

Yüksek Fruktozlu Mısır Şurubunun Karaciğer Yağlanması ve Obezite Gelişimi ile İlişkisi

High Fructose Corn Syrup Association with Progression of Fatty Liver Disease and Obesity

Aylin SEYLAM KÜŞÜMLER^{1 A,B,D,F,G}, Başak KARATAŞ^{1 A,B,C,E,F},

Ayça ÇELEBİ^{1 A,B,C,E,F}

¹Istanbul Okan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, Türkiye

ÖZ

Yüksek fruktozlu mısır şurubu (YFMS) besin endüstrisinde tatlandırıcı olarak kullanılan, şeker ile karşılaştırıldığında daha az maliyetle kaliteli ürünlerin üretiminde fayda sağlayan FDA (Food and Drug Administration; Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi) tarafından doğal olarak sınıflandırılan gıda katkı maddesidir. Yüksek fruktozlu mısır şurubu mısır nişastasının, kimyasal ve enzimatik hidroliz tekniklerinin kullanımı sonucunda sıvılaştırma, parçalama ve izomerizasyon süreçlerinden geçmesiyle üretilmektedir. Genellikle meşrubatlarda, hazır atıştırmalıklarda kullanımı yaygındır. Ürüne istenilen tat, doku ve uzun süreli raf ömrünü kazandırmada rol oynar. Teknolojinin gelişmesiyle 1970- 80'li yıllarda üretimi artmış ve obezite, şeker hastalığı, kardiyovasküler rahatsızlıklar gibi metabolik hastalıkların gelişimiyle ilişkilendirilmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda fazla miktarda YFMS içeren ürünlerin tüketimiyle hastalıkların gelişimi arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu görülmüştür. Bu derlemede YFMS tüketimi ile non alkolik karaciğer hastalıkları ve obezite ilişkisi değerlendirilmiştir. Yüksek fruktozlu ürünlerin diyetle kullanımıyla yağ metabolizmasını olumsuz yönde etkilemesi ve inflamatuvar sitokin, kolesterol seviyelerinde meydana getirdiği anlamlı artışla karaciğer yağlanması; vücut kütle indeksinde, bel çevresi ölçümünde oluşturduğu artışla da abdominal obezite oluşumunu tetiklediği araştırmalarla kanıtlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yüksek fruktozlu mısır şurubu, Karaciğer yağlanması, Obezite.

ABSTRACT

High fructose corn syrup (HFCS) is a food additive which classified as natural, used in food industry instead of sugar, can provide low cost and high quality. Generally, it is produced with condensation, isomerization and disintegration processes with use of corn starch, chemical and enzymatic hydrolysis techniques. It plays a role to provide the desirable taste, texture and long term shelf life to product. With developed technology, by 1970s and 1980s, production of HFCS increase and it is associated with progression of metabolic diseases such as obesity, diabetes, cardiovascular diseases. Researches show that ingestion of HFCS in excessive amounts is related with metabolic diseases positively. In this review, relationship between consumption of HFCS and nonalcoholic fatty liver diseases and obesity was evaluated. Use of products include HFCS in diet can progress fatty liver in terms of increase of inflamatuvar cytocins, cholesterol and effect on lipid metabolism negatively. Also it is proved to stimulate abdominal obesity with providing increasing waist circumference and body mass index (BMI).

Key Words: High fructose corn syrup, Fatty liver diseases, Obesity.

Sorumlu Yazar: Aylin SEYLAM KÜŞÜMLER

Istanbul Okan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, Türkiye
aylin.kusumler@okan.edu.tr

Geliş Tarihi: 21.04.2020 – Kabul Tarihi: 07.10.2020

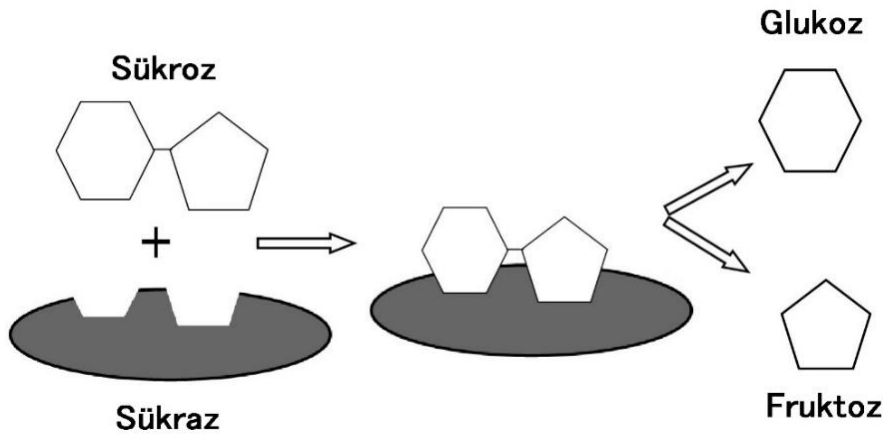
Yazar Katkıları: A) Fikir/Kavram, B) Tasarım, C) Veri Toplama ve/veya İşleme, D) Analiz ve/veya Yorum, E) Literatür Taraması, F) Makale Yazımı, G) Eleştirel İnceleme

