

# Pekmez Üretim Yönteminin Sağlıklı Beslenmedeki Önemi

## Importance of Pekmez Production Method in Healthy Nutrition

### Öz

Üzüm pekmezi, neredeyse Türkiye'nin her yerinde üretilmekle birlikte, kırsal bölgelerde daha yaygındır ve çok eski bir geçmişe sahiptir. Üzüm pekmezi, özellikle günlük kalsiyum, demir, potasyum ve magnezyum ihtiyaçlarının önemli bir kısmını karşılayabilen, bir besindir. Osteoporoz ve buna bağlı kemik kırıklarının engellenmesi ve önlenmesinde, günlük kalsiyum ve fosfor alımına katkı sağlamak amacıyla üzüm ve pekmezin zengin bir kaynak olduğu bilinmektedir. Üzüm pekmezi, vücut tarafından kolayca emilebilen Fe<sup>++</sup> içermesiyle de dikkat çekmekte olup bu mineralin sağlanması açısından önemli bir yardımcı gıda maddesidir. Ayrıca, bebeklerin dengeli beslenmesinde önemli rol oynayan esansiyel aminoasitleri içerir, bu da anne sütü dışında bir kaynak olarak üzüm pekmezi önemli kılar. Üzüm pekmezi, kalp ve damar hastalıklarının oluşumunu engelleyebilme potansiyeli nedeniyle sağlıklı bir yaşam için önemli rol oynar. Özellikle kısmen nemli bölgelerde üretilen kırmızı veya siyah üzümlerin içerdikleri resveratrol maddesi, damarlarda plak oluşumunu önleyebilir. Bu sayede kalp damar hastalıklarının tamamen önlenmesi veya en azından geciktirilebilmesine katkıda bulunabilir. Ancak, insan sağlığı açısından bu önemli gıda maddesinin üretim yöntemi de büyük bir önem taşır. Pekmez üretimi genellikle kırsalda veya küçük ölçekli işletmelerde açık kazan yöntemi olarak bilinen, 100-110°C gibi yüksek sıcaklıkta gerçekleştirilir. Endüstriyel olarak ise vakum kazanlarında 60-65°C gibi daha düşük sıcaklıkta üretilir. Yüksek sıcaklıkta üzüm veya diğer meyvelerin içerdiği şekerin belli bir miktarı yanarak kanserojen madde olan hidroksimetilfurfural'a dönüşmektedir. Bu durum, pekmez kalitesi ve insan sağlığı açısından büyük bir öneme sahiptir. Bu makale, vakum pekmezinin avantajlarını vurgulayarak, geleneksel kırsal üretim yöntemlerinin olumsuz yönlerine odaklanarak, halk sağlığı açısından pekmez tüketirken dikkat edilmesi gereken konuları belirlemeyi amaçlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Pekmez, hidroksimetil furfural, vakumda üretim, geleneksel üretim, insan sağlığı

**ABSTRACT**

Grape pekmez is produced almost everywhere in Turkey, but it is more common in rural areas and has a long history. Grape pekmez is a nutritious food that can meet a significant portion of daily calcium, iron, potassium, and magnesium needs. It is known to be that grape and pekmez is a rich source for contributing to the prevention and treatment of osteoporosis and related bone fractures by providing daily calcium and phosphorus intake. Grape pekmez is notable for containing Fe<sup>++</sup> which can be easily absorbed by the body, making it an important supplementary food for providing this mineral. Additionally, it contains essential amino acids that play a significant role in the balanced nutrition of infants, making grape pekmez important as a source outside of breast milk. Due to its potential to prevent the formation of heart and vascular diseases, grape pekmez plays a crucial role in a healthy lifestyle. Especially, the resveratrol compound found in red or black grapes produced in partially humid regions can prevent plaque formation in blood vessels, contributing to the complete prevention or at least postponement of cardiovascular diseases. However, the production method of this important food item is also of great importance for human health. Pekmez production is generally carried out in rural areas or small-scale enterprises using the open vessel method at high temperatures, typically around 100-110°C. On an industrial scale, it is produced at lower temperatures, around 60-65°C, using vacuum boilers. At high temperatures, some of the sugars in grapes or other fruits can turn into the carcinogenic substance known as HMF (hydroxymethylfurfural). This situation holds great significance for pekmez quality and human health. This article aims to highlight the advantages of vacuum pekmez while focusing on the drawbacks of traditional rural production methods, with the intention of identifying considerations for consuming molasses in terms of public health.

**Keywords:** Pekmez, hydroxymethyl furfural, vacuum production, traditional production, human health

Ali BATU

Emekli öğretim üyesi, Antalya, Türkiye



Geliş Tarihi/Received 13.03.2024  
Revizyon Talebi / Revision Requested 30.05.2024  
Son Revizyon / Last Revision 24.06.2024  
Kabul Tarihi/Accepted 23.07.2024  
Yayın Tarihi/Publication Date 30.09.2024

Sorumlu Yazar/Corresponding author:

E-mail: alibatu42@gmail.com

Cite this article: Batu, A. (2024).

Importance of Pekmez Production Method in Healthy Nutrition. *Food Science and Engineering Research*, 3(2), 130-138.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

## Giriş

Meyveler, insanlar için değerli gıda maddeleridir. Türkiye, coğrafi koşulları bakımından meyve yetiştiriciliği için çok uygun bir ülkedir. Meyveler doğrudan taze olarak tüketilebilmenin yanında meyve suyu ve smoothie (meyve, sebze ve bazen keten tohumu, vitamin vb. ile zenginleştirilerek hazırlanan, yoğun kıvamlı içecek) gibi çeşitli şekillerde de tüketilebilmekte ve ayrıca reçel, marmelat ve pekmez gibi ürünler olarak da değerlendirilebilmektedirler. Pekmez üretimi, şeker içeriği yüksek olan meyvelerin işlendiği önemli alanlardan biridir ve genellikle üzüm içermiş olduğu yüksek şeker nedeniyle ilk sırada yer almaktadır. Dut, incir, erik, armut, elma, karpuz, keçiyoynuzu ve nar gibi meyvelerden de pekmez ülkemizde üretilen ve sevilerek tüketilen önemli geleneksel gıdalardan biridir (Turhan, Tetik ve Karhan, 2007).

