



Ömer ÇAKMAK ^{1, a}
Mehmet ÇALICIOĞLU ^{2, b}

¹ Esenyurt Üniversitesi,
Uygulamalı Bilimler
Yüksekokulu,
Gastronomi ve Mutfak
Sanatları Bölümü,
İstanbul, TÜRKİYE

² Fırat Üniversitesi,
Veteriner Fakültesi,
Besin Hijyeni ve Teknolojisi
Anabilim Dalı,
Elazığ, TÜRKİYE

^a ORCID: 0000-0002-7898-1764

^b ORCID : 0000-0002-6658-784X

Geliş Tarihi : 04.03.2021
Kabul Tarihi : 22.09.2021

Yazışma Adresi Correspondence

Ömer ÇAKMAK
Esenyurt Üniversitesi,
Uygulamalı Bilimler
Yüksekokulu,
Gastronomi ve Mutfak
Sanatları Bölümü,
İstanbul – TÜRKİYE

omercakmak@esenyurt.edu.tr

Yağ İkame Maddesi Olestra ve Beslenme Açısından Önemi

Olestra, gıda endüstrisinde yağ ikame maddesi olarak bilinen sakkaroz polyeşteridir. Ticari marka adı Olean'dur. Kalori ve enerji içermez. Bu nedenle hem hayvansal ve bitkisel yağlardan zengin diyetlerin tüketilmesi hem de fiziksel egzersiz yetersizliği sonucu günümüzün bir sağlık problemi olan obezite riskini azaltmada önemli bir yağ ikame maddesidir. Geleneksel katı ve sıvı yağlara benzeyen tat, lezzet ve pişirme özelliğine sahiptir. Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından olestranın kullanımı düşük yağ içerikli (paketlenmiş hazır tuzlu atıştırmalıklar, patlamış mısır ve patates cipsi gibi) sınırlı sayıda gıdaların üretiminde kullanılmak üzere onaylanmıştır. Olestra ile ilgili insan ve hayvanlar üzerinde çok sayıda yapılan araştırmalar sonucunda olumlu görüşler olsa da olumsuz görüşlerde bulunmaktadır. Olestra, yağda eriyen vitamin A, D, E ve K'nın emilimine engel olmaktadır. Buna karşın, sindirim sisteminden emilemediğinden dolayı kilo ve serum kolesterol düzeyinde artış meydana gelmemektedir. Aynı zamanda olestranın toksik, karsinojenik, teratojenik ve mutajenik etkisi bulunmamaktadır. Olestra, toprak ve atıklardan izole edilen aerobik mikroorganizma ve mantarların etkisiyle çevreden yok edilebilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Olestra, yağ ikame maddesi, gastrointestinal semptomlar, obezite

Fat Replacer Olestra and Its Importance in Nutrition

Olestra is a polyester of sucrose known as a fat substitute in the food industry. The trademark name is Olean. It does not contain any calorie or energy. For this reason, it is an important fat substitute in reducing the risk of obesity, which is a significant health problem of current times, resulting from consuming diets rich in animal and vegetable oils and insufficient physical exercise. It has a taste, flavor and cooking properties similar to the traditional fats and oils. The use of olestra has been approved by the US Food and Drug Administration (FDA) for the production of a limited number of foods with low fat content (such as packaged ready-made salty snacks, popcorn and potato chips). Although there are positive opinions revealed from many studies carried on humans and animals about olestra, there are also some negative opinions. Olestra prevents the absorption of fat-soluble vitamins A, D, E and K. However, as it is not absorbed from the digestive system, there is no increase in weight and serum cholesterol levels. Also, olestra does not have toxic, carcinogenic, teratogenic and mutagenic effects. Olestra is degradable in the environment by the effect of aerobic microorganisms and fungi isolated from soil and waste.

Key Words: Olestra, fat substitute, gastrointestinal symptoms, obesity

Giriş

Ekonomik açıdan gelişmiş sanayi toplumlarında son yıllarda beslenme alışkanlıklarında meydana gelen değişiklikler ile fiziksel aktivitelerin yetersizliği sonucu vücut kitle indeksi bakımından kilolu ve obeziteli bireylerin sayısı artmaktadır (1). Özellikle de doymuş yağ asitleri bakımından yüksek içerikli diyetlerin tüketilmesiyle kandaki kolesterol düzeyinin yükselmesine neden olmaktadır. Bu durum kalp-damar hastalıkları, yüksek tansiyon, diyabet, gut gibi hastalıkların yanı sıra meme, kolon, prostat kanserleri ve safra kesesi hastalıklarının meydana gelmesinde önemli bir risk faktörüdür (1, 2).

Günlük olarak alınan diyet içeriğindeki yağ miktarı tüketimi azaltılırsa kalp-damar hastalıkları, hipertansiyon ve diyabet gibi sağlık sorunlarının kontrol altına alınması mümkün olabilmektedir. Bu nedenle tüketicilerin son yıllarda yağ oranı düşük ve yağsız gıdalara olan ilgisi artış göstermektedir. Bu tür gıda ürünlerinin Avrupa Ülkeleri ve Amerika piyasasında uzun zamandır bulunmasına ve giderek de sayılarında artış meydana gelmesine karşılık ülkemizde söz konusu bu tür ürünlerin üretimi ancak son yıllarda artış göstermektedir (3).