1.GİRİŞ

Yüksek fruktozlu mısır şurubu (YFMŞ), sukroza (sofra şekeri) sıvı bir tatlandırıcı alternatif olarak birçok besin ve içecekte kullanılmaktadır. İlk girişimsel çalışmalar 1950 - 1960 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. İlk ticari YFMŞ 1960 yılının sonlarına doğru besin endüstrisinde kullanılmaya başlanmıştır (1). Yüksek fruktozlu mısır şurubu içeren içecekler ve besinler uzun süredir besin endüstrisinde kullanılmaktadır. Tüketiciler tarafından YFMŞ içeren besin ve içeceklerin tercih edilmesi ve olumlu geri dönüşler alınmasıyla üretiminde önemli bir noktaya gelmiştir (2). Ancak 1980 yılından sonra tüketen bireylerde metabolik anormallikler gözlenmeye başlanmıştır (3). Artan YFMŞ tüketiminin bireylerde obezite insidansında ve obeziteyle doğru orantılı olarak karaciğer yağlanmasında artışa neden olduğu gözlenmiştir. Bu derlemede ele alınan iki temel konu olan obezite ve karaciğer yağlanmasında besin sektöründe sıklıkla kullanılmakta olan YFMŞ'nin rolü geniş bir spektrumda incelenmiştir.

Yüksek Fruktozlu Mısır Şurubu Tanımı

Yüksek fruktozlu mısır şurubu, Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (Food and Drug Administration, FDA) tarafından yapılan tanıma göre; hammaddesini mısırdan alan, tatlı ve sakkarit benzeri besin değeri olan, ortalama %42-55 arası fruktoz içeren bir gıda katkı maddesidir. Yüksek dekstroza eşdeğer mısır nişastası hidrolizatından çözünmeyen bir glukoz izomeraz enzim preparatı kullanılarak glukozun (dekstroz) fruktoza kısmi enzimatik dönüşümü ile berrak bir sulu çözelti elde edilmesi sonucu hazırlanır. İki farklı formülasyonla -%42 ve %55 fruktoz içeren YFMŞ - üretimi yapılır. Yüksek fruktozlu mısır şurubu, FDA tarafınca sentetik veya yapay olmayan bileşimiyle, tatlandırıcılar arasında "güvenilir " olarak sınıflandırılmıştır. Genel olarak yapılan çalışmalar sonucunda da güvenilir bulunmuştur (4).



Şekil 1. Sukrozun fruktoz ve glukozla ayrılması (NuFS, 2010)

Yüksek Fruktozlu Mısır Şurubunun Elde Edilme Yolları

Yüksek fruktozlu mısır şurubu, mısır nişastasının kimyasal ve enzimatik hidroliz tekniklerinin kullanımı sonucunda sıvılaştırma, parçalama ve izomerizasyon süreçlerinden geçmesiyle üretilmektedir. Mısır taneleri işlem süresince birkaç farklı işlemde geçer. İlk

işlemede yumuşatmak için başlayan süreçte sert mısır çekirdeği ıslatılır. Ardından öğütme ve fiziksel olarak ayırma aşamasına geçilir ve mısır nişastası (endosperminden), mısır gövdesi (kepekten), protein ve yağ (ruşeymden) ayrıştırılır. Glukoz moleküllerinden oluşan mısır nişastası iki farklı yapıya sahiptir; amiloz ve amilopektin. Uygulanan ısıyla kostik soda veya hidroklorik asidin ve üç farklı enzimin aktivitesiyle basit şekerlere yani glukoz ve fruktoza ayrılır. *Bacillus* adlı bakteri türünden elde edilen α -amilaz, endüstriyel bir enzim olarak mısır nişastasını kısa zincirli dekstrinlere ve oligosakkaritlere ayırır. İkinci bir enzim, glukoamilaz diğer adıyla amiloglukosidaz bir mantar türü olan *Aspergillus*'tan elde edilir ve dekstrin ve oligosakkaritleri basit şekere parçalar. Oluşan ürün bu iki enzimin sonucunda glukoz şurubu olarak da bilinen mısır şurubudur (5). Mısır nişastasından mısır şurubu üretiminde kullanılan diğer iki enzime kıyasla pahalı olan üçüncü enzim glukozu fruktoza dönüştüren glukoz izomerazdır.