Üzüm pekmezi, Türkiye'de yıllardır üretilen, üzüm suyunun asitliği giderilip, durultulup, filtrasyonundan sonra şeker veya diğer gıda katkı maddeleri eklenmeden düşük sıcaklıkta kaynatılmasıyla elde edilen koyulaştırılarak raf ömrü uzatılmış bir gıda maddesidir (Batu, 2005). Pekmez ülkemizin hemen hemen her bölgesinde uzun yıllardır yörelere göre üretilmekle birlikte endüstriyel olarak üretimi de çok yaygın olup yöresel farklılıklara ve üretim yöntemlerine bağlı olarak katı, cıvık, tatlı veya ekşi gibi birçok çeşidi bulunmaktadır. Başlangıçta genellikle köylerde ve ev ölçeğinde üretilen pekmez, zaman içinde köy sınırlarını aşarak daha geniş bir kullanıcı kitlesine ulaşmıştır. Fabrikalarda üretimi artarken bu esnada üretim yöntemleri de geliştirilmiştir. Geleneksel köy pekmezi, açık kazanlarda yüksek sıcaklıkta kaynatılarak yapılırken, fabrikalarda vakumlu cihazlarda üretilen vakum pekmezi için kaynama sıcaklığı daha düşük ve koyulaşma süresi daha kısadır. Her iki yöntemin ortak noktası, şıranın suyunun buharlaşmasıyla kıvamın artması ve rengin koyulaşmasıdır. Ancak, kararma veya esmerleşme düzeyi köy pekmezi ile vakum pekmezi arasında önemli bir fark gösterir. Köy pekmezi genellikle daha koyu renkteyken, vakum pekmezi daha açık renge sahiptir. Bu temel fark, uygulanan pişirme tekniğinden kaynaklanmaktadır. Kaynama sıcaklığı ne kadar yüksek ve ısıtma süresi ne kadar uzunsa, renk o kadar koyu olacaktır. Bu durum aynı zamanda hafif acımsı bir tat oluşmasına da neden olur. Ayrıca, yüksek vakumda 80-90°C'de pişirilmesi durumunda pekmezin rengi koyu olabilir. Ancak, vakum kazanında pişirilmesinin temel amacı, pekmezi daha düşük sıcaklıklarda, yani 60-65°C'de pişirmektir. Bu düşük sıcaklıkta pişirme yöntemi, pekmezin besin değerlerini koruyarak daha sağlıklı bir ürün elde edilmesini sağlar (Batu, 2006).

Üzüm pekmezi, yoğun bir kıvamı ve koyu rengi olan, yüksek antioksidana sahip üzümden üretilmiş tatlı bir gıdadır. Doğal keçiyoynuzu pekmezi de yoğun ve koyu renkli bir yapıya sahiptir ancak diğer pekmez türlerine kıyasla daha az tatlıdır (Turhan, Tetik ve Karhan, 2007). Herkes tarafından büyük bir iştahla tüketilen pekmez, Anadolu'nun geleneksel lezzetlerinden biri olup meyve sularının kaynatılarak koyulaştırılması sonucu elde edilen yoğun tatlı şuruptur. Bu tatlı ürün, meyvenin özgün lezzeti sayesinde Türk sofralarında uzun yıllardır çeşitli öğünlerde kendine sağlam bir yer edinmiştir. Ancak piyasada "Doğal Pekmez" veya "Köy Pekmezi" olarak belirtilen ancak halk arasında kırsalda bilinçsiz olarak yüksek sıcaklıkta pişirilen pekmezler de yer almaktadır. Bu doğal pekmez tanımı belli yerlerde yanlış yorumlanmaktadır. Gerçek doğal pekmez, hangi meyveden üretilirse üretilsin, doğal ve katkısız bir şekilde üretilen pekmez çeşitleri olup genellikle daha sağlıklıdır. Doğal pekmez üretimi için meyve suyu özenle çıkarıldıktan sonra, asit giderme, durultma ve filtrasyon işlemleri uygulandıktan sonra vakum altında düşük sıcaklıkta, ürünü yakmadan, açık kırmızı renkte, HMF (hidroksimetil furfural) miktarı düşük bir ürün elde edilir. Ayrıca gerçek pekmezlerin, şeker veya glikoz şurubu eklenmeden katkısız bir şekilde üretilmesi önemlidir. Ancak bu durumda pekmez, gerçek doğal ve katkısız bir ürün olarak kabul edilebilir.

Son yıllarda, birçok özel hastane, pekmezin sağlık üzerindeki olumlu etkilerine dikkat çekmek amacıyla web siteleri ve sosyal medya platformlarında pekmez üzerinde ayrıntılı bir şekilde durmakta ve pekmezin faydalarından bahsetmektedirler (Keskiner, 2022; Şen ve Şenman, 2024). Ancak, piyasada bulunan her pekmez, bu olumlu övgüyü hak etmemektedir. Günümüzde birçok diyetisyen besleyici özelliğinin yanı sıra şeker oranı yüksek olan pekmezin düzenli ve ölçülü tüketildiğinde sağlık açısından birçok faydasının olduğunu vurgulamaktadırlar. Ayrıca, pekmezin en belirgin faydaları arasında kansızlığa iyi gelmesi, bağışıklığı güçlendirmesi, osteoporoz riskini azaltması ve sindirim sistemine olumlu etkileri olması ön plana çıkmaktadır (Şen ve Şenman, 2024). Pekmezin lezzetli olmasının yanı sıra içerdiği vitamin ve mineraller sayesinde her yaş grubunun her mevsimde tüketilebilmesinin sağlık için büyük fayda sağladığı vurgulanmaktadır (Keskiner, 2022). Burada belirtildiği gibi diğer internet sayfalarında bunlardan da başka pekmezin sağlık üzerine faydaları ve üstünlükleri bakımından çok fazla yazılmış yazılar mevcuttur. Bütün bunların yanında literatürde pekmezin besin değerleri ile ilgili bilimsel olarak yazılmış bazı makalelerde yer almaktadır.

Ancak piyasada tüketime sunulan pekmezlerin belli bir

kısmi geleneksel yöntemle açık kazanlarda yüksek sıcaklık altında üretilen pekmezlerde, şeker ve azotlu maddelerin bir kısmı yüksek sıcaklık nedeniyle zarar görebilmekte ve kanserojen maddelere dönüşebilmektedir. Bu maddeler arasında özellikle Hidroksimetil furfural (HMF) adı verilen bir madde ön plana çıkmaktadır (Batu, 2006). Bu bağlamda geleneksel yöntemlerle üretilen pekmezlerin tüketilmesi durumunda fayda sağlamak yerine zarar verebilmektedir. Bu nedenle, köy pekmezi, doğal veya organik pekmez gibi isimlerle satılan pekmezlerin sağlık açısından sakıncalı olabileceği unutulmamalıdır. Bu makalenin amacı, pekmezin sağlıklı yönlerine vurgu yaparak, geleneksel ve vakum yöntemleriyle üretilen pekmezler arasındaki farkları ortaya koymak ve vakum pekmezinin üstünlüklerini belirterek, vakum pekmezlerinin sağlığa olan katkıları üzerinde durmaktır. Ayrıca, tüketilecek pekmezlerin sağlıklı olabilmesi için doğru yöntemlere göre üretilmiş olmaları gerekmektedir. Pekmez örneklerinin doğru üretim yöntemlerine göre üretilmiş olmasına dikkat edilmelidir. Aksi takdirde, doğal veya köy pekmezi olarak satın alınan ürünlerin insan sağlığına zararlı olabilme riskine sahip olduğunu belirtmeyi amaçlamaktadır.