Tüketime hazır endüstriyel ürünlerin üretiminde kullanılan geleneksel yağların bir kısmı veya tamamının yerine çeşitli yağ ikamesi maddelerin tercih edilmesinde artış görülmektedir. Fakat kalori değeri düşük gıdalar beslenme açısından standart özellikteki gıdalar ile karşılaştırıldığında düşük kalite değerini içermemelidir. Bazı hallerde gıdaların bileşimindeki değişiklikler sonucunda oluşabilecek vitamin ve mineral madde gereksinimleri tamamlanmalıdır (4).

Doğal yağların ağızda oluşturduğu his birkaç parametrenin birleşmesiyle ortaya çıkmaktadır. Bunlar kıvam, kayganlık, yapışkanlık, tat ve ağız kaplama hissi gibi birçok parametreleri içerir. Gıda ürünlerinde bulunan yağda eriyen A, D, E ve K vitaminlerinin taşıyıcılarıdır. Ayrıca yağda eriyen bileşenlerin bağırsaktan emilimine yardımcı olurlar. Bunun yanında zayıf insanlar için önemli bir kalori kaynağıdır (5).

Bilim adamları, beslenme alışkanlıklarındaki değişiklikler sonucunda besin ögesi olan yağlardan kaynaklanan kilo artışı ve fazla kalori alımı neticesinde artan obezite ile kalp damar hastalıklarından dolayı söz konusu besin ögesini beslenmeden çıkarmak ya da miktarını azaltmak için yağ yerine alternatif ikame maddelerinin kullanılmasına yönelik araştırmalar yapmışlardır (6). Bu amaçla; 1980-2000 yılları arasında ABD Tarım Bakanlığı (USDA: U.S. Department of Agriculture), gıda şirketlerine yağı azaltılmış ürün geliştirmesi için önemli miktarda kaynak ayırarak destek vermiştir ve bu hedefe ancak 15 yıl içerisinde ulaşılmıştır. Gıda şirketlerinin geliştirdiği ilk ürünler, genellikle aromayı korumak için tuz ve şeker ilave edilen fakat yağdan arındırılmış gıda maddeleri olmuştur. Ancak tüketicilerin beslenme tercihlerinin daha çok sağlıklı, lezzetli ve yağ içeriği azaltılmış gıda maddeleri olduğundan bu ilk geliştirilen ürünler başarılı olmamıştır (7).

Gıda ürünlerine geleneksel yağların yerine kullanılabilen ve gıdalara yağların sağlayacağı özellikleri karşılayabilecek nitelikte ilave edilen maddelere yağ ikamesi adı verilmektedir. Kalori değerinde azalma elde etmek amacıyla doğal yağların yerine yağı kısmi ya da tamamen alınmış gıda ürünlerinde kullanılabilen yağ ikame maddeleri kaynaklarına göre sınıflandırılmaktadır. Buna göre; protein ve karbonhidrat kökenli olanlar yağ taklidi maddeler, yağ kökenli olanlar ise yağ benzeri maddeler olarak tanımlanmaktadır (6).

Sentetik maddeler ya da yapısal lipidler yağ benzeri maddelerdir. Bu maddeler, lipaz enziminin katalize ettiği hidroliz tepkimesine karşı direnç gösteren, içeriği ester bağlı yağ asidi olan ürünlerdir. Hem kimyasal olarak sentezlenen hemde enzimatik değişikliğe uğrayarak ticari amaçlı katı ve sıvı yağlardan türetilen yağ benzeri maddeler düşük kalorili ya da kalori içermezler (6, 8).

Amerika Birleşik Devletinde çok uluslu bir firma olan Procter & Gamble (P&G) şirketinin araştırmacıları yağ ikame maddesi üzerinde 30 yıldan daha fazla süre çalışmıştır. P&G 1996 yılında, ABD Gıda ve İlaç Dairesi (FDA: Food and Drug Administration) tarafından onaylanan sakkaroz ile soya fasulyesi veya pamuk tohumundan elde edilen bitkisel yağ kombinasyonunun bir dizi işleme tabi tutulmasıyla yağ, trans yağ, kolesterol ve dolayısıyla kalori içermeyen ayrıca da pişirme yağlarıyla benzer yapı, aroma ve ısı stabilitesine sahip olan olestra (ticari adı olean) denilen bir yağ ikame maddesi üretmişlerdir. Olestra ile yapılan "tuzlu atıştırmalıklar" [patates, tortilla ve mısır cipsi; krakerler ve ekstrüde atıştırmalıklar] neredeyse geleneksel yağlara benzer bir tada sahip olmasını sağlar. Amerika Gıda Danışma

Kurulu tarafından olestra hakkında yapılan çalışmalardan elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda faydaları daha fazla olduğundan sürekli izleme ve kontrollü miktarlarda atıştırmalıklarda kullanım için güvenli olduğu bildirilmiştir (9).

Olestra

Tanımı: FDA tarafından 1996 yılında onaylanan, ticari ismi Olean olarak bilinen Olestra yüksek sıcaklıkta stabil olan yağlar için alternatif bir yağ ikamesidir (9). Olestra, sakkaroz ve birkaç esterleştirilmiş yağ asidinden meydana gelen sakkaroz polyesteridir (7, 10).

