



## Obezitede Tat Duyusunun Etkisi: Yağ Algısı

Elif Esra Öztürk-Duran, Derya Dikmen \*

Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, 06100 Ankara, Türkiye

### MAKALE BİLGİSİ

#### Derleme Makale

Geliş 28 Kasım 2017  
Kabul 13 Şubat 2018

#### Anahtar Kelimeler:

Tat duyusu  
Yağ tadı  
Yağ algısı  
Yağ eşik değeri  
Obezite

\*Sorumlu Yazar:

E-mail: ddikmen@hacettepe.edu.tr

### Ö Z E T

Son yıllarda yaşam tarzında meydana gelen değişiklikler yeme davranışını da beraberinde etkilemektedir. Değişen yaşam koşullarıyla beraber duyuşal çekiciliği fazla olan hazır besinlerin tüketimi büyük oranda artış göstermektedir. Hazır besinlerdeki duyuşal istek artışının temel sebeplerinden biri besinlerin içermiş olduğu yağ miktarı olarak gösterilmektedir. Yağ içeriği fazla olan besinlerin tüketiminin artmasıyla; ağızda yağ asidi eşik değeri artışı meydana gelmekte, yağ algısına karşı duyarsızlaşma ve sonunda da aşırı besin tüketimine bağlı olarak obeziteye sebep olmaktadır. Her ne kadar beş temel tat arasında yer almasa da yağ algısı-duyusu, yağ tadı olarak tanımlanmaya başlamış olup, iştah kontrolü ve besin seçimi mekanizmaları üzerinde etkilidir. Çağımız global sorunu olan obezitenin önlenmesi ve tedavisinde yağ algısının önemi gittikçe artmaktadır. Bu derleme yağ algısı ve obezite üzerine etkisini incelemek amacıyla planlanmıştır.

Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 6(5): 550-556, 2018

## The Effect of Taste Sense in Obesity: Fat Taste Sensation

### ARTICLE INFO

#### Review Article

Received 28 November 2017  
Accepted 13 February 2018

#### Keywords:

Taste sense  
Fat taste  
Fat taste sensation  
Fat threshold  
Obesity

\*Corresponding Author:

E-mail: ddikmen@hacettepe.edu.tr

### ABSTRACT

Recently, the consumption of ready to eat foods has greatly increased and with the life style it has become extremely easy to reach them with a lot of sensory attractiveness. Mainly, fat, is responsible for the sensory attractiveness of ready to eat foods. Changes in eating habits have an important role in obesity, such as increased consumption of ready-to-eat foods cause increase in fatty acid threshold and fat taste desensitization. However, the fat taste sensation is not defined as five basic taste, it is now recently recognized as fat taste and also it has effect on appetite and food choice mechanisms. In order to prevent and treat obesity the importance of fat taste sensation is increasing. This review was planned to examine the effect of fat taste sensation on obesity.

## Giriş

Obezite, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde görülme sıklığı giderek artan önemli bir halk sağlığı sorunudur. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) verilerine göre son 45 yılda obezite görülme sıklığı 3 kat artış göstermiştir. Yine DSÖ verilerine göre, 2006 yılında dünyada 400 milyonun üzerinde obez ve 1,6 milyar hafif şişman birey bulunurken, bu rakam 2016 yılında 650 milyon obez ve 1,9 milyar hafif şişman bireye ulaşmıştır (World Health Organization, 2017). Obezitenin görülme sıklığındaki artış ve ilişkili olduğu beslenmeye bağlı kronik hastalıkların (insüline bağımlı olmayan diyabet, kardiyovasküler bozukluk, kanser ve nörodejeneratif hastalıklar) zararlı etkileri nedeniyle 21.yüzyılın global bir halk sağlığı sorunu ve adeta salgını haline gelmiştir (Besnard ve ark., 2016).