### **Pekmez Üretim Yöntemleri (Vakumda ve Geleneksel)**

Şıranın kaynatılmasının temel amacı, arzu edilen kuru madde (briks) değerine ulaşmak, mikrobiyal gelişmeyi önlemek ve enzimleri inaktive etmektir. Bu nedenle, üzüm şırasına uygulanan ısı işlemi sıcaklık derecesi ve süresi titizlikle kontrol edilmelidir. Pekmez üretimi vakum altında düşük sıcaklıkta ve geleneksel olarak açık kazanlarda yapılmaktadır (Batu ve Gök, 2006).

Vakum altında pekmez üretiminde asitliği giderilmiş, durultulmuş ve berraklaştırılmış üzüm şıranın evaporatör cihazında vakum altında 60-65°C gibi düşük sıcaklıkta konsantre edilerek en az %68 briks'e kadar şıranın suyunun uçurulmasıyla koyu kıvamlı bir ürün elde edilmesidir (Türk Gıda Kodeksi [TGK], 2017).

Vakum altında endüstriyel olarak üretilen pekmezler, açık renkli ve boğaz yakıcı olmayan hafif bir tat profiline sahiptir. Bu durum, tüketicilerin kısmen yanık pekmez yemeye alışkın olduklarından tüketiciler arasında yanıltıcı bir izlenim bırakabilir. Endüstriyel üreticiler, bu izlenimi düzeltmek ürünlerini daha çekici hale getirip daha kolay satabilmek için cihazın vakum seviyesini biraz yükselterek cihaz içi sıcaklığı da kısmen arttırarak pekmezin rengini kısmen koyulaştırıp pekmez tadında tüketici tarafından arzu edilen boğaz yakma hissini oluşturmaktadırlar (Batu, 2006). Çünkü tüketicinin büyük bir kısmı her zaman yanık pekmez

yemeye alışkın olduğu için boğaz yakan bir ürün tadı almak ister. Bu yüzden üretici firmalar boğaz yakmayan pekmezi satmakta zorlanabilmektedirler. Aslında tüketicileri boğaz yakmayan pekmez tüketmeye alıştırmak lazım. Ancak bunu başarmak çok kolay değildir. Aslında üretici HMF'yi kontrol altında tutarak tüketicinin isteği olan kısmen yanık pekmez üretmek zorunda kalmaktadır. Günümüzde çağdaş işletmelerde, pekmez vakum altında 60-65°C, bazen daha düşük sıcaklıklarda pişirebilmektedir. Vakum altında üretilen pekmezlerde yanma oranı daha az olduğu için karamelizasyon da daha az gerçekleşmektedir. Dolayısı ile HMF oluşumunda daha düşük seviyede gerçekleşmektedir (Batu, 2006).

Geleneksel pekmez üretimi; şıranın elde edilmesi, şıradaki serbest asitliğin düşürülmesi amacıyla CaCO<sub>3</sub> (kalsiyum karbonat) ilavesiyle kestirme işlemi, durultulması, süzülmesi ve koyulaştırılması işlem basamaklarından oluşur. Bu aşamalardan konsantrasyon sırasında, ısı işlemi 100-110°C gibi yüksek sıcaklıkta uygulanır. Ancak geleneksel olarak açık kazan yöntemiyle üretilen klasik pekmezde bazı sorunlar ortaya çıkar. Bu sorunların en önemlilerinden biri, pekmezde oluşan esmerleşmedir. Pekmezin pişirme işlemi ne kadar yüksek sıcaklıkta olursa, içermiş olduğu şekerlerin yanması da o kadar fazla olup, rengi koyulaşır ve içerdiği HMF oranı yüksek olabilir. Batu (1991) tarafından yapılan bir araştırmada, vakum ve açık kazan yöntemleriyle üretilen pekmezlerin karşılaştırılması yapılmıştır. Bu araştırmada, açık kazan yöntemiyle üretilen pekmezin renginin, vakum yöntemiyle üretilene göre daha koyu olduğu, pH seviyesinin düşük olduğu, asit içeriğinin yüksek olduğu ve pekmezin pişirilmesi sırasında şıradaki şekerin bir kısmının yanması sonucunda pekmezin toplam şeker içeriğinde %12,56 oranında bir kaybın olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, adı geçen araştırmada, bu pekmezlerin HMF miktarlarında önemli farklılık oluşmuştur. Vakum altında üretilen pekmezin HMF değeri 35,25 mg/kg iken, açık kazan yöntemiyle üretilen pekmezde bu değer 681,40 mg/kg olarak ölçülmüştür. Bu değer Türk Gıda Kodeksi (TGK) üzüm pekmezi Tebliği'nin sıvı pekmezler için belirlemiş olduğu 75 mg/kg değerden çok yüksek olduğu belirlenmiştir (TGK, 2017).

### **Üzüm Pekmezi ve Sağlık**

Üzüm pekmezi, içerdiği tüm şekerlerin glikoz ve fruktoz formunda olduğu için sindirim sistemlerinde parçalanmaya gerek olmaksızın enerjiye ihtiyaç duyulmadan kana geçiş basit difüzyonla gerçekleşir (Taneli, 1990). Üzüm pekmezi, demir, potasyum ve magnezyum gibi minerallerin yanı sıra günlük ihtiyacımız olan kalsiyumun da önemli bir

kaynağıdır. Bu mineraller kanın sağlıklı bir şekilde dolaşımını sağlarken, sinir sisteminin düzgün çalışmasına da yardımcı olur. Ayrıca pekmez, fosfor, mangan, kükürt, sodyum ve bakır gibi diğer mineraller açısından da zengindir. Yüksek şeker içeriği nedeniyle, pekmez genellikle karbonhidrat ve enerji kaynağı olarak tercih edilir (Kavas, 1990). Bu özellikleri, pekmezi, özellikle beslenme ve diyet uzmanlarının ilgisini çeken bir ürün haline getirmiştir.

Mineral miktarının fazla olup emilim oranlarının da yüksek olmasından dolayı hamile ve emziren kadınlar, tüberkülozlu hastalar, iyileşme dönemindeki kişiler için tavsiye edilebilmektedir (Taneli, 1990). Mineral maddelerin eksikliği durumunda çeşitli gelişme bozuklukları ortaya çıkabilir. Ülkemizde demir eksikliği olan ailelerin oranı yaklaşık %10'dur. Bu eksikliklerden biri, hemoglobin yapısında bulunan demir elementinin yetersizliğidir. Üzüm pekmezi, içerdiği (+2) değerli demir sayesinde hemoglobin yapımında kullanılmasının yanı sıra, kemik iliğinde önemli bir düzenleyici faktör olarak da işlev görür (Kavas, 1990). Pekmezdeki demir, (+2) değerli demir formunda bulunur ve insan vücudu tarafından kolayca emilir. Ek olarak, asitler pekmez içinde indirgeyici tampon görevi görmektedir ve demirin etrafını sararak (+2) değerli demirin korunmasını sağlar. Yalnızca pekmez tüketerek günlük demir ihtiyacının %35'i kadarını almak mümkündür (Batu, 1993).

