



YÜKSEK FRUKTOZLU MISIR ŞURUBU

Doç. Dr. M. Murat KARAOĞLU

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda
Mühendisliği Bölümü, Erzurum
E-mail: mmurat@atauni.edu.tr

Özet

Yüksek fruktozlu mısır şurubu (YFMŞ) mısır nişastasından enzimatik hidroliz ile üretilen, sakkarozla alternatif sıvı bir tatlandırıcıdır. YSMŞ sakarozdan daha ucuzdur ve bazı gıdalara arzu edilen özellikleri kazandırmaktadır. Bu nedenle de gazlı ve meyveli içecekler, çikolata, kek, şekerleme, reçel, marmelat ve jöle gibi birçok işlenmiş üründe yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. 1970'den günümüze YFMŞ tüketimi önemli derecede artmıştır. Bazı üstün özelliklerine rağmen, son yıllarda, YFMŞ sağlık açısından sorgulanmaya başlanmış ve YFMŞ tüketiminin birçok hastalık üzerine etkisi araştırılmıştır. Özellikle, uzun süre YFMŞ bakımından zengin diyetle beslenme şişmanlık, kardiyovasküler hastalıklar ve diğer metabolik sendromların riskini artırabilmektedir.

Abstract

High fructose corn syrup (HFCS) is a liquid alternative sweetener to sucrose that is made from corn starch by enzymatic isomerization. HFCS is cheaper than sucrose and provides desirable properties to certain foods so it is a widely used sweetener in commercial processed foods such as carbonated soft drinks, fruit drinks, chocolate, cake, confectionery, jam, marmalade, jelly-type foods. Consumption of HFCS has increased considerably from 1970 to present. Despite some outstanding features, in recent years, HFCS began to be questioned in terms of health and investigated the effect of HFCS consumption on many diseases. Especially, long-term consumption of diets high in HFCS could lead to an increased risk of obesity, cardiovascular disease, and other metabolic syndromes.

Giriş

İlk olarak, nişastanın asit ile hidroliz edilerek tatlı bir madde elde edilmesi 1811 yılına dayanmaktadır. Daha sonra 1831 yılında bu yeni teknolojiyi kullanarak günlük 115 litre şurup üretimi yapabilen bir Amerikan şurup işletmesi kurulmuştur (BeMiller and Whistler 2009). 1970'lere kadar çok düşük miktarlarda üretilen nişasta bazlı tatlandırıcıların 1976 yılından sonra üretim miktarları önemli derecede artmıştır. 2000'li yıllarda ABD'de yüksek fruktozlu mısır şurubu (YFMŞ) üretimi 8,5 milyon ton ile şeker sektöründeki pazar payını % 45'in üzerine çıkarmıştır (Toprak 2007). Yüksek fruktozlu mısır şurubu üretimine bakıldığında, üretimde kullanılan hammaddenin bolluğu ve gelişmiş üretim teknolojilerinden dolayı ABD'nin ilk sırayı aldığı görülmektedir. Üretim miktarı bakımından ABD'yi Japonya, Kanada ve Avrupa Birliği ülkeleri takip etmektedir (Thomas 1985). 2006 yılı itibarı ile dünyada yüksek fruktozlu mısır şurubu üretimi yaklaşık 12.5 milyon ton iken, ülkemizde 2010 yılı itibarı ile 400 bin ton civarındadır.

