.1111/EOS.12528>
- Ahuja A, Singh S. Impact of the current scenario and future perspectives for management of oral diseases: Remarkable contribution of herbs in dentistry. *Anti-infect Agents*. 2022;20(5):27-45. <https://doi.org/10.2174/2211352520666220405124929>
- Yokoyama Y, Kakudate N, Sumida F, Matsumoto Y, Gilbert GH, Gordan VV. Dentists' dietary perception and practice patterns in a dental practice-based research network. *Plos One*. 2014;8(3):e59615. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0059615>
- van Loveren C. Sugar restriction for caries prevention: Amount and frequency which is more important?. *Caries Research*. 2019;53(2):168-75. <https://doi.org/10.1159/000489571>
- Sheiham A. and James WP. Diet and dental caries: The pivotal role of free sugars reemphasized. *Journal of Dental Research*. 2015;94(10):1341-7. <https://doi.org/10.1177/0022034515590377>
- WHO and FAO. Diet, nutrition, and the prevention of chronic diseases (report of a joint WHO and FAO expert consultation). *WHO Technical Report Series*. 2003;916:1-160. Accessed April 28, 2025. [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42665/WHO\\_TRS\\_916.pdf?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42665/WHO_TRS_916.pdf?sequence=1)
- Holick MF. Sunlight and vitamin D for bone health and prevention of autoimmune diseases, cancers, and cardiovascular disease. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2004;80(6):1678S-1688S. <https://doi.org/10.1093/AJCN/80.6.1678S>

20. Luca MM, Buzatu R, Bumbu BA. Evaluating the protective role of vitamin A supplementation in periodontal health: A comprehensive systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Medicine*. 2024;13(16):4775. <https://doi.org/10.3390/JCM13164775>
21. Mahmood MK, Tassery H, Tardivo D, Lan R. Association between vitamin D levels and dental caries: A systematic review and dose-response meta-analysis of cross-sectional studies. *Applied Sciences (Switzerland)*. 2023;13(17):9883. <https://doi.org/10.3390/APPI13179883/S1>
22. Bumbu BA, Luca MM, Buzatu R. Examining the role of vitamin D in caries susceptibility in children's deciduous teeth: A systematic review. *Nutrients*. 2023;15(22):4826. <https://doi.org/10.3390/NU15224826>
23. Botelho J, Machado V, Proença L, Delgado AS, Mendes JJ. Vitamin D deficiency and oral health: A comprehensive review. *Nutrients*. 2020;12(5):1471. <https://doi.org/10.3390/NU12051471>
24. Gyll J, Ridell K, Öhlund I, Karlsland Åkeson P, Johansson I, Lif Holgerson P. Vitamin D status and dental caries in healthy Swedish children. *Springer*. 2018;17:11. <https://doi.org/10.1186/S12937-018-0318-1>
25. Mellanby M. The influence of diet on the structure of teeth. *Physiological Reviews*. 1928;8(4):545-77. <https://doi.org/10.1152/PHYSREV.1928.8.4.545>
26. Mellanby M, Pattison CL. Remarks on the influence of a cereal-free diet rich in vitamin D and calcium on dental caries in children. *British Medical Journal*. 1932;1(3715):507-10. <https://doi.org/10.1136/BMJ.1.3715.507>
27. Mellanby M, Coumoulos H. Improved dentition of 5-year-old London school-children. *British Medical Journal*. 1944;1(4355):837-40. <https://doi.org/10.1136/BMJ.1.4355.837>
28. Mellanby M, Mellanby H. The reduction in dental caries in 5-year-old London school-children (1929-47). *British Medical Journal*. 1948;2(4573):409-13. <https://doi.org/10.1136/BMJ.2.4573.409>
29. Southward K. A hypothetical role for vitamin K2 in the endocrine and exocrine aspects of dental caries. *Medical Hypotheses*. 2015;84(3):276-80. <https://doi.org/10.1016/J.MEHY.2015.01.011>
30. Kuang X, Liu C, Guo X, Li K, Deng Q, Li D. The combination effect of vitamin K and vitamin D on human bone quality: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Food Function*. 2020;11(4):3280-97. <https://doi.org/10.1039/C9FO03063H>