Yapısı ve Özellikleri: Olestra, sakkarozun hekza, hepta ve okta esterlerinin uzun zincirli yağ asitleri ile oluşturduğu heterojen bir karışımdır. Yapısı bir trigliseride benzemektedir. Ancak uzun zincirli yağ asitlerinin gliserol yerine sakkaroz ile bağlanması mümkündür. Trigliseritde olduğu gibi, olestra doğal yağlarla hemen hemen birebir fiziksel özellikler göstermektedir. Ticari olestra ortalama 2400 dalton moleküler ağırlığındadır (7). Olestranın bileşiminde yer alan yağ asidinin çeşitliliği fizyokimyasal özelliklerin belirleyicisidir. Özgül ağırlığı, yoğunluğu ve kırılma indeksi değerleri hem safran yağı hem de mısır yağlarıyla aynı olsa da, ticari amaçlı kullanılan salata yağlarının sahip olduğu söz konusu kriter değerlerine göre ise nispeten fazladır (11). Doğal yağın ısıya dayanıklılık ve duyu özelliklerine sahiptir. Bu özelliğinden dolayı protein ve karbonhidrat kökenli yüksek sıcaklık koşullarından olumsuz olarak etkilenen yağ ikame maddeleri ile karşılaştırıldığında hem pişirme hem de kızartma gibi yüksek ısı (177-185 °C) uygulamalarında kullanılabilir. Kızgın yağda gerçekleşen pişirme işleminde sıcaklık etkisiyle oluşan polimer yapılardan dolayı olestranın vizkozitesi kısmi olarak artmaktadır (7, 12).

Genel olarak, olestra apolar özellikte lipofilik yapıya sahip bir moleküldür. Etil alkol, heksan, kloroform, gliserin ve soya fasulyesi yağı gibi çözücülerde çözünebilir özellikte sahiptir (7, 11). Olestra koku içermeyen, yumuşak tatta, uçucu özellikte olmayan ve parlak altın sarısı rengindedir. Oda sıcaklığı şartlarında olestra yapısal olarak az miktardaki çoklu doymamış yağ asidi yan zincirlerinden elde edildiğinde parlak renkli sıvı halindedir. Buna karşın çok miktardaki doymuş yağ asitlerinden türetilmiş ise mat renkli katı form yapısında bulunmaktadır (12). Gastrik lipazlar tarafından hidrolize olmadığı için diyet gastrointestinal sistemden düşük düzeyde emilmektedir (13). Besinlerde bulunan makro ve mikro besin öğelerinin biyoyararlanımı ile yağda eriyen vitamin A, D, E ve K'nın emilimine engel olmaktadır (14).

Katı veya sıvı halde bulunan doğal yağlar öncelikle bağırsak enzimleri tarafından hidroliz edilirler. Daha sonra bağırsak hücrelerince emilimleri gerçekleşir. Dolaşım sistemi ile vücut hücrelerine taşınırlar. Ayrıca doğal yağların bağırsak bakterileri yardımıyla hidrolize edilmesi sonucunda oluşan yağ asitleri bakteriler tarafından kullanılabilirliği gibi bağırsak duvarındaki hücrelerce tutulmaktadır. Hidrolizasyon sonucu oluşan

yağ asitleri enerjinin fazla miktarda meydana gelmesi ile vücut hücrelerinin etkisiyle okside olabilmektedir. Bunun aksine olestra geleneksel doğal yağlarla mukayese edildiğinde daha karışık ve büyük bir molekül yapıya sahiptir. Sindirim sistemindeki lipaz enzimleri ve bakteriler tarafından etkilenmemektedir. Olestra, büyük molekül yapısından dolayı bağırsak hücre yüzeyini geçemediğinden emilimi gerçekleşmemektedir (15, 16).

Absorpsiyonu ve Metabolizması: Tükürük, mide veya pankreas lipazları olestrayı değil diyet yağını ve trigliseridleri hidrolize ederler. Böylece olestra, trigliseridlerin hidrolizi sonucu artan lipit damlacıklarının tüketiminde etkilidir. Olestra ile zenginleştirilmiş lipid damlacıklarının gastrointestinal kanal boyunca taşınmasını sağlayan moleküller dışkı ile dışarı atılmaktadır (17). Sıçanların kullanıldığı in vivo bir çalışma sonucunda olestranın absorbe olmadığı ancak absorpsiyon meydana gelir ise de dozun % 0.0001'den daha az olduğu tespit edilmiştir (15). Sıçanlar ve maymunlar kullanılarak yapılan bir çalışmada sıçanlarda diyetdeki olestranın % 9'unun, maymunlarda ise diyetdeki olestranın % 8'inin dışkı ile atıldığı belirlenmiştir (18). Ayrıca sıçanlarda ve farelerde olestranın toksik olmadığı da gösterildi. Kanserojenik, mutajenik ve kromozom anormallikleri veya DNA onarımında hiçbir etkisi yoktur (19).