Fosfor, gençler, hamile ve emziren kadınlar için önemli bir elementtir. Ayrıca, fosforun kalsiyum ile yakın ilişkisi vardır ve kan hücrelerinde şekerin enerjiye dönüşümü metabolizmasında önemli bir rol oynar. Fosfor ve kalsiyum, birçok besinde bulunan önemli minerallerdir. Ancak, bazı besinlerde fosfor oranı düşük ve kalsiyum oranı yüksek, kalsiyumun alımı daha fazla olabilir. Üzüm pekmezi, kalsiyum/fosfor oranında düşük fosfor oranına sahip olduğu için kalsiyumun etkili bir şekilde alınmasını sağlar. Çocukların kemik ve diş gelişimi için kalsiyum ile fosfor arasındaki oranın önemi vurgulanmaktadır. Normalde bu oran 1,2 ila 2 arasında olmalıdır ve pekmezdeki bu değerlerin 2 ila 2,7 arasında olduğu belirtilmektedir, bu da istenen sınırların oldukça üzerindedir (Kavas, 1990). Bu özelliğiyle, pekmezin çocukların kalsiyum ihtiyacını karşılamak için önemli bir gıda kaynağı olduğu söylenebilir.

Kaygı bozukluğu ve depresyon, insan hayatını derinden etkileyen önemli ruh sağlığı sorunları arasında yer alır ve ihmal edilmeleri halinde birçok fizyolojik rahatsızlığa neden olabilir. Düzenli tüketildiğinde, pekmezde bulunan magnezyum, depresyon ve kaygı bozukluğunun düzelmesine katkıda bulunabilmektedir. Magnezyum da sıvı-elektrolit dengesinin düzenlenmesinde önemli bir rol oynar. Dolaşım ve sinir sisteminin düzenli çalışması için

magnezyuma ihtiyaç vardır. Magnezyum seviyesinin düşmesi, ciddi sinir bozukluklarına yol açabilir. Kalsiyum ise yaşam süreci boyunca değişkenlik gösteren bir mineraldir. İskeletin hızla büyüdüğü çocukluk ve ergenlik dönemlerinde, gebelik ve emzirme sürecinde vücudun kalsiyum ihtiyacı artar. Bu bağlamda pekmez, önemli bir kalsiyum kaynağı olarak bilinmektedir. Üzüm pekmezinde bulunan kalsiyum, kemik erimesine karşı etkili bir mineraldir ve özellikle kadınlarda yaşlanma ile artan kemik erimesine karşı tüketilmesinde büyük yarar olabilecektir. Osteoporoz, kemikleri kırılğan hale getiren bir sorun olduğundan (Kavas, 1990) yeterli kalsiyum alınması gereklidir. Aksi takdirde, vücut bu ihtiyacını bünyedeki kemiklerden karşılamak durumunda kalacağından osteoporoz riskini artırabilecektir (Batu, 1993). Pekmez, süt ve süt ürünlerinden sonra önemli bir kalsiyum ve magnezyum deposudur.

Pekmezin içermiş olduğu potasyum ve sodyumun vücuttan atılmasına yardımcı olarak yüksek tansiyon oluşumuna katkıda bulunabilir ve aynı zamanda damarların gevşemesine yardımcı olarak tansiyonun düşmesini sağlar (Farhan ve Rizvi, 2023). Potasyum, sodyumla birlikte osmotik basıncın ayarlanmasına, pH dengesinin sağlanmasına, kas kasılmasında, protein sentezinde ve hücre içi enzimlerin fonksiyonlarında önemli bir role sahiptir. Günlük potasyum ihtiyacını karşılamak pekmezle mümkün olabilmektedir (Kavas, 1990).

Üzüm pekmezi, kan hücrelerinin yapımında rol oynayan, sinir sistemi ve cilt sağlığında yardımcı olan, vücuttaki yağ ve kolesterol miktarının ayarlanmasında iş gören B6 vitamini de yeterli miktarda içermektedir. Günlük B6 vitamini ihtiyacının %15'i, pekmez tüketilerek karşılanabilir (Batu, 1993; Kavas, 1990). Ayrıca çinko, DNA'nın bilgisinin okunmasında rol oynayan transkripsiyon faktörleri için önemli bir mineraldir. Uzun süreli çinko eksikliği durumunda, transkripsiyon faktörleri işlev göremez ve bu durum çocuklarda cinsel bozukluk, yetersiz gelişme ve iştah azalması gibi sorunlara neden olabilir. Pekmez, çinko bakımından zengin bir kaynaktır (Kavas, 1990).

Her çeşit üzümde mevcut olmakla birlikte resveratrol, özellikle kırmızı ve siyah üzümlerde daha yüksek miktarlarda yer alır ve güçlü bir antioksidandır. Kansere yol açabilen serbest radikalleri nötralize ederek kansere karşı koruma sağlar. Bu bağlamda, kırmızı veya siyah üzümlerden yapılan pekmezler, resveratrol bakımından zengin bir besin kaynağı olarak ön plana çıkar. Resveratrol, kanser hücrelerinin bölünmesini, çoğalmasını ve yayılmasını engelleme konusunda etkilidir (Batu, 2011; Suri ve Chhabra, 2020).



## Pekmezde HMF Oluşumu

Pekmezin üretim prosesinde ve uygun olmayan sıcaklıklarda depolama süresince hidrosimetilfurfural (HMF) denen bir kimyasal oluşur. HMF, aromatik alkol, aromatik aldehyt ve furan halkasından oluşur; asidik ortamda heksozun parçalanması veya Maillard reaksiyonu sırasında bir ara ürün olarak oluşur (Morales, Romero, ve Jimenez-Perez, 1997). Ev yapımı yöntemlerle yüksek sıcaklıklarda üretilen pekmezlerde HMF'nin oldukça yüksek olduğu, ticari olarak vakum altında üretilen pekmezlerde ise daha düşük seviyelerde bulunduğu belirlenmiştir (Batu, 1991). HMF'nin şekerlerden oluşumu, zaman, sıcaklık, su aktivitesi, katalizör miktarı ve kullanılan şekerin yapısına bağlı olarak değişir. Ayrıca, HMF oluşumu, sıcaklık uygulaması altında sükrozun glukozidik bağların kolayca ayrılmasıyla serbest glukoz ve reaksiyon ara ürünü olan fruktofuronosil katyonu oluşması ve sonra bu katyonun yüksek sıcaklıkta hızlı bir şekilde HMF'ye dönüşmesiyle oluşabilir. Sükrozdan termal yolla veya asit katalizörlüğünde kolayca oluşan bu katyon, yüksek sıcaklık ve kuru koşullarda HMF'ye dönüşürken, aminoasitlerin varlığında fruktofuranosil amine dönüşebilir (Locas ve Yaylayan, 2008).