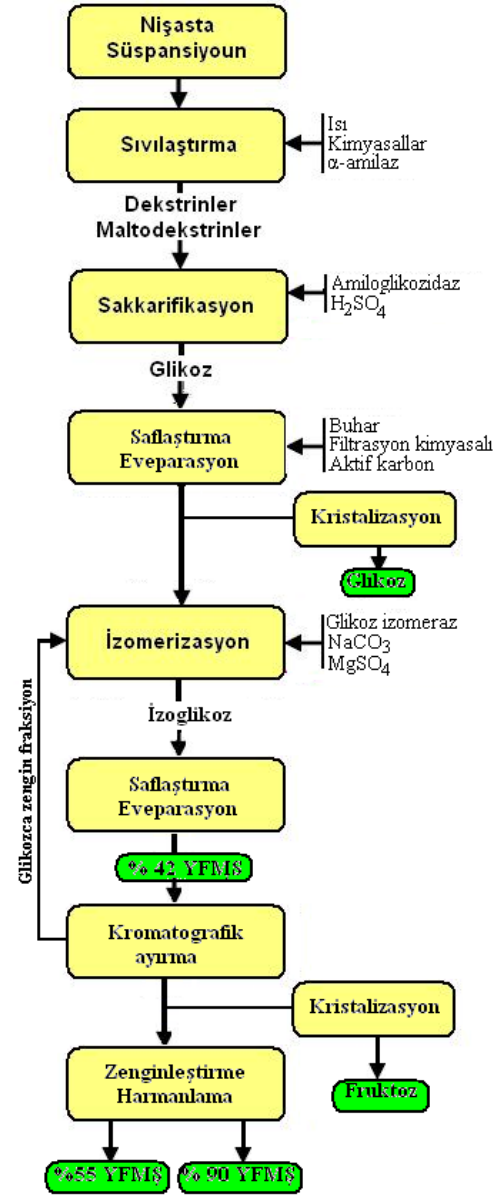
Avrupa Birliği ülkelerinde nişasta bazlı şeker için ortalama %2'lik kota bulunurken, şeker pancarından şeker üretiminde birinci ve ikinci sırayı paylaşan ülkelere Fransa'da bu oran %0.42, Almanya'da ise %0.89'dur. Türkiye'de ise 2001 yılında çıkarılan Şeker Yasası ile nişasta bazlı şeker kotası %10 olarak belirlenmiş ve Bakanlar Kuruluna bu miktarı %50 artırma ve azaltma yetkisi verilmiştir. Bakanlar Kurulu da bu yetkiye dayanarak nişasta bazlı şeker kotasını derhal %50 artırarak %15'e çıkarmıştır. Bir taraftan, tarımsal alanlarımızın da oldukça uygun olduğu ve yeterli fabrikaların bulunduğu şekerpancarından şeker üretiminin kısıtlanması, diğer taraftan dışarıdan güvenilirliği tam olarak tespit edilmeden ithal edilen mısırdan üretilen nişasta bazlı şeker kotasının artırılması oldukça manidardır. Her konuda gelişmiş ülkelere rakamlar vererek durumu değerlendiren yetkililerimizin neden böyle bir karar aldıkları merak konusudur.

1970'den 1990' yılına kadar yüksek fruktozlu mısır şurubu tüketimi % 1000'den daha fazla artmış ve günümüzde kullanılan toplam tatlandırıcılar içinde yaklaşık % 40'lık bir paya sahip olmuştur (Ross et al., 2009; Bocarsly et al., 2010). Doğal olarak, yüksek fruktozlu mısır şurubu kullanımındaki bu artışa tüketilen sakaroz miktarındaki azalış eşlik etmiştir. Yüksek fruktozlu mısır şurubunun sakarozla göre daha fazla kullanılmasının ve tercih edilmesinin başlıca nedeni ekonomik olarak daha hesaplı ve fonksiyonel olarak daha üstün özelliklere sahip olmasıdır. Batı ülkelerinde 1970'li yıllarda kişi başına yıllık tüketim yaklaşık 0.5 kg iken bu rakam 2000'li yıllarda 35 kg'ı geçmiştir. Günümüzde kullandığımız gıdaların % 40'ından fazlasında YFMŞ bulunabilmektedir (LeBlanc et al., 2009). Temel kullanım alanları gazlı içecekler başta olmak üzere tüm tatlandırılmış hazır içecekler, çikolata, kek, şekerleme türleri, reçel marmelat ve diğer jöle türü yiyeceklerdir. Tadını fruktozdan alan yiyecek ve içecekler doyma hissini geciktirmekte, daha çok tüketilmesine neden olmakta ve ikinci acıkma hissini öne çekmektedir (Korkmaz 2008).