Olestranın yapısı doğal trigliseridlerle kimyasal benzerlik gösterdiğinden her molekül karşılaştırılabilir fiziksel ve duyuşal özelliklere sahiptir (20).

Olestra ile lipofilik diyet bileşenlerin gastrointestinal sistemde fiziksel etkileşimi sonucunda hafif mide ağrısı, bulantı, kusma ve ishal gibi sindirim sistemi sorunları meydana gelmektedir (21). Olestra tüketimini takip eden diğer sınırlamalar yağ kaybı veya dışkı olarak bilinen anal sızıntıdır. Gıdalardan A ve E vitamini konsantrasyonunun azaltılması yetersiz beslenmeye neden olur. Olestra, kumarin veya oral kontraseptifler gibi ilaçların düşük düzeyde emilimi ile enflamatuvar etkisi rapor edilmiştir (14). Buna karşılık olestra, diyetdeki normal yağların ve kalorilerin azaltılmasında rol oynamaktadır. Örneğin, bir paket patates cipsi 10 gram yağ ve 150 kalori içerirken olestra kullanılan patates cipsi ise yağ içermez, sadece yaklaşık olarak 70 kalori içerir. Olestra, sindirilmediğinden veya emilmediğinden diyete kalori veya yağ eklenmez. Olestra seçimi tüketicilere daha fazla seçenek sağlar. Araştırmalar Amerikalıların genel olarak sağlıklı bir yaşam tarzını sürdürebilmesi için lezzetli, düşük kalorili ve az yağlı seçenekler tercih etmeye yöneldiklerini ortaya koymuştur. Geleneksel katı ve sıvı yağların tadına benzerlik gösteren ürünlerin seçimi gıda üreticilerinin en uygun olanı seçmesine imkan tanıyarak geniş bir imkan tanımaktadır (22).

Amerikan Diyetisyenler Derneği (ADA: American Dietetic Association), olestra gibi yağ ikamelerinin Amerikalıların çeşitli yiyeceklerinde bulunan çok yüksek miktardaki yağ alımını azaltması sonucunda tüketicilerin daha az yağlı diyetleri tercih etmelerinde artışa neden olduğunu bildirmiştir (23).

Klinik araştırmalar, serum kolesterol ve E vitamini seviyelerinde düşük miktarda azalma olduğunu göstermektedir. Olestranın, E vitamini emilimi üzerindeki etkisi takviye ile dengelenebilmektedir. D ve K vitamini ile lipofilik ilaçların absorpsiyonu, diyetle günlük 18g olestranın tüketilmesi ile değişmemektedir. Ayrıca 20 g olestra alımı sonucunda A vitamini türevi retinolün emiliminin etkilenmediği bildirilmiştir (24). Buna karşın diyetle bir öğün alınan 32 g olestranın ise retinol emiliminde %19'luk bir azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir (13).

Olestra, suda eriyen vitaminlerin emilimini, sindirimini ve kullanımını etkilememiştir. Domuzlar üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda olestranın B, C ve folik asit gibi vitaminlerin emilimini etkilemediği tespit edilmiştir (25).

Sıçanlar ve insanlarda, olestranın lipofilik ilaçların emilimini etkilemediğini gösteren çalışmalar yapılmıştır. Lipofilik hormonların emilimi kan örneklerinin analizi ile değerlendirildi. Sonuç olarak, önemli farklılıkların olmadığı olestranın uygun şekilde güvenilir olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (26).

Mineral maddeler yağda çözünmediklerinden dolayı olestra tarafından sindirim sisteminde emilimleri etkilenmemektedir (24)

Olestra'nın Kullanımı: Tüm sağlık kurumları ve çeşitli kuruluşlar aşırı düzeyde yağ içerikli diyetle beslenmeden kaynaklanabilecek sağlık tehlikeleri konusunda uyarıda bulunmaktadır. Buna karşın, dengeli beslenmede diyet içeriğinde yeterli düzeyde yağ içeren gıdaların yer alması ve tüketilmesine ihtiyaç olduğu dikkat çekicidir. Hayvansal ve bitkisel yağlar yüksek kalorili olmasından dolayı obezitenin oluşmasına neden olmaktadır. Obezite; kalp- damar hastalığı, hipertansiyon, safra kesesi hastalığı ve kanser gibi sağlık sorunlarının ortaya çıkmasında önemli bir rol oynamaktadır (1).

Beslenme alışkanlığındaki değişikliklerin özellikle diyet içeriğinde yağ oranının yüksek olması nedeniyle oluşan endişeler ile standart beden ağırlığına ulaşılmaması için gıda üretim sektörü tarafından düşük yağ içerikli ve damak tadına uygun lezzetli gıdaların üretilerek alternatif çözümlerin aranması önem kazanmıştır (27). Bu maksatla, yeni bileşimler kullanılarak hem besinlerdeki yağın sahip olduğu içerik yapısına benzerlik gösteren hem de tadına uygun ikame maddeleri geliştirilmektedir. Yağ ikame maddeleri kullanıldığı besinlerin sahip olduğu toplam kalori değerinin düşmesini sağlasa da sindirim sisteminde emilmesi mümkün olmamaktadır (7).