Yüksek Fruktozlu Mısır Şurubunun Besin Endüstrisinde Kullanım Alanları

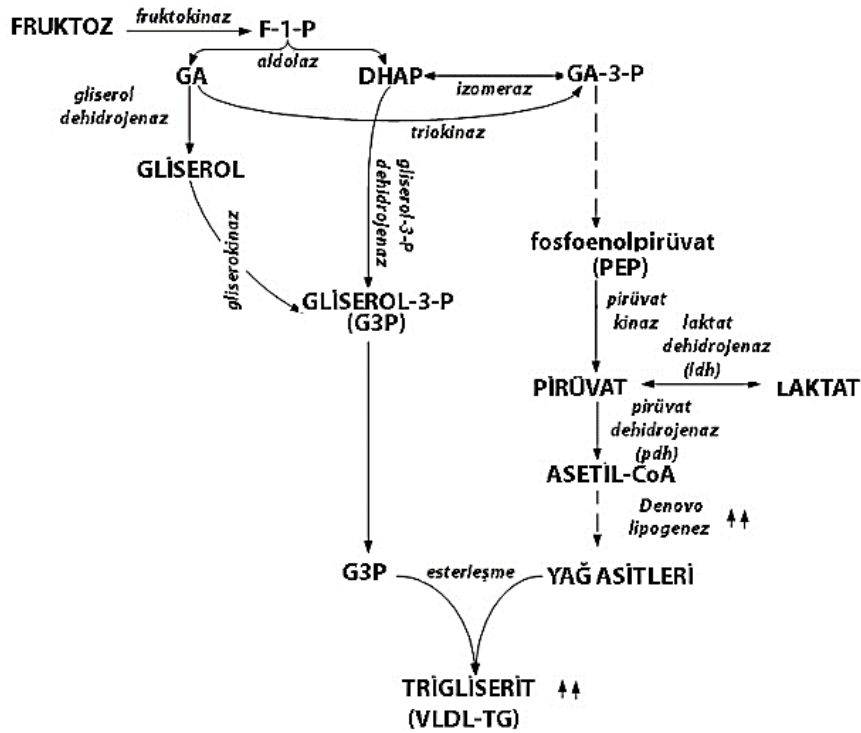
Besin endüstrisinde YFMSŞ 42 (%42 fruktoz içeren) işlenmiş besinler, kahvaltılık gevrekler, unlu mamüller ve bazı içeceklerde; YFMSŞ 55 (%55 fruktoz içeren) ise kola, gazoz, soda gibi asitli içeceklerde yaygın olarak kullanılır. Yüksek fruktozlu mısır şurubu besin ve içeceklerde, tat, doku ve tazelik sağlamasıyla milyonlarca kişi tarafından tüketilmektedir. Özellikle ürüne özgü tadı yakalamak amacıyla meyve, narenciye ve çeşitli baharatların aromasında; içecek, kurabiye, pasta dolguları ve pudinglerde kullanılmaktadır. Yapısal olarak kurabiyelerde, atıştırmalıklarda ve unlu mamüllerde yumuşaklık ve nemli yapıyı sağlayıp piştikten sonra nemli kalmasını ve kristalizasyonu önlemektedir. Aynı zamanda YFMSŞ bir indirgen şeker olduğu için özellikle kurabiyelere, ekmeklere, keklere, kahvaltılık gevreklerle kahverengimsi bir renk verir. Bunlara ek olarak taze ürünlerde su aktivitesini düşürerek mikrobiyal bozulmayı önler. Böylece besinlerin raf ömrünü uzatır. Dondurulmuş besinlerde bozulmanın önüne geçer ve konservelerde ürünün iç yapısını korur. Stabilizör olarak da kullanılan YFMSŞ, meşrubatlarda ürünü saklama sıcaklıklarına bağlı bozulmalardan uzun süreli olarak korur. Yüksek fruktozlu mısır şurubu aynı zamanda düşük donma noktasına sahiptir. Böylece donmuş meşrubatlar uzun süre buzlukta kalsa bile tüketileceği zaman ufak bir su ekleme ya da sıcak suyun içerisinde 10-15 dakikalık çözündürme yöntemiyle yapı, tat ve dokusu hiç bozulmamış bir şekilde tüketilebilir (6).