Yüksek Fruktozlu Mısır Şurubu Üretimi

Yüksek fruktozlu mısır şurubu genelde mısır nişastasının, kimyasal ve enzimatik hidroliz teknikleri kullanılarak sıvılaştırma, parçalama ve izomerizasyon aşamaları ile üretilmektedir (Parker et al., 2010). Üretimde mısır nişastasını basit şekerler olan glikoz ve fruktoza dönüştürmek için üç farklı enzim kullanılmaktadır (Ruiz-Matute et al., 2010). İlk olarak alfa amilaz enzimi vasıtasıyla uygun ortamda nişasta granülleri hidrolize edilerek dekstrin zincirlerine parçalanır. Daha sonra glukoamilaz enzimi ile dekstrin zincirleri bireysel dekstrin moleküllerine ve en son glikoz, izomeraz enzimi ile fruktoza dönüştürülmektedir (Poyrazoğlu 2007). Hidroliz işleminde asit de kullanılabilir (Parrish 2010). Kompleks bir damıtma ve kombine prosten sonra farklı fruktoz içerikli (%42, %55 ve %90) şuruplar elde edilmektedir. İlk olarak dekstrozun enzimler ile izomerleştirilmesi sonucunda %42'lik früktoz şurubu üretilmektedir. Daha sonra bu şurup früktozu tutan kolonlardan geçirilerek %90'lık yüksek früktozlu şurup ve tekrar %42'lik şurup ile karıştırılarak %55 früktozlu mısır şerbeti elde edilmektedir. Ayrıca bu şuruptan kristalizasyon işlemi ile kristalize früktoz da üretilebilmektedir (Özcan 2009). Genellikle, doğal tadın korunmasının ve orta seviyede bir tatlılığın arzu edildiği gıdalar ile konservelerde %42'lik; alkolsüz içecekler, dondurma ve tatlılarda %55'lik ve çok az bir tatlandırıcı ile yüksek şeker tadının istendiği gıdalarda %90'lık früktoz şurubu kullanılmaktadır. Mısır nişastasından yüksek

fruktozlu mısır şurubu üretim akım şeması şekil 1'de gösterilmiştir.

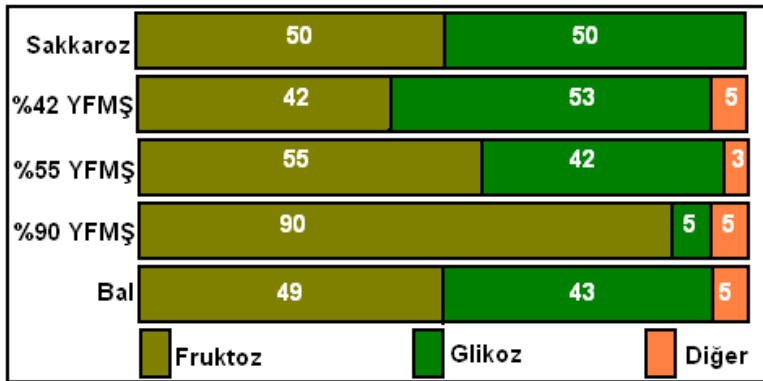


Şekil 1. Yüksek fruktozlu mısır şurubu üretimi



Yüksek Fruktozlu Mısır Şurubu Doğal mıdır?

İki önemli şeker grubu vardır. Bunlar glikoz, fruktoz ve galaktoz gibi basit şekerlerden oluşan monosakkaritler ve sakaroz gibi iki monosakkaritin glikozidik bağlanması ile oluşan disakkaritlerdir. Yüksek fruktozlu mısır şurubu bakımından incelendiğinde fruktoz ve sakaroz üzerinde durulması gerekmektedir. Bileşim olarak bakıldığında, sakaroz 50:50 oranında glikoz ve fruktozdan oluşmakta ve elde edildiği bitkilerde aynı yapı ile doğal olarak bulunmaktadır. Fruktoz da basit şeker olarak yine özellikle de meyvelerde doğal olarak bulunan bir şekerdir. Ancak durum, yüksek fruktozlu mısır şurubundaki fruktoz bakımından değerlendirildiğinde, nişastanın temel yapısını oluşturan glikozun çeşitli yöntemler ile fruktoza dönüştürüldüğü görülmektedir. Dolayısıyla, yüksek fruktozlu mısır şurubundaki fruktozun modifiye bir şeker olduğu ortaya çıkmaktadır. Çünkü elde edildiği nişastada fruktoz doğal olarak yapıda bulunan bir şeker değildir.



Şekil 2. Tatlandırıcıların Bileşimi

Fruktoz Metabolizması

Fruktozun sindirimi, absorpsiyonu ve metabolizması glikozdan farklıdır (Elliott et al., 2002). Fruktoz, glikoz transporterler (GLUT 5) ile bağırsaklardan absorbe edilme