Yağ ikame maddeleri, hayvansal ve bitkisel yağlarla hem fiziksel hem de kimyasal bakımdan benzerlik göstermelerine rağmen söz konusu yağların sahip oldukları enerji bileşiklerinin vücuda alınmasını engellemektedirler. Ayrıca besinlerin pişirilmesi ve kızartılmasında uygulanan sıcaklık derecelerinde yağ ikame maddelerinde yapısal değişiklik meydana gelmemektedir (7, 28).

Bu konuda yapılan araştırmalar sonucunda 1996 yılında FDA tarafından olestranın yağ ikame maddesi olarak kullanılmasına onay verilmiştir. Özellikle sıcaklık değerinin yüksek olduğu şartlarda diğer yağ ikame maddelerinden farklı olarak kızartma yağlarıyla aynı tat ve yapıyı gösterdiğinden dolayı gıdalarda geleneksel yağın yerine kullanılması mümkün olmaktadır. Bundan dolayı; farklı yağ ikamelerinin tersine yapısal ve tat özelliği bakımından kızartma yağlarına benzerlik gösterdiğinden gıda endüstrisinde patates ve tortilla cipsi, peynirli börek, kraker gibi tuzlu atıştırmalık ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır (29-31).

FDA, 1998 yılında P&G tarafından 4.000'den fazla kişi üzerinde yürütülen çalışmaları tekrar gözden geçirmiştir. Olestra içeren atıştırmalıkları tüketenlerin büyük çoğunluğunun, tam yağlı atıştırmalıkları tercih edenlere göre sindirim sisteminde daha fazla sorun yaşamadığı sonucuna ulaşılmıştır. Olestranın güvenilirliği FDA'nın ilgili komitesi tarafından oy çokluğuyla onaylanmıştır (32).

FDA tarafından ilk zamanlar olestra içeren bir gıda ürününün etiketinde: 'Bu ürün olestra içerir. Olestra mide spazmı ve ishale neden olabilir. Yağda eriyen vitaminler ve bazı besin öğelerinin emilimini engellemektedir. Yağda eriyen vitamin A, D, E ve K ilave edilmiştir.' ifadesinin yer alması uygun görülmüştür. 2020 yılında FDA tarafından olestra içeren gıdalara ilişkin yağda eriyen vitaminlerin absorbe edilmemesinden kaynaklanan kayıpların telafisi için mevcut Yönetmelikte düzenleme yapılmıştır. Yapılan düzenleme ile gram olestra başına; 1.9 mg alfa-tokoferol eşdeğeri, 51 retinol eşdeğeri (retinil asetat veya retinilpalmitat olarak), 12 IU vitamin D ve 8 µg vitamin K ilave edilmesi belirtilmiştir. Ancak olestra içeren gıdalarda tüketicileri bilgilendirmek amacıyla A, D, E ve K vitaminlerinin eklendiğini bildiren beyanın etikette gerekmediği yönetmelikte yer almıştır. Yönetmeliğe göre bu tür vitaminler, beslenme etiketinde belirleyici besin içeriği olarak kabul edilmemektedir. "Diyet açısından önemsiz" ifadesi etikette yer almaktadır. Olestra, bir yağ veya kalori kaynağı olarak kabul edilmeyecektir (33).

Olestra Kullanımı Sonrası Ortaya Çıkan Sonuçlar

İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri: Beslenmede, diyet içeriğindeki yağ miktarının azalması ile en yaygın kilo verme yöntemi uygulanmaktadır. Ancak uzun süreli olarak bir besin unsurunun sınırlı olarak alınması ile uygulanan diyet metodu birçok kişi açısından zorlayıcı olmaktadır. Yağ ikame maddesi olestra, sindirilmediği veya emilmediği için vücudun kilo artışını engellemesi, fazla kilonun azalmasına yönelik katkısı açısından sürecin sürdürülmesi yönünde güçlü bir etkiye sahiptir. Ayrıca kandaki kolesterol düzeyini düzenlemesi ile yüksek tansiyon, diyabet gibi kalp damar hastalıkları ve metabolik kaynaklı ortaya çıkan sağlık sorunlarının önlenmesine yönelik olarak da olumlu etkisi saptanmıştır (23, 31). Olestra molekülünün geniş çeşitliliği nedeniyle birçok gıda bileşimine ilave edilmesi doğal yağların ortamdaki uzaklaştırılması bakımından uygun bir seçenek olabilmektedir. Böylece doğal yağlardan kaynaklanan bazı gıdalardaki kalorinin tamamı ve diyet

içerikli yiyeceklere takviyede kalori içeriğinin azaltılmasında tercih seçeneği olabilmektedir (34). Olestranın güvenilirlik çalışmaları kapsamında canlılar üzerinde yapılan araştırma sonucunda elde edilen verilere göre toksik, mutajenik, kanserojenik, teratojenik etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Bu nedenle de güvenilir olarak nitelendirilmektedir (19, 24).