31. Costa SA, Nascimento GG, Leite FRM, Ribeiro CCC, de Fatima Carvalho Souza S. Intake and serum levels of micronutrients and chronic oral diseases burden. *Oral Diseases*. 2024;30(4):2685-94. <https://doi.org/10.1111/ODI.14640;PAGEGROUP:STR ING:PUBLICATION>
32. Med IJ, Sultana Shaik P, Pachava S. The role of vitamins and trace elements on oral health: A systematic review. *International Journal of Medical Reviews*. 2017;4(1):22-31. <https://doi.org/10.29252/IJMR-040105>
33. Bhattacharya PT, Misra SR, Hussain M. Nutritional aspects of essential trace elements in oral health and disease: An extensive review. *Scientifica (Cairo)*. 2016;2016(1):5464373. <https://doi.org/10.1155/2016/5464373>
34. Karthika G, Avula SSSJ, Sridevi E, Pranitha K, Sankar KS, Nayak P. Assessing vitamin E and glutathione peroxidase levels in salivary samples of children with and without dental caries. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2021;15(6):ZC06-ZC09. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2021/47199.14986>
35. Syed S, Yassin SM, Dawasaz AA, Amanullah M, Alshahrani I, Togoo RA. Salivary 1, 5-anhydroglucitol and vitamin levels in relation to caries risk in children. *Wiley Online Library*. 2019;2019:4503450. <https://doi.org/10.1155/2019/4503450>
36. Howe PR. Further studies of the effect of diet upon the teeth and jaws. *The Journal of the National Dental Association*. 1922;9(1):55-60. <https://doi.org/10.14219/JADA.ARCHIVE.1922.0047>
37. Pitts NB, Zero DT, Marsh PD, Ekstrand K, Weintraub JA, Ramos-Gomez F, et al. Dental caries. *Nature Reviews*. 2017;17030. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2017.30>
38. Malin AJ, Wang Z, Khan D, McKune SL. The potential systemic role of diet in dental caries development and arrest: A narrative review. *Nutrients*. 2024;16(10):1463. <https://doi.org/10.3390/NU16101463>
39. Chamlagain M, Hu J, Sionov RV, Steinberg D. Anti-bacterial and anti-biofilm activities of arachidonic acid against the cariogenic bacterium *Streptococcus mutans*. *Front Microbiology*. 2024;15:1333274. <https://doi.org/10.3389/FMICB.2024.1333274/XML/N LM>
40. Marshall T, Levy S, Broffitt B, Warren JJ, Eichenberger-Gilmore JM, Burns TL, et al. Dental caries and beverage consumption in young children. *Pediatrics*. 2003;112(3):e184-e191. <https://doi.org/10.1542/peds.112.3.e184>
41. Lin HS, Lin JR, Hu SW, Kuo HC, Yang YH. Association of dietary calcium, phosphorus, and magnesium intake with caries status among schoolchildren. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences*. 2014;30(4):206-12. <https://doi.org/10.1016/J.KJMS.2013.12.002>
42. Yoshihara A, Watanabe R, Hanada N, Miyazaki H. A longitudinal study of the relationship between diet intake and dental caries and periodontal disease in elderly Japanese subjects. *Wiley Online Library*. 2009;26(2):130-6. <https://doi.org/10.1111/J.1741-2358.2008.00244.X>
43. Sejdini M, Meqa K, Berisha N, Çitaku E, Aliu N, Krasniqi S, et al. The effect of ca and mg concentrations and quantity and their correlation with caries intensity in school-age children. *International Journal of Dentistry*. 2018;2018 :2759040. <https://doi.org/10.1155/2018/2759040>
44. Uwitonze AM, Rahman S, Ojeh N, Grant WB, Kaur H, Haq A, et al. Oral manifestations of magnesium and vitamin D inadequacy. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*. 2020;200: 105636. <https://doi.org/10.1016/J.JSBMB.2020.105636>
45. Bains VK, and Bains R. The antioxidant master glutathione and periodontal health. *Dental Research Journal* 2016;12(5):389-405. <https://doi.org/10.4103/1735-3327.166169>
46. Ribeiro DA, Camilo CJ, de Fátima Alves Nonato C, Rodrigues FFG, Menezes IRA, Ribeiro-Filho J, et al. Influence of seasonal variation on phenolic content and in vitro antioxidant activity of *Secundaria floribunda* A. DC. (Apocynaceae). *Food Chemistry*.