kte ve daha sonra GLUT 2 aracılığı ile kan damarlarına difüze olmaktadır. Glikozun aksine, bağırsaklardan fruktozun absorpsiyonu ATP hidrolizini gerektirmez ve sodyum absorpsiyonundan bağımsızdır. Bu da karaciğer tarafından aşırı fruktoz alımı ile sonuçlanmaktadır (Rizkalla 2010). Fruktoz metabolizması karaciğerde gerçekleşmektedir. İnce bağırsakta absorbe edildikten sonra karaciğere taşınan fruktoz burada fruktokinaz enzimi tarafından fosforilasyona uğratarak fruktoz-1-fosfata dönüşmektedir. Daha sonra, fruktoz-1-fosfat aldolaz B tarafından gliseraldehit ve dihidroksiasetonfosfata ayrılmakta ve bu iki molekül de gliseraldehit-3-fosfata dönüşebilmektedir. Glikokinaz tarafından glikozun fosforilasyonu karaciğerdeki glikoz metabolizmasında oran belirleyici birinci adım, forofruktokinaz ise ikinci adımdır (Bizeau and Pagliassotti 2005). Fruktozdan fruktoz-1-fosfatın oluşum basamağı, hız kısıtlayıcı fosfofruktokinaz enziminden bağımsızdır. Böylece,



fruktoz fosfofruktokinaz üretimini inhibe etmek için sitrat ve ATP den gelen engelleyici sinyallerin olduğu kontrol noktasını pas geçmektedir. Bu farklı metabolizma, glikoza göre

daha hızlı bir şekilde, fruktozu karaciğerde lipogenesis için gliserol-3-fosfat ve asetil-CoA kaynağı haline getirmektedir (Emad 2009).

Fruktoz karaciğerde karbonhidrat metabolizmasını önemli derecede etkilemektedir. Vücuda alınan glikoza az miktarlarda fruktoz eklenmesi insanlarda karaciğerde glikojen sentezini artırmakta ve Tip 2 diyabetli kişilerde glisemik yanıtı azaltmaktadır. Fakat YFMŞ gibi kaynaklardan aşırı miktarda fruktoz alındığı zaman problemler çıkmaktadır. Böylece aşırı fruktoz, olumsuz sağlık etkileri olan, karaciğerde lipogenesis için hazır bir karbon kaynağı oluşturmaktadır. Hücre içine glikoz girişi insülin bağımlı Glut-4 transport sistemi iledir. Oysa fruktozun hücreye girişi bağımsız bir Glut-5 insulin pathway iledir (Parker et al., 2010).

Glikoz alımı, leptin salınımını artıran insülin salınımını etkilediği için doyum hissine katkıda bulunmaktadır. Fruktoz ise insülin salınımını etkilememektedir. Böylece, aşırı fruktoz alımı düşük bir insülin konsantrasyonuna sebep olmakta bu da leptin seviyesinin düşük olmasına yol açmaktadır. Leptin bir anlamda iştahı kontrol eden bir doyumluk hormonudur. İnsanlarda leptin seviyesinin düşük olması kilo alma ve şişmanlık ile ilgilidir (Parker et al., 2010). Fruktoz bakımından durum böyleyken, kan glikoz, insülin, leptin ve ghrelin seviyeleri bakımından YFMŞ ve sakkaroz arasında önemli farklılıkların bulunmadığı bildirilmektedir (Melanson et al. 2008). Çünkü % 42 ve 55'lik YFMŞ bileşim olarak sakkarozu çok benzemektedir. Bu nedenle, % 100 fruktozun metabolik etkileri ile YFMŞ'nun (özellikle % 42 ve 55 fruktoz içeren) metabolik etkilerini her zaman aynı varsaymak doğru değildir (Williams 2010).

Fruktoz metabolizmasının bir diğer önemli özelliği ürik asit seviyesini yükseltme yeteneğidir. Pek çok araştırmada, özellikle yüksek kan basıncına sahip hastalarda, fruktoz tüketiminden sonra plazma ürik asit seviyesinde artış olduğu bildirilmektedir. Artan ürik asit seviyesi koroner hastalıklarda bir risk faktörü olabilmektedir (Pietro et al. 2006). Ürik asit, fruktoz tarafından etkilenen, nükleotid metabolizmasının bir ürünüdür. Ayrıca, karbonlanmış içeceklerdeki YFMŞ, hiperürisemiya sebep olan reaktif dikarbonillerin önemli bir kaynağıdır (Lo et al., 2008). Dolayısıyla, son yıllarda gut hastalığındaki artışta YFMŞ içeren ürünlerin aşırı tüketilmesinin de payı olduğu söylenmektedir (Arromdee et al. 2002).

Halk sağlığı ile ilgili YFMŞ kullanımı hakkında üç büyük endişe bulunmaktadır. Bunlardan ilki: şişmanlık, kardiyovasküler hastalıklar ve diğer metabolik sendromlardaki muhtemel rolüdür. İkincisi: üretimi süresince YFMŞ'nin civa kontaminasyonudur. Üçüncüsü: koloni bozukluğuna olan muhtemel katkısından dolayı bal arılarına olan toksitesidir.