Pekmezde Renk esmerleşmesine oldukça karmaşık reaksiyonlar neden olabilmektedir. Bu reaksiyonlar genellikle istenmeyen tat, koku ve besin değerinin bozulmasına neden olabilirler. Pişirme sırasında gerçekleşen bu esmerleşme reaksiyonlarında iki ana reaksiyon karakteristiktir. Bunlardan ilki, enzimatik olmayan esmerleşme olan ve indirgen şekerlerle azotlu maddeler arasındaki reaksiyonlar zinciri oluşturan Maillard Reaksiyonu'dur, ikincisi ise şekerin karamelizasyonu olayıdır. Gıda maddelerinin doğal yapısında bulunmayan ancak şekerlerin parçalanma ürünleri arasında yer alan HMF'de şıralardaki renk esmerleşmesinde önemli bir role sahiptir (Batu, Aydoğmuş ve Batu, 2014). Pekmez üretiminde oluşan karamelizasyon, renk ve tat oluşumu üzerinde önemli bir etkiye sahiptir, ancak reaksiyonun belli aşamalarında meydana gelen 5-Hidrosimetil furfural (5-HMF) oluşumu kontrol altında tutulmalıdır. HMF için Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği'nde sıvı pekmezde en fazla 75 mg/kg, katı pekmezde ise 100 mg/kg'a kadar izin verilmektedir (TGK, 2017).

## Pekmez Örneklerinde Yapılan Analizler ve HMF İçerikleri

Pekmez, mutfaklarımızda yıllardır vazgeçilmez bir lezzet olarak yerini korur. Hem doğal bir tatlandırıcı olması hem

de besleyici özellikleri sayesinde sağlığımıza katkı sağlar. Ancak pekmezin sadece tatlı bir lezzet kaynağı olmadığını, aynı zamanda birçok sağlık faydasına sahip olduğu bilinmektedir.

Pekmez üretiminde renk değişimi kimyasal bir dönüşüm sonucu oluşur ve bu ise istenmeyen bir durumdur. Renk değişimi geleneksel tüketici için arzu edilen ancak sağlık bakımından pek istenmeyen bir durumdur (Batu, 1993). Gıda biliminde, bu dönüşüm "Maillard reaksiyonu" olarak adlandırılmaktadır. Bu reaksiyon, meyve şekerleri ile amino asitler arasında başlayıp koyu kahve renkli melanoidin oluşumuna kadar devam emektedir. Bu süreçte renk ve tat değişimleri üzerine etkili olan aldehyt ve keton gibi ara ürünler oluşur. Bu ara bileşikler arasında en yaygın olanı HMF'dir. HMF'nin oluşumu ortamın sıcaklık, pH ve işlem süresine bağlı olarak değişir. Sıcaklık arttıkça, süre uzadıkça ve pH seviyesi düştükçe HMF miktarı artar. Bu nedenle, genellikle köy pekmezlerinde daha fazla, vakum pekmezlerinde ise daha az HMF oluşmaktadır. Bu durum, iki pekmezin hem bileşim hem de renk açısından çok farklı olmasına neden olur (Batu, Aydoğmuş ve Batu, 2014; Ekşi, 2018).

Literatürde pekmezin HMF içeriği ile ilgili yeterli sayıda araştırma bulunmaktadır. Bu konuda yapılan bir araştırmada, Tosun ve Üstün (2003) tarafından piyasadan sağlanan 11 ayrı pekmez örneğinde yapılan bir araştırmada, 5 örneğin HMF içeriğinin TGK (2017)'nin izin verdiği 75 mg/kg'dan çok yüksek olduğu saptanmıştır. Bu yüksek HMF miktarı, açık kazan yöntemiyle üretilen pekmezlerde yüksek sıcaklık uygulamasının bir sonucu olabilir.

Koca vd., (2007) tarafından Karadeniz Bölgesi'ndeki marketlerden toplanan yedi farklı meyve türünden üretilmiş 50 pekmez örneği üzerinde yapmış oldukları bir araştırmada, altı üzüm pekmezi örneğinden dördünün HMF değerinin 75 mg/kg'ın altında olduğu, diğer ikisinin ise 99,80 ve 801,80 mg/kg değerlerinde olduğunu, altı adet şeker pancarı pekmezinin HMF değerlerinin sadece ikisi 75 mg/kg'ın altında gerçekleştiğini, diğer dört tanesi ise 109,60 ile 605,16 mg/kg arasında değiştiğini, yedi adet dut pekmezi örneğinden ise sadece üç tanesinin 75 mg/kg'ın altında çıktığını, diğer dört tanesi 84,90 ile 670,64 mg/kg arasında bulunmuştur. Yedi adet armut pekmezi, beş adet elma pekmezi, üç adet kızılcık pekmezi örnekleri ile beş adet erik pekmezi örneğinin HMF miktarlarının hepsinin 75 mg/kg'ın üzerinde çıkarak 175,78 ile 1403,56 mg/kg arasında değiştiği belirlenmişlerdir. Bu araştırmanın sonuçlarına göre, HMF değerlerinin büyük bir kısmı 75 mg/kg'ın üzerinde olduğu görülmektedir. Ayrıca, çok az sayıda örnek ise 75

mg/kg'ın altında olduğu belirlenmiştir. Bu değerlere göre, 75 mg/kg'ın altında olanların en azından bir kısmının vakum kazanlarıyla modern üretim teknolojisi kullanılarak üretilmiş olabileceği ve diğer HMF değerleri 75 mg/kg'ın ve hatta birçoğunun 100, 200 ve hatta bazılarının 300-400 mg/kg'ın üzerinde çıktığı, hatta bazı örneklerin ise 800-900 mg/kg'lara ulaştığı ve bunların kesinlikle geleneksel yöntemlere göre açık kazan yöntemiyle yüksek sıcaklık altında üretildiklerini göstermektedir. Bu durumda HMF değerleri yüksek olan pekmez örneklerinin sağlık açısından hiç uygun olmadığı sonucuna varılabilir.

Diğer bir araştırmada yerel üreticilerden temin edilen ticari ve geleneksel pekmez örneklerinin suda çözünür kuru madde (briks) içeriklerinin %64-79 aralığında olduğu belirlenmiştir. Görüldüğü gibi bazı örneklerin briks değerlerinin TGK (2017)'nin izin verdiği en düşük %68 briks değerinden daha düşük gerçekleşmiştir. Bu pekmezlerin HMF içerikleri incelenmiş ve sırasıyla sırasıyla dut pekmezlerinde 12,8-152 mg/kg arasında, üzüm pekmezlerinde 31-200 mg/kg arasında, nar pekmezlerinde ise 514-3500 mg/kg arasında değişmiş oldukları belirlenmiştir (Kuş, Göğüs ve Eren, 2005). Elde edilen sonuçlara göre, düşük HMF değerlerine sahip pekmezlerin ticari üretimden vakum altında kaynaklanmış olabileceği, yüksek HMF değerlerine sahip olanların ise geleneksel üretim yöntemleriyle elde edildiği tahmin edilmektedir.