Obezitenin önlenmesinde geliştirilen önemli çözüm önerileri arasında iştah kontrolü, tat algısı ve besin seçimi mekanizmaları yer almaktadır (Newman ve ark., 2016). Tat algısı besin seçiminde duyuusal algılama sistemi olarak işlev görür ve tat duyusundaki herhangi bir bozukluk aşırı enerji alımına sebep olabilir (Liu ve ark., 2016). Tat duyusu besini tüketme ya da tüketmeme gibi spesifik yeme yanıtları oluşturmak için besinin kalitesi ve yapısı hakkında önemli bilgiler sağlamaktır (Besnard ve ark., 2016). Tat duyusundan sorumlu olan birincil organ, dildir (Keast ve Costanzo, 2015). Tadı algılama işlemi ilk önce; yiyecek ve içeceklerin tadının tanınmasını sağlayan dil ve yumuşak damak üzerinde bulunan tat tomurcuklarında kümelenmiş tat alıcı hücrelerin seviyesindeki değişikliklerle sağlanır (Asano ve ark., 2016).

Bilinen beş temel tat bulunmaktadır; tatlı, tuzlu, ekşi, acı ve umami (monosodyum glutamat) (Besnard ve ark., 2016). Son zamanlarda, 5 temel tatla birlikte yağ tadı da prototipik bir tat olarak önerilmektedir (Izumi ve ark., 2016). Yağın tat olarak önerilmesinde ise dilin tat tomurcuğu hücrelerinde bulunan yağ asit reseptörlerinin (CD 36, G proteine bağlı reseptörler, gecikmiş düzeltici potasyum kanalları) tanımlanması ve bu hücrelerin tat sinirlerini harekete geçirmesine dayandırılmaktadır (Izumi ve ark., 2016; Neyraud ve ark., 2012).

Yağlar, en yoğun enerji kaynağıdır, vücut için gerekli olan elzem yağ asitlerini sağlamakla beraber, yağda çözünen vitaminlerin vücutta taşınmasında da görev alırlar (Laugerette ve ark., 2007). Buna karşılık aşırı yağ tüketimi, aşırı enerji alımında ve dolayısıyla da ağırlık artışıdaki önemli sebeplerden biridir. Yağlar insan vücudu için elzem olmasının yanı sıra besin seçiminde bireylerin duyuusal açıdan etkilenmelerine de yol açan önemli bir lezzet vericidir (Bolhuis ve ark., 2015).

Obezitenin etiolojisine yönelik yapılan çalışmalarda, obeziteye neden olan önemli etmenlerden birinin de yağ içeriği fazla olan besinlerin sıklıkla tüketilmesidir (Bray ve ark., 2004). Son yıllarda değişen yaşam koşullarıyla beraber bireylerin hazır besinlere yönelimi ve bu besinlerin tüketimi büyük oranda artış göstermektedir. Tüketime hazır besinlerin tercih edilmesinin temel sebepleri arasında besinlerin yüksek yağ içeriği gösterilmektedir (Méjean ve ark., 2015). Yağ içeriği yüksek besinlerin tüketiminin artmasıyla; ağızda yağ asidi eşik değerinde artışlar meydana gelmekte, yağ asidi tadına