Olestra, kabul edilebilir tat ve dokuya sahip, ısıya dayanıklı bir yağ ikame maddesi olmasına rağmen, kullanımının güvenilirliği hala tartışılmaktadır. Kamu Yararı Bilim Merkezi (CSPI: Center for Science in The Public Interest) ve Amerikan Halk Sağlığı Kuruluşu (APHA: American Public Health Association), FDA'nın olestra kullanımı onayını durdurması gerektiğini savunmuşlardır. Olestra tüketimi ile ilgili tartışmalı konulardan bazıları şunlardır (11, 22):

- Dozla ilişkili bir şekilde dışkılama sıklığının artmasına ve dışkı kıvamının azalmasına,
- Tüketilen olestra miktarı ile orantılı olarak dışkı ağırlığının 200-250 g / 24 saatin üzerine çıkmasına,
- Fazla miktarda sıvı ve elektrolit kaybıyla birlikte ishale,
- Olestranın sertliğini sağlayan yağ asidi bileşiminin vücut sıcaklığında sıvı halinde olması durumunda rektumda nadiren sıvı kaybına,
- Yağda eriyen vitamin A, D, E ve K ile birlikte karotenoidlerin kaybına,
- Mide kramplarına neden olabilmektedir. Ancak olean cipsleri ve trigliserid cipslerinin tüketilmesinden sonra ishal ve bağırsak kramplarının sindirim sistemi kaynaklı görülenlerden farklı olmadığı bildirilmiştir (35).

Son olarak, Amerikan Tıp Derneği (AMA: American Medical Association) tarafından "FDA, onaylı ürünler ilave güvenlik güvencesi sağlamak için sürekli olarak izlenmektedir. AMA, Amerikalılar için sağlıklı ve toplam yağ oranı düşük beslenmede yağ ikamesi olarak olestra'yı hem güvenilirliği hem de halk sağlığına faydaları konusunda teşvik etmektedir (23, 31).

Amerikan Diyabet Derneği, egzersiz ve yağ yerine ikame olestra içerikli düşük kalorili diyetlerin sağlıklı ve dengeli bir beslenme planının çok önemli bir parçası olabileceğini belirtmektedir. Zaman içerisinde çok sayıda yapılan klinik testler ile olestranın güvenliği onaylanmıştır. Olestranın güvenilirliğini sağlayan araştırma programı genellikle düzenleyici onay için gereken testleri önemli ölçüde karşılamıştır. FDA tarafından yakın bir zamanda olestranın tüketimine yönelik olarak 5.000'den fazla erkek, kadın ve çocukta 40'tan fazla kontrollü klinik çalışması ile 20.000'den fazla kişide yapılan 55 duyusal veya tercih araştırmasından elde edilen verilere göre önemli sağlık sorunları olmadığı bildirilmiştir (36).

Çevre Üzerine Olan Etkileri: Olestranın çevresel dağılımı öncelikle evsel atık suların bir bileşeni olarak, diğer katı ve sıvı yağlara benzer şekilde gerçekleşmektedir (37, 38). Olestra absorbe edilmediğinden, alınan miktarın dışkıda bulunan miktara

eşit olması beklenmektedir. Olestra arıtımının geleneksel yöntemlerle uyumlu olduğu gösterilmiştir. Birincil ve ikincil atık su arıtımının yanı sıra septik tank sistemlerinde yüksek bertaraf verimliliği sergilemektedir (39).

Bağırsak mikroflorasının olestrayı oksijensiz ortamda ayrıştırıp ayrıştırmamasıyla ilgili pek çok çalışma rapor edilmiştir. Araştırma sonuçları, olestranın oksijensiz ortamda sindirim sisteminde ayrıştırılmadığını göstermiştir. Toprakta, arıtma çamurunda ve gübrede bulunan çeşitli oksijenli solunum yapabilen bakteriler ve mantarlar olestrayı tek karbon ve enerji kaynağı olarak kullanabilmektedir. Olestrayı ayrıştıran mantarlar arasında *Verticillium albo-atrum*, *Monocillium indicum*, *Cladosporium* ve *Trichoderma* türleri yer almaktadır. Deneyle, her yerde bulunan *Pseudomonas aeruginosa* bakterisinin 8 günlük inkubasyon sırasında olestrayı büyük ölçüde parçaladığını ortaya çıkardı; 69 günlük inkubasyon işleminden sonra sakkarozun tamamına yakını ve yağ asidinin $\frac{3}{4}$ ' ü CO₂'e dönüştürülmüştür (39, 40).

Sonuç

Son yıllarda dünya genelinde artan aşırı kalorili ve yağlı diyet tüketimi sonucunda ortaya çıkan obezite sorunu dikkate alındığında özellikle besinlerdeki yağın azaltılmasıyla düşük kalorili yağ ikamelerinin geliştirilmesine yönelik araştırmalara daha fazla odaklanılmıştır. Diyetteki yağın sahip olduğu tüm fiziksel ve duyuşal özellikleri gösteren yağ ikame maddelerinin geliştirilmesi gıda teknolojisi açısından temel zorluktur. Bugüne kadar yapılan birçok araştırma sonuçları; yağ ikame maddelerinden olestranın, geleneksel yağlarla benzer damak tadına sahip olduğu, ilaçlar ile birlikte alındığında bazılarının emilimlerini etkilemediği, ayrıca suda eriyen besin öğelerinin sindirilmesini de değiştirmedeğini göstermektedir. Olestra, sadece yağda eriyen vitamin A, D, E ve K'nın sindirim sisteminden emilimlerine engel olmaktadır. Bu problemin çözüme

kavuşması için besin içeriğindeki yağda eriyen vitaminlerin miktarının artırılması önerilmektedir.