Bocarsly ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada, belli sürelerde farelere YFMŞ ve sakaroz verilmiş ve farelerin vücut ağırlığı, yağ ve trigliserit üzerine etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonucunda zengin YFMŞ ile beslenen farelerin anormal ağırlık artışı, yüksek trigliserit seviyesi ve yağ birikimi gösterdikleri belirtilmiştir. Bu nedenle, YFMŞ'nin aşırı tüketiminin obesitede önemli bir faktör olduğu vurgulanmıştır.

YFMŞ ve fruktoz obesiteye sebep olabilmektedir. Ancak tek başına bu tatlandırıcıları obesiteden sorumlu tutmak bu ürünlere haksızlık olur. Şişman olanlar ihtiyaçlarından fazla olacak şekilde aşırı yağ, protein ve şeker içeren kaynaklardan kalori almaktadırlar. Harcamayı aşan enerji alımı, pek çok bireyde enerji dengesizliğine neden olmaktadır. Ayrıca şişmanlık pek çok genetik ve çevresel faktör tarafından da etkilenmektedir (Rizkalla 2010).

YFMŞ ile ilgili önemli bir sorun da, özellikle ABD'de yapılan üretimlerde, iz miktarlarda olan civa kontaminasyonudur. YFMŞ üretiminde kullanılan kostik soda (NaOH) genellikle civa hücreleri kullanan klor-alkali işletmelerde üretilmektedir. Civa kuvvetli bir norolojik toksindir. ABD'de yapılan bir araştırmada, incelenen 20 YFMŞ'unun 9'unda 0.065 ile 0.570 µg/g YFMŞ oranında civa saptanmıştır. Günlük yaklaşık olarak bir insanın 50 g YFMŞ tükettiği düşünülürse, insan vücuduna bu yolla önemli miktarda civa girdiğini göstermektedir. Bu özellikle çocuklarda daha tehlikeli sonuçlar doğurmaktadır.

Fruktoz, glikoz ve sakaroz için glisemik indeks değerleri sırasıyla 19±2, 99±3 ve 68±5'dir. Glisemik indeks, spesifik bir karbonhidratın alımından 2 saat sonraki serum glikoz seviyesinin glikoz gibi benzer miktarda karbonhidrat alımından sonraki seviyesine oranı olarak tanımlanmaktadır. Glikozun aksine, fruktoz pankreatik β hücrelerinden insülin salgılanmasını uyarmamaktadır (Melanson et al. 2008; Angelopoulos et al. 2009). Saf fruktoz plazma glikoz yada insülin seviyesini artırmazken, YFMŞ, yapısında bulunan glikozdan dolayı, plazma glikoz ve insülinini artırmaktadır.

YFMŞ birtakım avantajlarından dolayı arıları beslemede de kullanılabilir. Ancak, YFMŞ ile beslenen kolonilerde ölümlerin ve yapılan şurup analizlerinde hidroksimetilfurfural seviyesinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. YFMŞ üretiminde kullanılan asit ile hidroliz işleminin buna neden olduğu düşünülmektedir. YFMŞ'nun yüksek sıcaklık gibi uygun olmayan depolamaya tabi tutulması da, YFMŞ'nun fruktoz içeriği ve pH'sından dolayı, hidroksimetilfurfural oluşumuna neden olmaktadır (Ruiz-Matute et al. 2010). % 55 fruktoz içeren YFMŞ'nun 40 ve 50 °C'de 36 gün depolama sonrasında 20 ppm olan hidroksimetilfurfural seviyesinin 70 ve 2404 ppm'e kadar çıktığı tespit edilmiştir (LeBlanc et al. 2009). Dolayısıyla gıdalarda tatlandırıcı olarak kullanılan YFMŞ'nun depolama şartları çok iyi kontrol edilmelidir. Yapılan bir araştırmada (Ruiz-matute et al. 2010), arılar YFMŞ ile



beslenmiş ve bu arılardan elde edilen balların karbonhidrat kompozisyonu üzerine etkisi araştırılmıştır. YFMŞ ile beslenen arılardan elde edilen balların sakaroz şurubu verilenler ve hiç şurup verilmeyenlerden oldukça farklı olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla YFMŞ'nin arıların beslenmesinde kullanılmasının hem arılar hem de arılardan elde edilen balların yapısı üzerine etkili olduğu ve bu yönü ile de sağlığa zararlı olduğunu söylemek mümkündür. Zira son yıllarda meydana gelen ve sebebi tam olarak bilinmeyen toplu arı ölümlerinin bu yönü ile de incelenmesi büyük önem arz etmektedir.