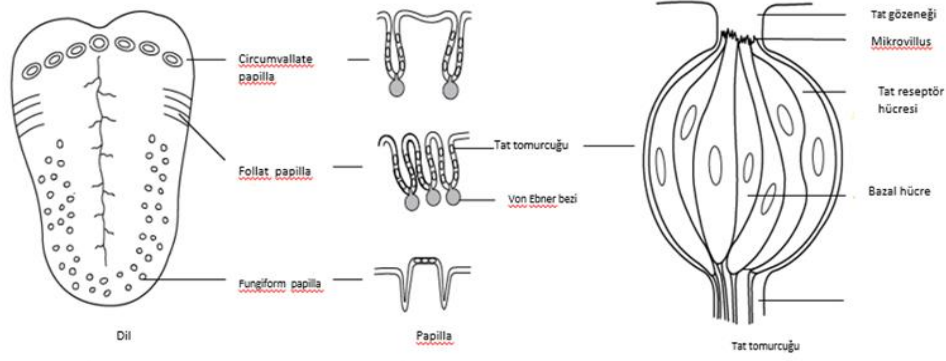
karşı duyarsızlaşma ve sonunda da obeziteye sebep olmaktadır. Obez ve normal ağırlıktaki bireyler özellikle diyet uygulamaları açısından kıyaslandığı zaman, obez bireylerin yüksek yağlı diyetleri daha çok tercih ettikleri bulunmuştur (Keast ve Costanzo, 2015). Bu nedenle iştah kontrolü ve besin seçimi mekanizmalarını tanımlamak obezitenin nasıl tedavi edileceğini ya da önlenileceğini belirlemek açısından önemlidir.

## Tat Duyusu

Besin seçiminde önemli rol oynayan tat duyusu, besin algılama sistemi olarak işlev görmektedir (Liu ve ark., 2016). Tadı veren kimyasal moleküller aracılığıyla dil, yumuşak damak ve oro farengeal bölgede reseptörleri uyardığında oluşturulan hissi ifade etmektedir (Breslin ve Spector, 2008). Tadın algılanmasında olfaktör sistem ve somatoduyusal sisteminde katkısı bulunmaktadır (Buck ve Bargmann, 2000). Ayrıca dil de besin ağza alındıktan sonra besinin parçalanmasına ve bolus şekline gelmesine yardımcı olmaktadır (Keast ve Costanzo, 2015). Besinlerin parçalanması sırasında oluşan uçucu moleküllerin algılanması ve tanınması olfaktör sistem aracılığıyla gerçekleştirilir. Somatoduyusal sistem besinlerin dokusunun / kıvamının algılanmasında rol almaktadır (Buck ve Bargmann, 2000). Tadın algılanması, tat hücrelerinin tada ilişkin bilgileri önce tat ile ilgili sinirlere ardından merkezi sinir sistemine iletimiyle gerçekleşmektedir (Narukawa ve ark., 2017).

Memelilerin dilinin yüzeyinde, filiform (sensör olmayan yapılar), fungiform, foliat ve sirkumvallat papilla olmak üzere 4 çeşit papilla vardır. Fungiform, foliat ve sirkumvallat papillalar farklı tatların algılanmasından sorumlu olup tatlı, ekşi, tuzlu, acı ve umami olmak üzere beş temel tadı ortaya çıkarmaktadır (Pérez ve ark., 2002). Sirkumvallat ve foliat papillaları sırasıyla arka dilin orta ve yan bölgelerinde bulunurken fungiform papillalar ön kısımda bulunur. Fungiform papillalardaki tat reseptör hücreleri, korda timpani siniriyle (yani, VII. cranial sinir çifti), foliat ve sirkumvallat papillalar; glossofaringeal sinir (yani, IX. cranial sinir çifti) ile sinapslar oluşturmaktadır (Laugerette ve ark., 2007).

Tat tomurcukları şekil olarak soğana benzeyip yaklaşık olarak 50-150 hücre içermekte ve bu duyu papillalarında bulunmaktadır (Pérez ve ark., 2002). İnsanlarda yaklaşık olarak 5000 tane tat tomurcuğu bulunmaktadır (Chaudhari ve Roper, 2010). Genel olarak dildeki epitelde lokalize olan tat tomurcukları yumuşak damak, farinks ve üst özofagusta da nadiren görülebilir. Tat tomurcuklarının çoğu, tükürük enzimlerini üreten ve salan von Ebner bezlerine bağlı olan sirkumvallat papillada bulunur (Asano ve ark., 2016). Tat tomurcuklarının alt tarafı korda timpani ve glossofaringeal sinirlerden gelen aferent liflere bağlıdır. Tat tomurcuklarında iletişim kılcal damar ağı ile sağlanmaktadır (Besnard ve ark., 2016). Tat reseptör hücrelerinin uç kısmında, mikrovilluslar, çeşitli tatların algılanması ve belirlenmesi için “tat gözenekleri” adı verilen yapıyı oluştururlar (Chandrashekar ve ark., 2006).