Başka bir araştırmaya göre, beyaz üzüm, kırmızı üzüm ve nar sularının normal atmosfer koşullarında uzun süreli yüksek sıcaklıkta ısıtma işlemine tabi tutulması sonucunda HMF içeriklerinin başlangıç seviyelerine göre sırasıyla 153, 103 ve 104 kat daha fazla arttığı belirtilmiştir (Ersus, Akyüz, ve Tekin, 2019). Bu bulgulara göre, geleneksel yöntemlerle normal atmosfer koşullarında şeker içerikli meyve sularının koyulaştırılması, HMF bakımından potansiyel olarak çok tehlikeli bir ürün haline gelebilir.

### HMF'nin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Gıda kaynaklı 5-HMF'nin insan sağlığı üzerindeki potansiyel riski henüz net değildir. Ancak yüksek konsantrasyonlarda HMF'nin toksik etkilerinin yanı sıra üst solunuma, göze, deriye ve mukoz membranlara tahriş edici özelliklere sahip olabileceği bildirilmiştir. Kobay fareler üzerinde yapılan bir çalışmada, vücut ağırlığı dikkate alındığında, oral yolla alınan HMF'nin LD50 (letal doz) değerinin 3,1 g/kg olduğu ortaya konmuştur. Ayrıca, farelerde ve sıçanlarda 5-HMF'nin tümörojenik aktiviteleri olduğuna dair belirgin göstergeler bulunmaktadır; 5-HMF'nin kolondaki anormal hücre gruplarının oluşumunu teşvik ettiği ve öncü olduğu bildirilmiştir (Archer vd., 1992).

Başka bir çalışmada, farelere deri altından verilen HMF'nin (200 mg/kg vücut ağırlığı) lipomatöz tümörlere neden olduğu rapor edilmiştir. HMF'nin günlük alım dozu kişi başına 30-150 mg civarındadır, bu da kişi başına yaklaşık 2,5 mg/kg vücut ağırlığına denk gelir (Hulsoy vd., 2008).

Genel olarak, HMF'nin mutajenik etkisinin düşük olduğu vurgulansa da sıçanlar üzerinde yapılan bir çalışmada hepatik SULT varlığında test edildiğinde HMF'nin *S. typhimurium* TA104'te mutajenik olduğu bulunmuştur (Lee vd., 1995) ve insan SULT1A1'i ekspres eden bir *S. typhimurium* TA100 suşunda HMF'nin mutajenik olduğu da belirtilmiştir. Bu gözlemler, HMF'nin ana metabolik biyoaktivasyon yolunun, geleneksel bir Ames testinde mutajenik olduğu ve fare derisinde tümörleri başlattığı rapor edilen bir bileşik olan sülfoksimetilfurfurala (SMF) sülfotransferazlar tarafından sülfonasyon olduğunu göstermektedir (Lee, Shlyankevich, Jeong, Douglas, ve Surh, 1995). Bu nedenle, insanlarda, HMF'nin genotoksik metabolit SMF'ye biyoaktivasyonu için en kritik aday enzimin SULT1A1 olduğunu varsaymak mantıklı görünmektedir (Glatt, Schneider ve Liu, 2005). Ancak HMF'nin metabolizması sırasında SMF dışında başka metabolitlerin de oluşabileceği unutulmamalıdır. Bunlardan ikisi 5-hidroksimetil-2-furoik asit ve N-(5-hidroksimetil-2-furoil)-glisindir (Godfrey, Chen, Griffin, Lebetkin, ve Burka, 1999).

Yapılan diğer bir araştırmada HMF, 100 mM'ye 3 saat maruz kaldıktan sonra tüm hücre hatlarında önemli DNA hasarına neden olduğu en duyarlı olanı, HMF'nin 25 mM'de önemli DNA hasarın oluşumunu başlattığı vurgulanmıştır. Sonuç olarak, bu çalışmada HMF'nin hücrelerdeki SULT1A1 aktivitesinden bağımsız olarak in vitro DNA'ya zarar veren bir ajan olduğu gösterilmiştir (Durling, Buskve Hellman, 2009). Büyük miktarlarda HMF metabolitleri idrar yoluyla atılabilir. HMF'nin üç ay boyunca içme suyuna yüksek dozlarda eklenmesi, farelerde, özellikle böbreklerde hafif toksik etkilere neden olmuştur. Ancak, HMF'ye diyetle maruz kalma ile artan kanser riskleri arasındaki ilişkiye ilişkin hiçbir epidemiyolojik veri mevcut olmadığı belirtilmektedir (Bauer-Marinovic, Taugner, Floarian ve Glatt, 2012). Bütün bunlardan dolayı pekmez üretiminin insan sağlığını olumsuz olarak etkilemeyecek şekilde teknolojik olarak yapılması ve ayrıca piyasada satılan pekmezlerin de HMF değerleri ciddi bir şekilde denetlenmelidir.

### DNA'da Hasar Oluşumu

Serbest radikaller, vücuttaki metabolik süreçlerin bir sonucu olarak oluşan kimyasal bileşiklerdir. Biyolojik

sistemde en önemli serbest radikaller oksijen kaynaklı olanlar olup bu tür radikallere reaktif oksijen türleri (ROS) adı verilmektedir (Gülbahar, 2007). Normalde, vücuttaki doğal metabolik süreçlerle meydana gelen serbest radikal ler, radikal parçalayan antioksidan sistemler tarafından yok edilirler. Ancak, çeşitli sebeplerle reaktif oksijen türlerinin çoğalması ve antioksidan mekanizmalarının yetememesi sonucunda oksidatif stres adı verilen bir dizi patolojik olay oluşmaktadır (Atmaca ve Aksoy, 2009). Oksidatif stres, farklı mekanizmalarla DNA üzerinde baz ve şeker modifikasyonları, tek ve çift zincir kırıkları, abazik bölgeler, DNA-protein çapraz bağlanması gibi çeşitli lezyonlara neden olarak hasara yol açar (Cooke, Evans, Dizdaroğlu ve Lunec, 2003).