Yüksek Fruktozlu Mısır Şurubunun Karaciğer Yağlanması Üzerine Etkisi

Fruktoz Metabolizması

Fruktozun metabolizması vücudumuzda glukozun kullandığı metabolik yollardan daha farklı ilerlemektedir. Monosakkaritler, ince bağırsağın mukozal hücre zarlarından kolaylıkla difüze edilir. Disakkaritlerin emilmeden önce monosakkaritlere yani sukroz ve fruktoza ayrılmaları gerekmektedir (6). Fruktoz besinlerde monosakkarit veya disakkarit formunda bulunur. Fruktoz sindirime uğramadan direkt emilirken sukroz ise ince bağırsakta sukraz enzimi tarafından fruktoz ve glukozu ayrıldıktan sonra emilerek karaciğere gönderilir. Birçok araştırmacı tarafından, mukoza dokusunda gerçekleşen fruktoz emiliminin GLUT-5 taşıma proteinlerinin yardımıyla kolaylaştırılmış difüzyon ile olduğu kabul edilmektedir. Ancak tam

olarak kesin kanıtlar mevcut değildir. Fruktoz derişiminin bağırsak lümeninde yüksek olması sebebiyle düşük derişime sahip olan eritrositlere kayganlık özelliğini gösterir. Fruktoz eritrositlerden dışarıya GLUT-2 veya GLUT-5 proteinleriyle bazoletaral çeperlerden geçer. Diyetle alınan fruktoz, spesifik fruktoz taşıyıcısı olan GLUT-5 ile bağırsak hücresine alınır. Bağırsak hücresine alınan fruktoz daha sonra GLUT-2 taşıyıcıları ile kana verilir. Enterosit içerisindeki fruktozun bir bölümü laktata, bir kısmı ise trioz fosfatlar ile glukozu çevrilmiştir. Kana geçen fruktoz yoğun bir şekilde karaciğerde depolanmaktadır. Fruktozun hepatik metabolizması glukoz metabolizmasından oldukça farklı bir şekilde işlemektedir. Fruktoz karaciğerde fruktokinaz enzimi ile metabolize olur. Fruktozun trioz fosfata dönüşümü hızlı işleyen bir süreçtir.



Şekil 2. Fruktozun karaciğerde trigliserite dönüşümü. (NuFS, 2010)

Fruktoz; glikolizin temel düzenleyici basamağını atlayarak direkt glikolitik yolağa girer. Fruktozdan üretilen trioz fosfatın bir kısmı pirüvata dönüşmektedir. Diğer bir kısmı ise laktata dönüşerek dolaşıma katılır. Trioz fosfatın büyük bir kısmı glukoneogenez ile glukoz ve glikojene dönüşmektedir. Arta kalan karbon yapı yağ asitlerine dönüşür. Fruktozun yağ asidi esterifikasyonunun çok düşük yoğunluklu lipoprotein (VLDL) kolesterol- trigliserit sentezini destekleyerek karaciğerde lipit oksidasyonunu engellediği düşünülmektedir (7). Böylece fruktoz hızlı ve kontrolsüz bir şekilde glukoz, laktat, glikojen, pirüvat oluşumuna neden olmaktadır. Bu yolağın düzenlenmesindeki yetersizlik karaciğerde VLDL kolesterol artışı desteklemektedir ve bunun sonucunda karaciğerde metabolizma anormallikleri oluşmaktadır (8).