Şekil 1 Dildeki tat papillalarının ve tat tomurcuğunun şekilsel gösterimi  
Figure 1 Shape representation of taste papillae and taste buds on the tongue

Her tat tomurcuğu, üç farklı olgun (tip I,II, III) ve bir bazal hücre (tip IV) olmak üzere dört farklı hücre çeşidinden oluşmaktadır.

Tip I hücreleri, Tip II ve Tip III hücrelerin normal işleyişi için tat tomurcuklarındaki "destekleyici hücreler" olarak ifade edilmektedir (Pérez ve ark., 2002). Ayrıca Tip I hücrelerin sodyumu algılamayı sağlayan hücreler oldukları düşünülmektedir. Tip II hücreler reseptör hücreler olarak adlandırılırlar. Tatlı, acı ve umami tat bileşiklerini algılamayı sağlamaktadırlar (Besnard ve ark., 2016; Pérez ve ark., 2002). Tip II hücreler, hücrelerin plazma membranına yerleşmiş olarak bulunurlar. Bu tat reseptörleri G protein bağlı reseptörlerdir (Chaudhari ve Roper, 2010). Tip III hücreler sinapslarla ilişkili proteinleri ifade eder ve sinir uçlarıyla sinaptik bağlantılar oluştururlar (Chaudhari ve Roper, 2010). Tip III hücreler presinaptik hücrelerdir ve tat sinyallerini sinapslar aracılığıyla aferent sinire iletirler. Tip III hücreler ekşi tadın algılamasını sağlarlar. Son olarak, Tip IV hücreler, tat tomurcuk hücreleri yenilenmesinden sorumlu öncü hücrelerdir (Besnard ve ark., 2016). Tat hücrelerinin yapım ve yıkımı yaşam süresi boyunca devam etmektedir. Tat hücrelerinin ortalama ömrü 8-12 gündür (Narukawa ve ark., 2017).

Yaygın olarak bilinen beş temel tat bulunmaktadır; tatlı, tuzlu, ekşi, acı ve umami (monosodyum glutamatın tadı) (Besnard ve ark., 2016). Tatlı tat, bir enerji kaynağı olan karbonhidratların varlığına işaret eder. Türk Standartları Enstitüsüne göre tatlı tat, sükröz ve aspartam gibi doğal veya yapay maddelerin seyreltik sulu çözeltilerinin oluşturduğu temel tat olarak tanımlanmıştır. Tuzlu tat; vücudun su dengesini korumak için gereken tuz tüketimini yönetir. Tuzlu tat, sodyum klorür gibi bazı maddelerin seyreltik sulu çözeltilerinin oluşturduğu temel tadı ifade etmektedir. Acı tat, vücudu zehirli maddelerin alınmasına karşı korur. Acı tat, kinin ve kafein gibi çeşitli maddelerin seyreltik sulu çözeltilerinin oluşturduğu temel tattır. Ekşi tat, çürümüş gıdalarda ve olgunlaşmamış meyvelerde bulunan diyet asitlerinin varlığına işaret eder. Ekşi tat, genellikle organik asit bulunmasından kaynaklanan karışık tat duygusunu ifade etmektedir. Umami tat, protein açısından zengin besinleri tanımlamaya yardımcı olur. Umami, belirli türde amino asit veya mono sodyum glutamat veya disodyum inosinat nükleotidleri gibi maddelerin seyreltik sulu çözeltilerinin oluşturduğu temel tadı ifade etmektedir (Asano ve ark.,

2016; TSE, 2014).