Yine yapılan çalışmalarda, özellikle kızartılmış gıdalarda, akrilamid oluşumu ile fruktoz ve glikoz miktarı arasında pozitif korelasyon bulunurken, sakaroz miktarı ile akrilamid oluşumu arasındaki ilişki önemsiz düzeyde çıkmıştır. Bu nedenle, ısıtılma tabii tutulan gıdalarda tatlandırıcı olarak daha ziyade sakkarozun tercih edilmesi bu anlamda önemli görülmektedir. Fruktoz glikozdan 7 kat daha hızlı kahverengileşmektedir. Bu da hem protein kalitesinin düşmesine hem de vücutta protein toksitesine neden olmaktadır. Çünkü aşırı kahverengileşme, aminoasit kaybına neden olmakta ve protein sindirilebilirliğini düşürmektedir. Maillard ürünleri, aminoasit metabolizması ve çinko gibi besin elementlerinin alımını engellediği gibi, ileri maillard ürünleri mutajenik ve karsinojenik etkiye sahip olabilmektedir (Dills 1993).

Vücuda alınan glikozun fazlası daha sonra enerji olarak kullanılmak üzere glikojen olarak depolanmaktadır. Oysa vücuda alınan aşırı fruktozun fazlası yağa dönüştürülmektedir. Dolayısıyla, özellikle fruktoz içeriği yüksek olan YFMŞ ile katkılanmış gıdaların aşırı tüketiminin önemli derecede şişmanlık nedeni olduğu ortaya çıkmaktadır (Ruediger 2010).

Günlük diyetinde, bal ve meyvelerden, doğal olarak alınan serbest fruktoz enerjinin bir kısmını oluşturmaktadır. Böyle meyve ve bal ile alınan fruktoz, YFMŞ'undan alınan fruktoz ile aynı olumsuz metabolik etkiye sahip olmamaktadır. Çünkü kimyasal olarak aynı yapıya sahip olsalar da, YFMŞ'undaki fruktoz ile meyve ve balda doğal olarak bulunan fruktoz aynı değildir (Tappy et al. 2010). YFMŞ'undaki fruktoz serbest iken, meyvelerde doğal olarak bulunan fruktoz diğer şekerlere bağlıdır ve lifli maddeler, yağ asitleri, vitaminler ve mineralleri içeren kompleks bir yapının parçasıdır. Meyvelerdeki fruktozun çoğu L-fruktoz formunda iken YFMŞ'unda farklı bir izomer olan D-fruktoz formunda bulunmaktadır. Bu nedenle, YFMŞ'undaki fruktoz krep siklusunda enerji üretiminden ziyade karaciğerde trigliserit ve vücut yağına dönüşmektedir (Morell and Nagel 2009).

YFMŞ'nun sağlık üzerine etkisini belirlemek üzere insanlar ve hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalarda, kısa vadeli sürelerde YFMŞ tüketiminin genellikle sakarozdan farklı sonuçlara sebep olmadığı bildirilirken (Melanson et al. 2007) uzun süreli YFMŞ tüketiminin belirtilen riskler bakımından daha önemli olduğu belirtilmektedir (Rizkalla 2010). Bu makalede konu yüksek fruktozlu mısır şurubu olduğu için YFMŞ ve fruktoz üzerinde durulmuştur. Yoksa bileşim olarak bakıldığında, sakaroz da yarı yarıya glikoz ve fruktozdan oluşmaktadır. Dolayısıyla aşırı sakaroz tüketimi yine aşırı fruktoz alımına neden olacağı için fruktozun



muhtemel riskleri aşırı sakaroz tüketiminde de ortaya çıkabilmektedir (Akhavan and Anderson 2007).

Gelişmiş ülkelere bakıldığında hem YFMŞ üretim kotalarının düşük tutulması hem de fruktozca zengin içeceklere artık ciddi kısıtlamalar getirilmesi, fruktoz ve YFMŞ'nun insan sağlığı üzerine olumsuz etkileri olduğunu ortaya koyan araştırmaların ciddiye alındığının bir göstergesidir. Ülkemizde ise özellikle YFMŞ üretimi bakımından tam tersi bir politika izlenmesi, piyasada YFMŞ içeren ürün çeşidini dolayısıyla günlük diyetle alınan miktarı aşırı derecede artırmaktadır. Ülkemizde bir an önce nişasta bazlı tatlandırıcı üretim kotası Avrupa Birliği Ülkeleri düzeyine düşürülmeli ve şu an da atıl kapasite ile çalışan şeker pancarı işleyen şeker fabrikalarının kotaları tekrar artırılmalıdır.