Non –Alkolik Karaciğer Yağlanması ve YFMS İlişkisi

Non Alkolik Yağlı Karaciğer Hastalığı (NAYKH), en yaygın karaciğer hastalıklarının arasındadır. Obezitenin dünya epidemisiyle doğru orantılı olarak artış göstermektedir. Basit yağlanmadan steato-hepatite, fibroz ve siroza ilerleyebilir. İnsülin direnci, oksidatif stres ve genetik yatkınlık ilişkisi bulunduran kompleks mekanizmaların NAYKH'nı başlattığını göstermektedir (9, 10). Diğer bir açıdan, fruktoz tüketimi kaynaklı karaciğer yağlanmasının, artmış reaktif oksijen türleri ve karaciğerde antioksidan sistemde anormallik ile ilgili olabileceği belirtilmiştir. Fareler üzerinde yapılan çalışmalarda fruktoz içeriği yüksek yağlı bir diyet ile beslenme sonunda yüksek kan basıncı, yüksek trigliserit seviyeleri ve çok ciddi düzeyde yağlı karaciğer oluşumu gözlenmiştir (11, 12). Fruktozun, yüksek yağ içeren diyetler gibi mitokondriyal oksidatif stresi tetiklemesinin buna neden olduğu düşünülmektedir. Çocuk obezitesiyle ilişkisini çözümlmek için, Ibarra ve ark. tarafından 2017 yılında yapılan çalışmada, 6 -11 yaş arası 54 obez çocuğun günlük 70 g üzeri fruktoz alımı, 20 g altında sınırlandırılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen verilerde çocuklarda trigliserit seviyelerinde azalış, HDL kolesterol seviyesinde anlamlı düzeyde artış gözlenirken; beden kütle indeksi (BKİ), leptin, lipit ve bel çevresinin artışında anlamlı bir değişim kaydedilmemiştir (12). Non alkolik yağlı karaciğer hastalığı üzerine 2018 yılında yapılan bir çalışmada, hastalığı olan ve olmayan fazla kilolu çocuklarda bağırsak geçirgenliği ile beslenme tarzı arasındaki ilişki saptanmaya çalışılmıştır. Araştırma sonucunda, NAYKH görülen çocuklarda interlökin-6 (IL-6) gibi pro-inflamatuvar ajanlar ve tümör nekroz faktörü (TNF- α) anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur. Aynı zamanda aşırı fruktoz alımının bağırsak geçirgenliğini arttırdığı yönünde bulgulara rastlanmıştır. Erken dönem NAYKH olan fazla kilolu çocuklarda sağlıklı beslenme alışkanlıkları kazandırma; şekerli, gazlı ya da hazır meyve sularının tüketimini azaltma yöntemleri hastalığı iyileştirmede etkili olmuştur (13). Non-alkolik yağlı karaciğer hastalığı tedavisinde ilaç kullanımı ile sağlıklı beslenmenin birlikte uygulanması büyük önem taşımaktadır. Özellikle doymuş yağ ve basit karbonhidrat tüketiminin aşırı olduğu beslenme sonucunda; NAYKH'nın risk faktörleri arasında bulunan obezite, insülin direnci ve metabolik sendroma neden olabileceği görülmektedir. Batı tarzı diyetlerin artmasıyla hayatımıza besin endüstrisinin de dayattığı işlenmiş besin, YFMS içeren içeceklerin de girmesi, yüksek yağ içeren paketli besinlerle birlikte çoğu kronik hastalığın artması genel sorundur (14). Bu durumda beslenme tarzının önemli bir faktör olduğu yapılan çoğu çalışmayla da ispatlanmıştır. Mock ve ark. tarafından 2017 yılında yapılan kontrollü deneysel hayvan modeli çalışmasında, dört gruba ayırdıkları sıçanlara 8 hafta boyunca su, YFMS-55, fruktoz ve sukroz içeren içecek vererek sonuçları değerlendirmişlerdir. Sonuçlar doğrultusunda YFMS-55 verilen grupta karaciğerdeki yağ infiltrasyonunun diğer gruba göre yüksek olduğunu göstermişlerdir (15). Yapılan bir diğer çalışmada ise yüksek kalorili ve yüksek fruktoz şuruplu içeceklerin hem iştah hem de yağ metabolizması üzerindeki olumsuz etkileri gösterilmiş olup obezite ve karaciğere etkisinin uzun süreli yapılan kontrollü çalışmalarda zararlı olduğu gösterilmiştir (16). Fruktoz tüketimi ve yağlı karaciğer hastalığı ilişkisinin araştırıldığı, 2019 yılında Meksika'da yürütülen çalışmada, kişilerin trigliserit, GGT, beden kütle indeksi ve bel çevresi ölçümüne göre Yağlı Karaciğer İndeksi (FLI) belirlenmiş ve yağlı karaciğer hastalığının saptanması için skor 30 ve üzeri olarak hesaplanmıştır. Çalışmanın sonucuna göre <30 skora sahip kişilerin daha az kalori ve karbonhidrat; daha çok protein ve yağ tükettiği görülmüştür. Ayrıca Yağlı Karaciğer

İndeksine göre pozitif sonuç veren bireylerin daha fazla şekerli meşrubatlar tükettiği de çıkan sonuçlar arasındadır. Genel olarak glukozu göre fruktoz ve sukrozun hepatik insülin duyarlılığı ve lipid metabolizmasını değiştirdiği gözlemlenmiştir (17).

Yüksek Fruktozlu Mısır Şurubunun Obezite Üzerine İlişkisi

Obezite, adipoz dokularda aşırı miktarda yağ birimi sonucu oluşan ve diabetes mellitus, kardiyovasküler hastalıklar gibi birçok metabolik hastalık için risk faktörü sayılan bir sağlık problemidir. Yapılan çoğu araştırma hazır besin tüketiminin ve dolayısıyla yüksek fruktoz alımının obezite prevalansındaki artış ile ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır (15).