Tatlı ve umami tatları, G proteinine bağlı reseptörler (GPCR) -T1R1, T1R2 ve T1R3'den oluşan homodimerik veya heterodimerik kompleksler tarafından tespit edilir. Acı tat, G proteinine bağlı reseptörlerden (GPCR) T2R aracılığıyla algılanır (Adler ve ark., 2000).

Ekşi ve tuzlu tatların genellikle iyon kanalları vasıtasıyla tespit edildiği düşünülmektedir. Ekşi tat, hücre içi proton konsantrasyonu değişikliğini sağlayarak algılanabilir. Tuzlu tat için, başlıca uyarıcı (Na<sup>+</sup>), apikal tat tomurcuklarındaki katyon kanalları boyunca sızabilir ve reseptör hücrelerinin depolarizasyonuna neden olabilir (D. Liu ve ark., 2016).

### Yağın Tat Olarak Algılanması

Yağ terimi doğal olarak oluşan trigliseritleri belirtmek için kullanılır. Yağlar insanların günlük diyetlerinin vazgeçilmez bir bileşenidir. Diyetteki yağın eksikliği, görme bozukluğu, büyüme geriliği, deri lezyonlarının oluşmasına ve öğrenme yeteneklerinde azalmaya neden olur. Diyetle aşırı yağ tüketiminin sağlık üzerinde olumsuz etkileri vardır ve obezite diyabet ve kanser gibi beslenmeye bağlı kronik hastalık riskini artırır (D. Liu ve ark., 2016). Diyetle beraber yağların vücuda alınması enerji yoğunluğunun yüksek olması sebebiyle aşırı enerji alımına, ağırlık artışına ve obeziteye sebep olmaktadır. Bu yüzden özellikle obez ve hafif şişman bireylerde diyetlerindeki yağ miktarlarının düzenlenmesi önemlidir (Keast ve Costanzo, 2015).

Yağlar, Aristo ve arkadaşları tarafından M.Ö. 330'da tat olarak sınıflandırılmıştır. Daha sonraki zamanlarda, besinlerde dokuya ve lezzete etkisiyle ilişkilendirilmiştir ancak tat duygusu ile ilişkilendirilmemiştir. Bir uyarıcının tat olarak algılanması için Mattes (2011)'e göre altı kritere uyması gerekir:

- Adaptif avantaj sağlamalı, bireylerin günlük diyetlerinde yağlar (özellikle elzem yağ asitlerinin) belirli bir düzeye kadar bulunması gerekmektedir. Ayrıca yağ, bulunduğu besinlere lezzet verici olmasının yanı sıra pürüzsüzlük ve kalınlık gibi verdikleri dokusal özellikler de sağlamaktadır (Mattes, 2011).
- Duyusal uyarıların ayrı bir sınıfı olmalıdır ve yağ tadından sorumlu uyarıcılar, yağların ve yağ asitlerinin parçalanma ürünleridir.

- Uyarıların kimyasal kodunu elektrik sinyaline aktarmak için reseptör içeren iletim mekanizmaları olmalıdır. Tat tomurcuğu hücrelerinde CD36 ve G proteinine bağlı reseptör (GPCR) 120'nin, en muhtemel aday reseptörler olduklarını ve çok sayıda tat iletim mekanizmalarını da içerdiğini ortaya koymaktadır.
- Beyindeki tadı algılama bölgelerine elektrik sinyallerinin sinir iletimi olmalıdır.
- Diğer tatların özelliklerinden algısal bağımsızlığı olmalıdır (Keast ve Costanzo, 2015; Mattes, 2011). Algısal bağımsızlık kriteri yağ tadı için diğer kriterlerle kıyaslandığında tartışmalıdır. Bu tartışma, şeker veya sodyum klorür (NaCl) gibi temel tatlarda kesin bir algısal bağımsızlık kriteri olmamasından kaynaklanmaktadır. Her ne kadar temel tatlar kadar kesin olmasa da yağ tadı için de algısal bağımsızlık olduğunu ileri süren çalışmalar mevcuttur. (Galindo ve ark., 2012; Newman ve Keast, 2013; Stewart ve ark., 2010).
- Tat tomurcuğu hücrelerinin aktivasyonundan sonra fizyolojik etkiler olmalıdır (Keast ve Costanzo, 2015; Mattes, 2011).