Olestranın, insan sağlığı ve gıda güvenliği açısından etkilerini değerlendirmek için fare, hamster, tavşan, köpek ve domuzlar üzerinde deneysel çok sayıda klinik araştırma yapılmıştır. Araştırma verileri olestranın; toksik, kanserojenik, teratojenik ve mutajenik etkilerinin olmadığını göstermiştir. Ancak fazla tüketildiğinde bazı sindirim sistemi sorunlarına (mide krampı, ishal vb.) neden olmaktadır.

Olestra kullanımı ilk zamanlarda her ne kadar ABD, Kanada ve İngiltere tarafından uygun kabul edilse de yalnızca ABD'de ticari olarak kullanılabilir. Gıda endüstrisinde patates ve tortilla çipsi, tuzlu atıştırmalık krakerler gibi gıdaların üretiminde olestra kullanılmaktadır. Özellikle beslenme alışkanlıklarında meydana gelen değişiklikler sonucunda yüksek miktarda yağ içeren diyetlerin tüketilmesi sonucunda artış gösteren aşırı kilo alımı (obezite) ve bundan kaynaklanan sağlık problemlerin önlenmesinde olestra kullanımı alternatif bir yöntem olarak dikkat çekicidir.

Ülkemizde gıda endüstrisinde hacim artırıcı, kıvam artırıcı veya koyulaştırıcı maddeler gibi yağ yerine kullanılan gıda katkı maddelerinin Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'ne göre kullanılmasına izin verilmektedir. Bu amaçla; sodyum laktat, izomalt, polidekstroz, gumlar, yağ asitlerinin gliserol esterleri ve mikrokristal selülozun kullanılması resmi olarak onay almıştır. Ancak yağ ikame maddesi olestranın ticari amaçlı kullanımı ile ilgili olarak hali hazırda yasal bir düzenleme mevcut değildir.

Sonuç olarak da; olestra ile ilgili araştırmalar halen güncelliğini korumaktadır. Dolayısıyla çalışma sonuçlarından elde edilecek olumlu veriler hem ülkemiz hem de diğer ülkelerde olestranın gıda endüstrisinde kullanımının yaygınlaşmasına katkı sağlayacaktır. Bu durum özellikle halk sağlığı üzerinde olumlu etkilerin ortaya çıkmasına yardımcı olacaktır.

Kaynaklar

1. Zhu Y, Bo Y, Liu Y. Dietary total fat, fatty acids intake, and risk of cardiovascular disease: A dose-response meta-analysis of cohort studies. *Lipids Health Dis* 2019; 18: 1-14.
2. Damjanovi M, Barton M. Fat Intake and Cardiovascular Response. *Curr Hypertens Rep* 2008; 10: 25-31.
3. Ohmes RL, Marshall RT, Heymann H. Sensory and physical properties of ice creams containing milk fat or fat replacers. *J Dairy Sci* 1998; 81: 1222-1228.
4. Berry SE, Bruce JH, Steenson S, et al. Interestified fats: What are they and why are they used? A briefing report from the roundtable on interestified fats in foods. *Nutr Bull* 2019; 44: 1-18.
5. Mahungu SM, Hansen SL, Artz WE. Fat substitutes and replacers. In: Branen AL, Davidson RM, Salminen S, Thorngate III JH (Editors). *Food Additives*. 2nd Edition, New York: Marcel Dekker, 2002: 326-367.
6. Chavan RS, Khedkar CD, Bhatt S. Fat replacer. In: Caballero B, Finglas P, Toldrá F. (Editors). *The*

Encyclopedia of Food and Health. Oxford: Academic Press, 2016: 589-595.

7. Akoh CC. Lipid-Based synthetic fat substitutes. In: Akoh CC, Min BG. (Editors). *Food Lipids Chemistry, Nutrition, and Biotechnology*. 2nd Edition, New York: Marcel Dekker, 2002: 714-746.
8. Drake MA, Swanson BG. Reduced and low-fat cheese technology. *Trends Food Sci Technol* 1995; 6: 366-369.
9. Peters JC, Lawson KD, Middleton SJ, Triebwasser KC. Assessment of the nutritional effects of olestra, a nonabsorbed fat replacement: Summary. *J Nutr* 1997; 127: 1719-1728.
10. Chicago Tribune News. Procter & Gamble. Olestra as a calorie free substitute for fats and oils. Petition submitted to the FDA, 8 Mayıs 1987.
11. Yankah, VV, Akoh C. Zero energy fat-like substances: Olestra. In: Gunstone FD (Editor). *Structured and Modified Lipids*. New York: Marcel Dekker, 2001: 512-516.