Joanna S. ve Magda R. (2009)'nin yaptıkları çalışmada, YFMŞ tüketiminin plazma leptin ve insülin seviyelerine, vücut ağırlık kazanımına ve yağ oranının artışına etkileri ratlar üzerinde üç farklı tipte diyet uygulanarak gözlemlenmiştir. Birinci grup ratlara tam tahıllı, ikinci grup ratlara %10 sukroz, üçüncü grup ratlara ise %10 YFMŞ içerikli diyetler uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda; açlık glukoz ve insülin seviyeleri arasında anlamlı bir farkın görülmediği, yüksek fruktozlu mısır şurubu ve sukroz içeren diyetlerle beslenen ratlarda tüm gruplardaki benzer enerji alımına rağmen vücut ağırlığı artışı ve adipoz dokuda yağ akümüasyonu saptanmıştır (18). Toop, ve ark. (2017) tarafından ratlar üzerinde yürütülen bir çalışmada, maternal dönemde YFMŞ ve sukroza olan maruziyet sonucunda, prenatal dönemde 3-12 haftalık süre zarfında yeni doğan ratlarda meydana gelen durumlar incelenmiştir. Üç haftalık ratlarda laktasyon döneminde hem YFMŞ hem de sukroz alımı sonucu adipoz dokuda yağ birikimi gözlemlenmiştir. Prenatal dönemde tüketilen mısır şurubu ve sukrozun serbest yağ asidi konsantrasyonunda oluşturduğu artış, doğumdan sonra on ikinci haftaya kadar sürmüştür (19). Diğer taraftan insanlar üzerinde yapılan randomize kontrollü klinik çalışmalarda aşırı dozlarda alınan YFMŞ'nin başta diyabet ve obezite olmak üzere çoğu metabolik sendrom hastalığına yol açtığı gözlenmiştir (20). Fruktoz alımının karaciğerdeki yanıtı glukozu göre çok daha farklıdır. Fazla fruktoz alımına bağlı olarak leptin üretimi artar ve bunun sonucunda enerji alımının artmasına bağlı olarak ağırlık artışı meydana gelir (21). Yüksek fruktozlu mısır şurubu ilaveli içecekler ya da yiyeceklerin aşırı ve sürekli olarak tüketimi sonucunda meydana gelen vücut ağırlığı artışı yerini artık dünyaca yaygın epidemik bir sorun olan obeziteye bırakmıştır (22). Ayrıca, yapılan çalışmalarda çocukluk döneminde tüketilen yüksek şeker içerikli içeceklerin ağırlık kazanımıyla pozitif yönde ilişkili olduğu gösterilmiştir (23, 24). Okul öncesi dönemdeki çocuklarda YFMŞ katkılı meşrubat tüketimiyle ileriki yaşlarda (8-14 yaş) obezite görülme riski değerlendirilmiş, araştırmanın sonucuna göre okul öncesi dönemdeki çocukların (1- 5 yaş) şekerli meşrubatlar tüketmesi sonucu genel ve bel bölgesindeki yağ artışı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Erken yaşta (≤ 12 aylık) şekerli meşrubatların tüketilmeye başlanması ve bunun oluşturduğu kümülatif etkiyle obezite riski artsa da istatistiksel açıdan anlamlı bir sonuç bulunmamıştır (25). Birçok prospektif çalışmanın çıkarımlarına göre 6 yaşından küçük çocuklarda, şekerli içeceklerin tüketimiyle; sonraki çocukluk döneminde vücut kütle indeksinde ve bel çevresinde artış görülmüştür (26). Ayrıca 2006 yılında Le ve ark. tarafından yapılan ve çalışma sonuçları manyetik rezonans spektroskopi ile ölçülen çalışmada; sağlıklı insanlara 4 hafta boyunca günlük 1.5 gr/kg fruktoz içeren bir diyet uygulanmış ve sonuçta vücut ağırlığında, kas ve karaciğer lipid içeriğinde, değişiklik olmadığını, yalnızca plazma trigliserit (TG) ve glukoz seviyelerinin arttığını göstermişlerdir

(27). Diğer bir açıdan bakıldığında Melanson ve ark. tarafından 2007 yılından yapılan randomize kontrollü bir çalışmada 30 kadın üzerinde; diyetinin %30'unu karşılayacak şekilde sukroz, bir grup kadına YFMSŞ vermişler ve iki grubun metabolik yanıtları arasında fark olmadığını ileri sürmüşlerdir (28). Lin ve ark. 2016 yılında 12-16 yaş aralığındaki 1454 adölesan birey ile yaptıkları çalışmada, yüksek fruktozlu mısır şurubu ve yüksek miktarda fruktoz tüketiminin obezite, koroner arter hastalığı, plazma TG yüksekliği, insülin direnci gibi olumsuz sağlık sonuçlarına neden olabileceği konusuna işaret etmişlerdir (29).