Yağ asitlerinin tat sistemi üzerindeki etkilerini göstermesiyle beraber yağ algısı 6. tat olarak düşünülmektedir (Bolhuis ve ark., 2015)

Yağ algısı duyarlılığı genellikle eşik değer ölçümleri ile belirlenmektedir. Yağ tadı belirlemek için eşik değer ölçümlerinde farklı yöntemlerde kullanılmıştır, örneğin yağ emdirilmiş polisakkaritten yapılan yenilebilir tat çubukları kullanılmıştır (Ebba ve ark., 2012; Melis, ve ark., 2015). Yağlara verilen oral yanıtları değerlendirmede bir diğer alternatif yöntem; yağ içeriği fazla olan salata sosları, kek ya da dondurma gibi test besinleri kullanmaktır (Keller ve ark., 2012; Liang ve ark., 2012). Ayrıca kullanılan bir diğer yöntem de ultrasonik işlemden geçirilmiş (UHT) süt (Haryono ve ark., 2014; Jessica ve ark., 2011) ya da deiyonize su (Chalé-Rush ve ark., 2007) ile hazırlanan yağ asidi içeren test çözeltileri kullanmaktır. Bu yöntemde, test çözeltileri ile birlikte içerisinde yağ asidinin bulunmadığı kontrol çözeltileri de oluşturulur ve katılımcılara sunulur. İçerisinde yağ asidi olan çözeltiyi ayırt etmeleri istenmektedir (Haryono ve ark., 2014).

### Yağ Asidi Tat Reseptörleri

Esterleşmemiş yağ asidi reseptörleri CD 36, G proteinine bağlı reseptörler ve gecikmiş düzeltici potasyum kanallarıdır (DRK) ve bu reseptörler yağ tadı sinyalinin algılanmasını sağlamaktadır (Poette ve ark., 2014).

#### CD 36

CD 36 bir yağ asidi taşıyıcısıdır ve yağ asidi içeren besinlerin oral olarak algılanmasını sağlayan mekanizmalarından biridir (Abumrad, 2005). CD 36, insanlarda tat tomurcuğlarında, özellikle de sirkumvallat ve foliat papilla üzerinde bulunur. CD 36'nın genetik varyantları, oleik asit (C18: 1) eşik değerinin

belirlenmesiyle ilişkilidir (Simons ve ark., 2011). CD 36'nın insandaki eksikliği, kardiyovasküler sağlık açısından etkileri nedeniyle incelenmiştir. İnsanda CD 36 eksikliğinin iki formu bilinmektedir: Tip I, trombosit ve monositlerde, CD36 ekspresyonunda eksiklik ve tip II, monositlerde ekspresyon ancak trombositlerde görülmez; Tip II, Kafkaslılar arasında çok nadir (%0,3), ancak Asyalılar ve Afrikalılar arasında %2-10 arasında görülmektedir. CD 36 eksikliği olan insanlar daha yüksek açlık oranına sahiptir ve post-prandial FFA ve TG insüline direncine sebep olabilir (Tucker ve ark., 2014).