- 2020;315:126277.  
<https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2020.126277>
47. Twetman S, Jørgensen MR, & Keller MK. Fifteen years of probiotic therapy in the dental context: What has been achieved? *Taylor & Francis*. 2017;45(10):539-45. <https://doi.org/10.1080/19424396.2017.12222503>
48. Rasouli H, Farzaei MH, Khodarahmi R. Polyphenols and their benefits: A review. *International Journal of Food Properties*. 2017;20:1700-41. <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1354017>
49. M. Varoni E, Lodi G, Sardella A, Carrassi A, Iriti M. Plant polyphenols and oral health: Old phytochemicals for new fields. *Current Medicinal Chemistry*. 2012;19(11):1706-20. <https://doi.org/10.2174/092986712799945012/CITE/EFWORKS>
50. Guo Y, Li Z, Chen F, Chai Y. Polyphenols in oral health: Homeostasis maintenance, disease prevention, and therapeutic applications. *Nutrients*. 2023;15(20):4384. <https://doi.org/10.3390/NU15204384>
51. Zhang J, Kashket S. Inhibition of salivary amylase by black and green teas and their effects on the intraoral hydrolysis of starch. *Caries Research*. 1998;32(3):233-8. <https://doi.org/10.1159/000016458>
52. Luo SC, Wei SM, Luo XT, Yang QQ, Wong KH, Cheung PCK, et al. How probiotics, prebiotics, synbiotics, and postbiotics prevent dental caries: An oral microbiota perspective. *NPJ Biofilms and Microbiomes*. 2024;10(1):1-15. <https://doi.org/10.1038/s41522-024-00488-7>
53. Vestman NR, Chen T, Holgerson PL, Öhman C, Johansson I. Oral microbiota shift after 12-week supplementation with *Lactobacillus reuteri* DSM 17938 and PTA 5289; a randomized control trial. *PLoS One*. 2015;10(5):1-18. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0125812>
54. Tham R, Bowatte G, Dharmage S, Tan DJ, Lau MX, Dai X, et al. Breastfeeding and the risk of dental caries: A systematic review and meta-analysis. *Acta Paediatrica, International Journal of Paediatrics*. 2015;104(467):62-84. <https://doi.org/10.1111/APA.13118>
55. Reid G, Younes JA, Van Der Mei HC, Gloor GB, Knight R, Busscher HJ. Microbiota restoration: Natural and supplemented recovery of human microbial communities. *Nature Reviews Microbiology*. 2011;9(1):27-38. <https://doi.org/10.1038/NRMICRO2473>
56. Bakhtiari R, Sheybani Z, Aminzadeh M, Soltan Dallal MM. Application of prebiotics and probiotics to improve oral and dental health by inhibiting *Streptococcus mutans*. *Jundishapur Journal of Microbiology*. 2024;17(8): e150118. <https://doi.org/10.5812/JJM-150118>
57. Staszczuk M, Jamka-Kasprzyk M, Kościelniak D, Cienkosz-Stepańczyk B, Krzyściak W, Jurczak A. Effect of a short-term intervention with *Lactobacillus salivarius* probiotic on early childhood caries—an open label randomized controlled trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;19(19): 12447. <https://doi.org/10.3390/ijerph191912447>
58. Alamoudi NM, Almagbadi ES, El Ashiry EA, El Derwi DA. Effect of probiotic *Lactobacillus reuteri* on salivary cariogenic bacterial counts among groups of preschool children in Jeddah, Saudi Arabia: A randomized clinical trial. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2018;42(5):331-7. <https://doi.org/10.17796/1053-4625-42.5.2>
59. Panchbhai AS, Khatib MN, Borle RM, Deolia SS, Babar VM, Vasistha AH, et al. Efficacy and safety of probiotics for dental caries in preschool children: A systematic review and meta-analysis. *Contemporary Clinical Dentistry*. 2024;15(1):10-6. [https://doi.org/10.4103/CCD.CCD\\_40\\_23](https://doi.org/10.4103/CCD.CCD_40_23)