Özetle YFMŞ'nin Üstünlükleri:

- YFMŞ sakarozdan daha ucuzdur (YFMŞ'nun libresi 32 sent iken sakarozun 52 sentdir).
- Fruktoz içeriği yüksek olan YFMŞ sakkarozdan daha tatlıdır.
- YFMŞ sakkarozdan daha iyi çözünebilmektedir.
- Sakkarozla göre stabilitesi daha yüksek ve belli şartlarda kristalizasyonu daha düşüktür.
- YFMŞ sıvı formdadır bu da taşınmasını ve kullanılmasını daha kolay kılmaktadır.
- YFMŞ asidik karakterli olduğu için koruyucu etkiye sahiptir. Dolayısıyla kullanıldığı formülasyonlarda diğer preservative'lerin kullanım oranlarını düşürebilmektedir.
- YFMŞ, tadı maskeleyen tatlandırma özelliğine sahip olduğu için aromalı gıdalarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır
- Ürünlerin lezzet ve tüketim kalitesini artırmaktadır (Nigar 2005; Parker et al., 2010).

Özetle YFMŞ'nin Olumsuz Yönleri:

- YFMŞ, özellikle fruktoz içeriği fazla olan şuruplar daha az insülin salgılanmasına neden olduğu için doyma hissini etkilemektedir.
- Ayrıca insülin salgısının düşük olması şekerin kanda uzun süre yüksek miktarlarda kalmasına neden olmaktadır.
- Fruktoz fazlası hızla trigliseride çevrilmekte ve yağ dokusunda depolanmaktadır. Bu da şişmanlık ve beraberinde birçok olumsuzluğa neden olmaktadır.
- YFMŞ'da depolama şartlarının uygun olmaması durumunda önemli derecede hidroksimetilfurfural oluşabilmektedir.
- YFMŞ'nun genetiği değiştirilmiş mısırdan üretilmesi, genetiği değiştirilmiş ürünlerden duyulan endişeleri bu ürüne de taşımaktadır.
- Ürünlerin lezzet ve tüketim kalitesini artırdığı için aşırı gıda tüketimi ve buna bağlı sağlık risklerini ortaya çıkarmaktadır.
- Fiyatının sakarozla göre ucuz olması piyasada haksız rekabete yol açmaktadır.

Kaynaklar

- Akhavan, T., Anderson, G.H., 2007. Effects of glucose-to-fructose ratios in solutions on subjective satiety, food intake, and satiety hormones in young men. *Am. J. Clin. Nutr.* 86(5):1354-1363.
- Angelopoulos, T.J., Lowndes, J., Zukley, L., Melanson, K.J., Nguyen, V., Huffman, A., Rippe, J.M. 2009. The Effect of High-Fructose Corn Syrup Consumption on Triglycerides and Uric Acid. *J. Nutr.* 139(6): 1242 - 1245.
- Arromdee, E., Michet, C.J., Crowson, C.S., O'Fallon, W.M., Gabriel, S.E. 2002. Epidemiology of gout: is the incidence rising? *Journal of Rheumatology* 29(11): 2403-2406.
- BeMiller, J., Whistler, R. 2009. *Starch: Chemistry and Technology*. Hobbs, L. *Sweeteners from Starch: Production, Properties and Uses*. P.808. Academic Press is an imprint of Elsevier.
- Bizeau, M.E., Pagliassotti, M.J. 2005. Hepatic adaptations to sucrose and fructose. *Metabolism Clinical and Experimental* 54: 1189– 1201.
- Bocarsly ME, Powell ES, Avena NM, Hoebel BG. 2010. High-fructose corn syrup causes characteristics of obesity in rats: Increased body weight, body fat and triglyceride levels. *Pharm Biochem and Behav*, February 26, 2010, e-publication ahead of print.
- Dills, W.L. 1993. Protein Fructosylation: Fructose and the Maillard Reaction. *American Journal of Clinical Nutrition* 58: 779-787.
- Elliott, S.S., Keim, N.L., Stern, J.S., Teff, K., Havel, P.J. 2002. Fructose, weight gain, and the insulin resistance syndrome. *Am J. Clin Nutr.* 76: 911–922.
- Emad, Z. 2009. *The Relationship Between Fructose Consumption and Risk of Obesity in Two Aboriginal Populations*. Université de Montréal Département de Nutrition Faculté de Médecine.
- Korkmaz, A. 2008. Fruktoz; Kronik Hastalıklar İçin Gizli Bir Tehdit. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 7(4): 343-346.
- LeBlanc, B.W., Eggleston, G., Sammataro, D., Cornett, C., Dufault, R., Deeby, T., Cyr, E.S. 2009. Formation of hydroxymethylfurfural in domestic high-fructose corn syrup and its toxicity to the honeybee (*Apis mellifera*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57(16): 9369–9376.
- Lo C.Y., Li, S.M., Wang Y., Tan, D., Pan, M.H., Sang, S., Ho, C.T. 2008. Reactive dicarbonyl compounds and 5-(hydroxymethyl)-2-furfural in carbonated beverages containing high fructose corn syrup. *Food Chem.* 107: 1099–1105.