2. SONUÇ

Yüksek fruktozlu mısır şurubu, başta obezite ve diyabet olmak üzere ardından gelen birçok kronik hastalığa sebebiyet vermektedir. Yapılan çalışmalar doğrultusunda elde edilen bilgiler besin endüstrisinde sıklıkla kullanılan özellikle de içeceklerde bulunan YFMSŞ'lerin insan ve hayvanlar üzerinde olumsuz sonuçları gözlenmiş olup, kesin olarak toksik etkisinin gözlemlendiği doz bulunamamıştır. Türkiye Beslenme Rehberi (TÜBER)'ne göre ilave şeker tüketiminin günlük enerjinin %10'undan fazlasını geçmemesi ve %5'in altında olması önerilmektedir (30). Günümüzde kronik hastalıkların gelişiminde bireylerin fiziksel hareketliliğinin azalması, batı tarzı beslenmenin etkisi ve bunun beraberinde ortaya çıkan YFMSŞ tüketiminin artması önemli etkenlerdir. Yüksek fruktozlu mısır şurubu tüketiminin azaltılması için yapılması gerekenler arasında; tüketiciye etiket okuma alışkanlığını kazandırmak, hem aileleri hem de kamuoyunu bilgilendirerek sağlıklı beslenmede bilinçli tüketici olmayı öne çıkartmak yer alır. Bilinçli bir tüketici olmak bireyin sağlığını doğrudan etkilemesinin yanında halk sağlığı açısından da önemli fayda sağlar.

Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur.

KAYNAKLAR

1. Parker, K., Salas, M., & Nwosu, V. C. (2010). High fructose corn syrup: production, uses and public health concerns. *Biotechnology and Molecular Biology Reviews*, 5(5), 71-78.
2. White, J. (2008). Straight talk about high-fructose corn syrup: what it is and what it ain't, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 88(6) p. 1716–1721. doi:10.3945/ajcn.2008.25825B.
3. Stanhope, K. L., Medici, V., Bremer, A. A., Lee, V., Lam, H. D., Nunez, M. V., Chen, G. X., Keim, N. L., & Havel, P. J. (2015). A dose-response study of consuming high-fructose corn syrup-sweetened beverages on lipid/lipoprotein risk factors for cardiovascular disease in young adults. *The American journal of clinical nutrition*, 101(6), 1144–1154. doi: 10.3945/ajcn.114.100461
4. FDA: U.S. Food and Drugs Administration. (2019). High-fructose corn-syrup. Retrieved from: <https://www.fda.gov/>.
5. Parker, K., Salas, M., Nwosu, V. C. (2010). High fructose corn syrup: Production, uses and public health concerns. *Biotechnology and Molecular Biology Review*. 5(5): 71 – 78.

6. Duffey, K. J., & Popkin, B. M. (2008). High-fructose corn syrup: is this what's for dinner?. *The American journal of clinical nutrition*, 88(6), 1722S–1732S. doi.org/10.3945/ajcn.2008.25825C.
7. Atış, F. (2012). *Yüksek fruktozlu mısır şurubu ve sukroz tüketiminin Wistar Albino cinsi sıçanlarda obezite üzerine etkisi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi) Süleyman Demirel Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tıbbi Biokimya Anabilim Dalı, Isparta.
8. Halk Sağlığı Genel Müd. Fruktoz ve nişasta bazlı şeker tüketiminin sağlık açısından etkileri: son verilerin derlemesi, <https://www.foodelphi.com/fruktoz-ve-nisasta-bazli-seker-tuketiminin-saglik-acisindan-etkileri-son-verilerin-derlemesi-halk-sagligi-genel-mud/>. adresinden edinilmiştir.
9. Acay, A. (2015). Non Alkolik Yağlı Karaciğer Hastalığında Güncel Medikal Tedavi, *Kocatepe Tıp Dergisi (Kocatepe Medical Journal)* 16: 67-76.
10. Francini, F., Massa, M. L. & Gagliardino, J. J. (2017). Fructose and Nonalcoholic Fatty Liver Disease. (Ed.), Victor R Preedy. *Dietary Sugars: Chemistry, Analysis, Function and Effects* (Chapter 43, p. 751 - 769). London. doi:1039/9781849734929-00751.
11. Ackerman, Z., Oron-Herman, M., Grozovski, M., Rosenthal, T., Pappo, O., Link, G., (2005). Hepatic effects of blood pressure and plasma triglyceride reduction. *Hypertension*. 45:1012–1018. doi: 10.1161/01.HYP.0000164570.20420.67
12. del Rocio Ibarra-Reynoso, L., López-Lemus, H. L., Garay-Sevilla, M. E., & Malacara, J. M. (2017). Effect of restriction of foods with high fructose corn syrup content on metabolic indices and fatty liver in obese children. *Obesity facts*, 10(4), 332-340.
13. Nier, A., Brandt, A., Conzelmann, I., Özel, Y., Bergheim, I. (2018). Non-Alcoholic fatty liver disease in overweight children: role of fructose intake and dietary pattern, *Nutrients*. 10(9):1329. doi: 10.3390/nu10091329.
14. Schattenberg, J. M., & Bergheim, I. (2019). Nutritional intake and the risk for non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD), *Nutrients*. 11(3): 588. doi: 10.3390/nu11030588.
15. Mock, K., Lateef, S., Benedito, V.A., Toua, J. C. High-fructose corn syrup-55 consumption alters hepatic lipid metabolism and promotes triglyceride accumulation. *J Nutr Biochem*.2017;39:32–39.
16. Olsen, N. J, Heitmann, B. L. (2009) Intake of calorically sweetened beverages and obesity. *Obes Rev*.;10(1):68-75. doi:10.1111/j.1467-789X.2008.00523.x
17. Cantoral, A., Contreras-Manzano, A., Luna-Villa, L., Batis, C., Roldán-Valadez, E. A., Ettinger, A. S., et al. (2019). Dietary sources of fructose and its association with fatty liver in Mexican young adults. *Nutrients*, 11(3), 522.
18. Sadowska, J., & Rygielska, M. (2019). The effect of high fructose corn syrup on the plasma insulin and leptin concentration, body weight gain and fat accumulation in rat. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*, 28(7), 879-884.
19. Toop, C. R., Muhlhausler, B. S., O'Dea, K., & Gentili, S. (2017). Impact of perinatal exposure to sucrose or high fructose corn syrup (HFCS-55) on adiposity and hepatic lipid composition in rat offspring. *The Journal of physiology*, 595(13), 4379-4398.
20. Kuzma, J. N., Cromer, G., Hagman, D. K., Breymeyer, K. L., Roth, C. L., Foster-Schubert, K. E., et al. (2015). No difference in ad libitum energy intake in healthy men and women consuming beverages sweetened with fructose, glucose, or high-fructose corn syrup: a randomized trial. *The American journal of clinical nutrition*, 102(6), 1373-1380.
21. Akram, M., & Hamid, A. (2013). Mini review on fructose metabolism. *Obesity research & clinical practice*, 7(2), e89-e94.
22. George, A., Samara, J. (2004). Consumption of high-fructose corn syrup in beverages may play a role in the epidemic of obesity. *Am J Clin Nutr*. 79(4): 537-43. doi: 10.1093/ajcn/79.4.537