Nükleik asitler, genetik bilginin saklanması ve ifade edilmesi için gereklidir. Bir organizmanın gelişimini yönlendiren bilgiyi içeren ve bunu kodlayan DND'dir. DNA'nın bütünlüğü çevresel faktörlerin etkisi altında sürekli tehdit altında olabilir. Hücre içinde DNA replikasyonu ve DNA rekombinasyonu sırasında, hücrenin yapısında endojen olarak değişiklikler oluşabilir ve bu değişiklikler, DNA'nın moleküler bütünlüğünde iç ve dış faktörlerin etkisiyle oluşan hasarlardır. DNA hasarı, hücre yaşamı boyunca yaygın olarak görülen bir durum olup mutasyon, kanser, yaşlanma ve hücre ölümü gibi olaylara neden olabilir (Atmaca ve Aksoy, 2009).

HMF'nin sağlık açısından risk taşıdığı bir gerçektir çünkü sindirim sırasında sülfoksimetilfurfural (SMF) adlı başka bir bileşik haline dönüşebilir. SMF, genotoksik ve mutajenik etkilere sahiptir, yani DNA hasarına neden olabilir (EFSA [European Food Safety Authority], 2005; Bakhiya Monien, Frank, Seidel, ve Glatt., 2009). JECFA [Gıda Katkı Maddeleri ve Bulaşanlar Ortak Uzman Komitesi] (1996) ve EFSA (2015)'e göre HMF için belirlenen endişe eşiği, kişi başı günlük 540 µg'dır. Bununla birlikte, EFSA tarafından yapılan tahminlere göre, kişi başına günlük alım miktarı 1600 µg civarındadır. Bu durum, belirlenen endişe eşiğinin yaklaşık üç katı bir alım miktarına işaret eder, bu da HMF'ye maruz kalmanın potansiyel sağlık risklerini artırabileceği anlamına gelir (Ekşi, 2018). Bu durum, tüketilen HMF miktarının endişe eşiğini aştığını göstermektedir. Bu bağlamda, gıdalardaki HMF oluşumunun azaltılması önemlidir. Gıda güvenliği açısından bu konuda tedbirler alınmalı ve üretim yöntemleri gözden geçirilmelidir.

## Sonuç ve Öneriler

Dünya genelinde artan kanser vakaları ve tedavisiyle ilgili zorluklar, çok büyük boyutlarda bir sorun oluşturmaktadır. Gıda maddelerinde kanser oluşumuna neden olabilecek riskli bileşenlerin bulunması, konunun önemini daha da arttırmaktadır. Bu nedenle, gıda güvenliğini tehdit edebileceği düşünülen HMF'nin farklı gıdalardaki miktarlarının belirlenmesi ve depolama sürecindeki artış düzeylerinin belirlenmesi önemlidir. Ayrıca, pekmez üretiminde HMF oluşumunu engelleyen yöntemlere pekmez üretiminin gerçekleştirilmesi yerinde olacaktır. Bu bağlamda vakum yöntemi ile üretilen pekmezler, istenilen konsantrasyon, renk, tat ve koku profilinde kontrollü bir şekilde üretilmekte ve HMF oluşumu minimize edilerek besleyici bileşenlerin yüksek oranda korunması sağlanmaktadır. Bu yöntem aynı zamanda metal bulaşısını önleyerek daha sağlıklı pekmez üretimine imkan tanımaktadır.

Bu kadar yüksek ve kaliteli besin içeriğine sahip ve sağlıklı bir ürün olan pekmezin, bir kısmı geleneksel üretim yöntemlerine göre üretilmektedir. Bu nedenle bilinçsiz bir şekilde tüketildiğinde fayda sağlamak yerine zarar verebilir.

İnternet sitelerinde köy pekmezi, doğal veya organik pekmez gibi isimlerle satılan birçok pekmez bulunmaktadır. Eğer bu pekmezler vakum kazanlarında pişirilmemiş ve açık kazanlarda geleneksel yöntemlerle pişirilmişse, özellikle açık kazanda pişirme sırasında bir kepçe veya kevgirle sürekli karıştırma yapılmamışsa, sağlık açısından sakıncalı olabilir. Bu nedenle, piyasada satılan pekmezlerin dikkatli bir şekilde ayırt edilebilmesi ve vakum altında üretilmiş olanının tercih edilmesi insan sağlığı ve gıda güvenliği açısından kritik bir öneme sahiptir.

Market raflarında pekmezler (bal ve reçel grubu da buna dahil) doğrudan güneş alan bir yerde tutulmamalıdır. Tersi durumunda içerisindeki HMF değeri yükselir. Özellikle Güneydoğu Anadolu, Akdeniz, Ege vb bölgeleri gibi özellikle yaz aylarında çok sıcak olan bölgelerde bu durum çok önemlidir. Bu yüzden satın almak istediğiniz noktalarda pekmezin gün ışığı ile temasının olmadığı ürünler tercih edilmelidir. Ayrıca pekmezler ambalajlanmasında amber renkli şişelerin kullanılması faydalı olacaktır.

İçeriğindeki yüksek kalori nedeniyle aşırı tüketimi kilo alımına ve vücutta yağlanmaya neden olabilmektedir. Ayrıca diyabetlerin pekmez ve bal gibi şeker içerikli maddelerden uzak durmalarında büyük fayda vardır. Bazı satıcılar bu pekmez bu bal şeker hastalığına şifadır diye ürün

satmaya çalışmaktadırlar. Bu doğru değildir. Son olarak pekmez tüketimi yapacak olan halkımızın pekmezin içerdiği HMF bakımından daha bilinçli hale getirilmesi gerekmektedir.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Yazar Katkıları:** Ali BATU, Makale tümüyle yazar tarafından hazırlanmıştır.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Author Contributions:** Ali BATU, the article was prepared entirely by the author.