12. Allgood GS, McAvoy DC, Woltering DM. Environmental assessment of a new food ingredient, the fat replacer olestra. *Toxicol Environ Chem* 1997; 16: 586-600.
13. Daher GC, Cooper DA, Peters JC. Physical or temporal separation of olestra and vitamins A, E and D intake decreases the effect of olestra on the status of the vitamins in the pig. *J Nutr* 1997; 127: 1566-1572.
14. Hunt R, Zorich NL, Thomson ABR. Overview of olestra: A new fat substitute. *Can J Gastroenterol* 1998; 12: 193-197.
15. Miller KW, Lawson KD, Tallamadge DH, et al. Disposition of ingested olestra in the Fischer 344 Rat. *Fundam Appl Toxicol* 1995; 24: 229-237.
16. Lawson KD, Middleton SJ, Hassall CD. Olestra, a nonabsorbed, noncaloric replacement for dietary fat: a review. *Drug Metab Rev* 1997; 29: 651-703.
17. Nuck BA, Schlagheck TG, Federle TW. Inability of the human fecal microflora to metabolize the nonabsorbable fat substitute, olestra. *J Ind Microbiol* 1994; 13: 328-334.
18. Wood FE, DeMark BR, Hollenbach EJ, Sargent MC, Triebwas KC. Analysis of liver tissue for olestra following long-term feeding to rats and monkeys. *Food Chem Toxicol* 1991; 29: 231-236.
19. Wood FE, Tierney WJ, Knezevich AL, et al. Chronic toxicity and carcinogenicity studies of olestra in Fischer 344 rats. *Food Chem Toxicol* 1991; 29: 223-230.
20. Freston JW, Ahnen DJ, Czinn SJ, et al. Review and analysis of the effects of olestra, a dietary fat substitute, on gastrointestinal function and symptoms. *Regul Toxicol Pharmacol* 1997; 26: 210-218.
21. Jandacek JR. Review of the effects of dilution of dietary energy with olestra on energy intake. *Physiol Behav* 2012; 105: 1124-1131.
22. Bimal C, Guonong Z. Olestra: A solution to food fat? *Food Rev Int* 2006; 22: 245-258.
23. Zorich NL, Jones MB, Kesler JM, et al. A randomized, double-blind study of the effect of olestra on disease activity in patients with quiescent inflammatory bowel disease. Olestra in IBD Study Group. *Am J Med* 1997; 103: 389-399.
24. Prince DM, Welschenbach MA. Olestra: A new food additive. *J Am Diet Assoc* 1998; 98: 565-569.
25. Cooper DA, Berry DA, Spendel VA, et al. Olestra dose response on fat-soluble and water-soluble nutrients in the pig. *J Nutr* 1997; 127: 1573-1588.
26. Bergholz CM, Jandacek RJ, Thomson ABR. Review of laboratory and clinical studies of olestra, a nonabsorbable lipid. *Can J Gastroenterol* 1991; 5: 137-146.
27. Eldridge AL, Cooper DA, Peters JC. A role for olestra in body weight management. *Obesity Rev* 2002; 3: 17-25.
28. National Health Promotion and Disease Prevention Objectives, Healthy People 2000. DHHS Publication No. (PHS) 91-50213. Washington DC: Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services, 1991; 1-692.
29. Food and Drug Administration (FDA), Department of Health and Human Services. Food Additives Permitted for Direct Addition to Food for Human Consumption; Olestra (21 CFR Part 172.867). *Federal Register* 1996; 61: 3118-3173.
30. Crites SG, Drake MA, Swanson BG. Microstructure of low-fat Cheddar cheese containing varying concentration of sucrose polyesters. *Lebensm Wiss Technol* 1997; 30: 762-766.
31. American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: Fat replacers. New York: American Dietetic Association, 2005; 105: 266-275.
32. Food and Drug Administration (FDA), Department of Health and Human Services. Panel affirms olestra as safe. *INFORM* 1998; 9: 894.
33. Food and Drug Administration (FDA), Department of Health and Human Services. Food Additives Permitted for Direct Addition to Food for Human Consumption; Olestra (21 CFR Part 172.867 Revised). 2020; 3: 113-114.
34. Hill JO. Understanding and addressing the epidemic of obesity: an energy balance perspective. *Endocrine* 2006; 27: 750-761.
35. Zorich NL, Biedermann D, Riccardi, KA, Bishop LJ, Filloon TG. Randomized, double-blind, placebo-controlled, consumer re-challenge test of olestra test of olestra salted snacks. *Regul Toxicol Pharmacol* 1997; 26: 200-209.
36. Elangkovan DR, Ganapathy D. A comprehensive review on the effects of olestra. *JCR* 2020; 7 (12): 3407-3412.
37. Abrams I.J. Mail diary method for collecting food purchasing and food usage information from consumer panels. In: Margaret RS, Myrtle LB, Kenneth RF (Editors). *Assessing Changing Food Consumption Patterns*. Washington DC: National Academy Press, 1981; 119-134.
38. Kristal AR, Patterson RE, Neuhaus ML, Thornquist M. Olestra postmarketing surveillance study: Design and baseline results from the sentinel site. *J Am Diet Assoc* 1998; 98: 1290-1296.
39. Lee DM, Ventullo RM. Degradation of olestra, a non-caloric fat replacer, by microorganisms isolated from activated sludge and other environments. *Biodegradation* 1996; 7: 257-265.
40. Vatansseven H. Yağ İkame Maddesi Olarak Kullanılan Olestranın Fizikokimyasal Özellikleri ile İnsan Sağlığı ve Çevre Üzerine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ: Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2015.