23. Heidari-Beni, M., Rafie, N., Akbarian, S. A., & Kelishadi, R. (2019). Sugar-Sweetened Beverages Consumption and Long-Term Side Effects on Nutrition and Health Outcomes in Pediatric Age Group. In *Value-Added Ingredients and Enrichments of Beverages* (pp. 265-283). Academic Press.
24. Frantsve-Hawley, J., Bader, J. D., Welsh, J. A., & Wright, J. T. (2017). A systematic review of the association between consumption of sugar-containing beverages and excess weight gain among children under age 12. *Journal of public health dentistry*, 77, S43-S66.
25. Cantoral, A., Téllez-Rojo, M. M., Ettinger, A. S., Hu, H., Hernández-Ávila, M., & Peterson, K. (2016). Early introduction and cumulative consumption of sugar-sweetened beverages during the pre-school period and risk of obesity at 8–14 years of age. *Pediatric obesity*, 11(1), 68-74.
26. Pérez-Morales, E., Bacardí-Gascón, M., & Jiménez-Cruz, A. (2013). Sugar-sweetened beverage intake before 6 years of age and weight or BMI status among older children; systematic review of prospective studies. *Nutricion hospitalaria*, 28(1), 47-51.
27. Le, K. A., Faeh, D., Stettler, R., Ith, M., Kreis, R., Vermathen, P., ... & Tappy, L. (2006). A 4-wk high-fructose diet alters lipid metabolism without affecting insulin sensitivity or ectopic lipids in healthy humans. *The American journal of clinical nutrition*, 84(6), 1374-1379.
28. Melanson, K. J., Zukley, L., Lowndes, J., Nguyen, V., Angelopoulos, T. J., & Rippe, J. M. (2007). Effects of high-fructose corn syrup and sucrose consumption on circulating glucose, insulin, leptin, and ghrelin and on appetite in normal-weight women. *Nutrition*, 23(2), 103-112.
29. Lin, W. T., Chan, T. F., Huang, H. L., Lee, C. Y., Tsai, S., Wu, P. W., ... & Lee, C. H. (2016). Fructose-rich beverage intake and central adiposity, uric acid, and pediatric insulin resistance. *The Journal of pediatrics*, 171, 90-96.
30. T.C. Sağlık Bakanlığı. Türkiye Beslenme Rehberi (TÜBER). Sağlık Bakanlığı Yayınları, Ankara, (2016). <https://dosyasb.saglik.gov.tr/Eklenti/10915,tuber-turkiye-beslenme-rehberipdf.pdf>. adresinden alınmıştır.