### Kaynaklar

- Archer, M. C., Bruce, W. R., Chan, C. C., Corpet, D. E., Medline, A., Roncucci, L., ... & Zhang, X. M. (1992). Aberrant crypt foci and microadenoma as markers for colon cancer. *Environmental health perspectives*, 98, 195-197.
- Atmaca, E. & Aksoy, A. (2009) Oksidatif DNA ve kromatografik yöntemlerle tespit edilmesi. *YYU Veteriner Fakültesi Dergisi*, 20(2), 79-83.
- Bakhiya, N., Monien, B., Frank, H., Seidel, A. & Glatt, H. (2009). Renal organic anion transporters OAT1 and OAT3 mediate the cellular accumulation of 5-sulfooxymethylfurfural, a reactive, nephrotoxic metabolite of the Maillard product 5-hydroxymethylfurfural. *Biochemical Pharmacology*, 78, 414-419.
- Batu, A. (1991). Farklı iki yöntemle üretilen kuru üzüm pekmezinde oluşan kimyasal Değişmeler üzerine bir araştırma. *Tokat Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(1), 179-189.
- Batu, A. (1993). The importance of raisin and molasses for human health and nutrition. *Gıda*, 18(5), 303-307.
- Batu, A. (2005). Production of liquid and white solid pekmez in Turkey. *Journal of Food Quality*, 28 (5-6), 417-427.
- Batu, A. (2006). Klasik ve modern yöntemle göre sıvı ve beyaz katı üzüm pekmezi (Zile Pekmezi) üretimi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2, 9-26.
- Batu, A. (2011). Üzüm, pekmez ve insan sağlığı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6(2), 25-35.
- Batu, A. & Gök, V. (2006). Pekmez üretiminde HACCP uygulaması. *Gıda Teknolojisi Elektronik Dergisi*, 7(3), 1-18.
- Batu, A., Aydoğmuş, R.E. & Batu, H.S. (2014). Gıdalarda hidroksimetilfurfural (HMF) oluşumu ve insan sağlığı üzerine etkisi. *Electronic Journal of Food Technology*, 9 (1), 40-55.
- Bauer-Marinovic, M., Taugner, F., Florian, S., & Glatt, H. (2012). Toxicity studies with 5-hydroxymethylfurfural and its metabolite 5-sulphoxymethylfurfural in wild-type mice and transgenic mice expressing human sulphotransferases 1A1 and 1A2. *Archives of toxicology*, 86, 701-711.
- Cooke, M. S., Evans, M. D., Dizdaroglu, M., & Lunec, J. (2003). Oxidative DNA damage: mechanisms, mutation, and disease. *The FASEB Journal*, 17(10), 1195-1214.
- Durling, L.J.K., Busk, L. & Hellman, B. E. (2009). Evaluation of the DNA damaging effect of the heat-induced food toxicant 5-hydroxymethylfurfural (HMF) in various cell lines with different activities of sulfotransferases. *Food and Chemical Toxicology*, 47, 880-884
- EFSA, (2005). Opinion of the scientific panel on food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food (afc) on a request from the commission related to flavouring group evaluation 13. *The EFSA Journal*, 215;1-73.
- EFSA, (2015). Scientific opinion on flavouring group evaluation 67 revision 2 (FGE.67Rev2): Consideration of 28 furan-substituted compounds evaluated by JECFA at the 55th, 65th and 69th meetings (JECFA, 2001, 2006a, 2009b)1 EFSA panel on food contact materials, enzymes, flavourings and processing aids (CEF). *EFSA Journal*, 13(5), 4115, 1-107.
- Ersus, S., Akyüz, A. & Tekin, İ. (2019). Hydroxymethyl furfural formation in grape and pomegranate juices over heating treatments. November 2019. Conference: 1st International / 11th National Food Engineering Congress. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 44, 63-67.
- Farhan, M. & Rizvi, A. (2023). The pharmacological properties of red grape polyphenol resveratrol: clinical trials and obstacles in drug development. *Nutrients*, 15, 4486.
- Glatt, H., Schneider, H. & Liu, Y. (2005). V79-hCYP2E1-hSULT1A1, a cell line for the sensitive detection of genotoxic effects induced by carbohydrate pyrolysis products and other food-borne chemicals. *Mutat. Res.*, 580, 41-52.
- Godfrey, V.B., Chen, L.J., Griffin, R.J., Lebetkin, E.H. & Burka, L.T. (1999). Distribution and metabolism of (5-hydroxymethyl)furfural in male F344 rats and B6C3F1 mice after oral administration. *J. Toxicol. Environ. Health*, 57, 199-210
- Gülbahar, Ö. (2007). Protein oksidasyonunun mekanizması önemi ve yaşlılıkla ilişkisi. *Turkish Journal of Geriatrics*, 10 (1), 43-48.



- Hulsoy, T., Haugen, M., Murkovic, M., Jobstl, D., Stolen, L.H., Bjellaas, T., & Alexander, J. (2008). Dietary exposure to 5-hydroxymethylfurfural from Norwegian food and correlations with urine metabolites of short-term exposure. *Food Chem Toxicol*, 46,3697-3702.
- JECFA, (1996). Toxicological evaluation of certain food additives. The forty-fourth meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives and contaminants JECFA - WHO Food Additives Series, 1996 - IFCS WHO Geneva
- Kavas, A. (1990). İncir ve üzümün beslenmedeki yeri ve önemi. "Sağlıklı beslenmede kuru incir ve çekirdeksiz kuru üzümün önemi" semineri. İzmir Ticaret Odası. 8 Mayıs 1990. İzmir.
- Keskiner, D. (2022). Pekmezin faydaları nelerdir? Pekmez neye iyi gelir? <https://www.florence.com.tr/pekmezin-faydalari> adresinden erişildi. Erişim tarihi: 10.02.2024
- Koca, İ., Koca, A.F., Karadeniz, B. & Yolcu H. (2007). Karadeniz bölgesinde üretilen bazı pekmez çeşitlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2, 1-6.
- Kuş, S., Göğüş, F. & Eren, S. (2005). Hydroxymethyl furfural content of concentrated food products. *International Journal of Food Properties*, 8, 367–375.
- Lee, Y.C., Shlyankevich, M., Jeong, H.K., Douglas, J.S. & Surh, Y.J. (1995). Bioactivation of 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde to an electrophilic and mutagenic allylic sulfuric acid ester. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 209, 996–1002.
- Locas P. C. & Yaylayan V.A. (2008). Isotope labeling studies on the formation of 5-(Hydroxymethyl)-2-furaldehyde (HMF) from sucrose by pyrolysis-GC/MS J. *Agric. Food Chem*, 56, 6717–6723.
- Morales, F.J., Romero, C. & Jimenez-Perez, S. (1997). Chromatographic determination of bound hydroxymethylfurfural as an index of milk protein glycosylation. *J. Agric. Food Chem*, 45, 1570–1573.
- Suri, P.S. & Chhabra, P. A. (2020). Review presence of 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) in food products: Positive and negative impacts on human health. *Int J Forens Sci.*, 5(2), 1-10.
- Şen, B. & Şenman, S. (2024). Pekmezin faydaları nelerdir? Dut pekmezi ne işe yarar? <https://www.memorial.com.tr/saglik-rehberi/pekmezin-faydalari>. Erişim tarihi: 10.02.2024
- Taneli, B. (1990). Bebek Beslenmesinde İncir ve Üzümün Önemi. "Sağlıklı beslenmede kuru incir ve çekirdeksiz kuru üzümün önemi" semineri. İzmir Ticaret Odası. 8 Mayıs 1990. Tarışbank Genel Müdürlüğü Yayın No: 1990/2 Sayfa:23-32. İzmir.
- TGK, (2017). Türk Gıda Kodeksi: Üzüm Pekmezi Tebliği (Tebliğ No:2017/8) Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Resmi Gazete: 30 Haziran 2017. Sayı 30110
- Tosun, I. & Üstün, N.S. (2003). Nonenzymic browning during storage of white hard grape pekmez (Zile pekmezi), *Food Chemistry*, 80, 441–443.
- Turhan, İ., Tetik, N. & Karhan, M. (2007). Keçiboynuzu Pekmezinin Bileşimi ve Üretim Aşamaları. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2007 (2) 39-44.