- Melanson, K.J. Zukley, L., Lowndes, J., Nguyen, V., Angelopoulos, T.J., Rippe, J.M. 2007. Applied nutritional investigation 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: 103–112.
- Melanson, K.J., Angelopoulos, T.J., Nguyen, V., Zukley, L., Lowndes, J., Rippe, J.M. 2008. High-fructose corn syrup, energy intake, and appetite regulation. *Am. J. Clin. Nutr.* 88(6):1738- 1744.
- Morell, S.F., Nagel, R. 2009. Worse Than We Thought The Lowdown on High Fructose Corn Syrup and Agave “Nectar”. *Spring* 44-52.
- Nigar, S. 2005. Gazlı İçeceklerde Karbondioksit Absorpsiyon Kapasitesinin Artırılmasının İncelenmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Özcan, S. 2009. Modern Dünyanın Vazgeçilmez Bitkisi Mısır: Genetiği Değiştirilmiş (Transgenik) Mısırın Tarımsal Üretimine Katkısı. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 2(2): 01-34.
- 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.
- Parrish, L.A.W. 2010. How Does the Consumption of Fructose and High Fructose Corn Syrup Impact the Health of Children and Adolescents? *Pediatric Endocrinology Nursing Society.* 459-460.
- Pietro, C., Sato, W., Reungjui, S., Heinig, M., Gersch, M., Sautin, Y. Nakagawa, T., Johnson, R.J. 2006. Uric Acid, the Metabolic Syndrome, and Renal Disease. *Journal of the American Society of Nephrology* 17:165-168.
- Poyrazoğlu, A.G. 2007. Nişasta Endüstrisi Atık Sularının Bitki Yetiştirilmesinde Kullanım Olanaklarının Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. s.5.
- Rizkalla, S.W. 2010. Health implications of fructose consumption: A review of recent data. *Nutrition & Metabolism* 7:1-17.
- Ross, A.P., Bartness, T.J., Mielke, J.G., Parent, M.B. 2009. A high fructose diet impairs spatial memory in male rats. *Neurobiology of Learning and Memory*, 92: 410–416.
- Ruediger, E. 2010. High Fructose Corn Syrup. http://cosmos.ucdavis.edu/archives/2010/cluster7/Ruediger_Erik_HFCS.pdf

- Ruiz-Matute, A.I., Weiss, M., Sammataro, D., Finely, J., Sanz, M.L. 2010. Carbohydrate Composition Of High-Fructose Corn Syrups (HFCS) Used For Bee Feeding: Effect On Honey Composition. J. Agric. Food Chem. 58: 7317–7322.
- Tappy, L., Le, K.A., Tran, C., Paquot, N. 2010. Fructose and metabolic diseases: New findings, new questions. Nutrition 26: 1044–1049.
- Thomas, C.Y. 1985. Sugar: Threat or Challenge? Chapter 3. Structure of the HFCS Industry. International Development Research Centre. Head Office: 60 Queen Street, Ottawa, Canada.
- Toprak, A. 2007. Türk Şeker Sanayiinde Maliyet ve Verimlilik, Kamu ve Özel Sektöre Ait İşletmeler Arası Bir Karşılaştırma. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. s.14.
- Vos, M.B., Kimmons, J.E., Gillespie, C., Welsh, J., Michels Blanck, H. 2008. Dietary fructose consumption among US children and adults; The Third National Health and Nutrition Examination Survey. Medscape Journal of Medicine, 10, 160.
- Williams, P. 2010. High Fructose Corn Syrup and Obesity. <http://facs.usu.edu/files/uploads/Williams%20Handout.pdf>.