60. Tester RF, Al-Ghazzewi FH. Role of prebiotics and probiotics in oral health. *Nutrition & Food*. 2018;48(1):16-29. <https://doi.org/10.1108/NFS-03-2017-0056/FULL/PDF>
61. Zheng X, He J, Wang L, Zhou S, Peng X, Huang S, et al. Ecological effect of arginine on oral microbiota. *Nature*. 2017. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-07042-w>
62. Hwang SY, Park JE. The effects of dietary protein intake and quality on periodontal disease in Korean adults. *Journal of Korean society of Dental Hygiene*. 2022;22(2):107-115. <https://doi.org/10.13065/JKSDH.20220012>
63. Fluitman KS, van den Broek T, Reinders I, Wijnhoven HAH, Nieuwdorp M, Visser M, et al. The effect of dietary advice aimed at increasing protein intake on oral health and oral microbiota in older adults: A randomized controlled trial. *Nutrients*. 2023;15(21):4567. <https://doi.org/10.3390/NU15214567>
64. Marro F, De Smedt S, Rajasekharan S, Martens L, Bottenberg P, Jacquet W. Associations between obesity, dental caries, erosive tooth wear and periodontal disease in adolescents: A case–control study. *European Archives of Paediatric Dentistry*. 2021;22(1):99-108. <https://doi.org/10.1007/S40368-020-00534-W/FIGURES/1>
65. Zelig R, Goldstein S, Touger-Decker R, Firestone E, Golden A, Johnson Z, et al. Tooth loss and nutritional status in older adults: A systematic review and meta-analysis. *JDR Clinical & Translational Research*. 2022;7(1):4-15. [https://doi.org/10.1177/2380084420981016/SUPPL\\_FILE/SJ-PDF-1-JCT-10.1177\\_2380084420981016.PDF](https://doi.org/10.1177/2380084420981016/SUPPL_FILE/SJ-PDF-1-JCT-10.1177_2380084420981016.PDF)
66. Chan AKY, Tsang YC, Jiang CM, Leung KCM, Lo ECM & Chu CH. Diet, nutrition, and oral health in older adults: A review of the literature. *Dentistry Journal*. 2023;11(9):222. <https://doi.org/10.3390/DJ11090222>
67. Khoury C, Samot J, Helmer C, Rosa RW, Georget A, Dartigues JF, et al. The association between oral health and nutritional status in older adults: A cross-sectional study. *BMC Geriatrics*. 2022;22(1):1-7. <https://doi.org/10.1186/S12877-022-03133-0/TABLES/2>
68. Fernández CE, Torre MJ, Vargas CJ, Aravena CA, Santander J, Marshall TA. Diet and nutrition integration in dental education: A scoping review. *European Journal of Dental Education*. 2025;(1):4-5. <https://doi.org/10.1111/eje.13136>
69. Touger-Decker R, Mobley C. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Oral health and nutrition. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 2013;113(5):693-701. <https://doi.org/10.1016/J.JAND.2013.03.001>
70. Eley C, Weston-Price S, Young V, Hoekstra B, Gadhia T, Muirhead V, et al. Using oral hygiene education in schools to tackle child tooth decay: A mixed methods study with children and teachers in England. *Journal of*

- Biological Education*. 2020;54(4):381-95.  
<https://doi.org/10.1080/00219266.2019.1585380>
71. Mariotti F, Zumbo G, Ripari F, Valaikaitė JE, Mariotti M, Polimeni A, et al. Oral health promotion in pediatric age groups: Habits and behaviors of Italian and Spanish parents and children. *Journal of Clinical Medicine*. 2025;14(6):1926.  
<https://doi.org/10.3390/JCM14061926>
72. Liu X, Wang Z, Tan N, Zhao J. Impact of oral health education on the hygiene awareness of preschool children and their parents. *Oral Health Prev Dent*. 2025;23:543-9.  
[https://doi.org/10.3290/J.OHPD.C\\_2274](https://doi.org/10.3290/J.OHPD.C_2274)