#### G Proteinine Bağlı Reseptörler

Serbest yağ asidi reseptörü 1 (FFAR1, G-protein bağlı reseptör 40 olarak da bilinir) ve serbest yağ asidi reseptörü 4 (FFAR4, G-proteinine bağlı reseptör; reseptör 120 (GPR120) dilin tat tomurcuğundaki bazı reseptör hücrelerde bulunurlar. FFAR1, orta zincirli (6-12 karbonlu) ve uzun zincirli (13-21 karbonlu) yağ asitleri tarafından aktive edilir. FFAR1 doğrudan serbest yağ asitleri tarafından uyarılan insülin sekresyonuna aracılık edebilir (Asano ve ark., 2016; Tucker ve ark., 2014). FFAR4, orta zincirli (6-12 C) ve uzun zincirli (13-21C) yağ asitleri tarafından aktive edilirler. GPR 120, adipozit ve diğer hücrelerin yanı sıra tat hücrelerinde yağ reseptörü olarak görev yapar (Asano ve ark., 2016). GPR120 ve GPR40, yağ asitlerine bağlandığı zaman ikinci mesajcı fosfolipaz C'nin üretilmesine ve kalsiyumun salınımına yol açar. Kalsiyum seviyesindeki artış katyon kanalı transient reseptör potansiyel kanalı Tip M5'i aktive eder ve reseptör kanalında depolarizasyon gerçekleşir (Liu ve ark., 2011).

CD36'nın, yağ asitlerini tespit etmek için bir sinyalleşme sürecinde GPR reseptörleri ile birlikte çalışabileceği ifade edilmiştir (Galindo ve ark., 2012). GPR 120 çoğunlukla sirkumvallat papilla ve fungiform papilla üzerinde bulunur. GPR 120 reseptörünün fonksiyonunu yerine getirememesi durumunda obezite, glikoz intoleransı ve yağlı karaciğere sebep olduğunu gösteren çalışmalar da mevcuttur (Asano ve ark., 2016).

GPR 41 ve GPR 43 yağ dokusunda, enteroendokrin hücrelerde, mukozal mast hücrelerinde ve lenfatik dokularda yüksek oranda eksprese olur ve kısa zincirli yağ asitlerini aktive eden ligandlar olarak tanımlanır (Le Poul ve ark., 2003; Nilsson ve ark., 2003). Monosit ve makrofajlarda eksprese edilen GPR84, orta zincirli bir yağ asidi reseptörü olarak tanımlanmıştır (Wang ve ark., 2006).

#### Gecikmiş Düzeltici Potasyum Kanalları (DRK)

Tat hücreleri aktive edildiği zaman, sinaptik transmitter salınımı ve nöronların uyarımına sebep olur. Hücrenin depolarizasyonu ve repolarizasyonu iyon kanalları tarafından kontrol edilir. Bu iyon kanallarından birisi de gecikmiş düzeltici potasyum kanallarıdır (DRK) ve bu kanallar çoklu doymamış yağ asitleri tarafından uyarılırlar (Tucker ve ark., 2014).

Gecikmiş düzeltici potasyum (DRK) kanallarının, çeşitli tat uyarılarının iletiminde rol oynadığı bilinmektedir. Çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA) foliat ve sirkumvallat papilla tat hücrelerinde DRK polarizasyonunu yavaşlattığını ve bu nedenle yağ asitlerinin tespit edilmesini sağladığı düşünülmektedir (Keast ve Costanzo, 2015).

Tablo 1 Yağ asidi tadının iletim mekanizması\*

Table 1 Transmission mechanism of fatty acid taste

RESEPTÖR	Papilla	Etkili uyaran
DRK	Fungiform Foliat Fungiform	Cis- Uzun zincirli PUFA Cis- Uzun zincirli PUFA C18:1,C16:0
CD 36	Sirkumvallat Foliat Fungiform	Uzun zincirli yağ asitleri (SFA, MUFA, PUFA)
FFA11R/GPR 40	Sirkumvallat Foliat Fungiform	C6:0-C23:0 C10:1-C18:1 C18:2-C22:6
GPR 120	Sirkumvallat Foliat Fungiform	SFA-C:14-C:18 UFA-C:16-C:22
GPR84	Sirkumvallat Foliat	C:9-C:14
FFA3R/GPR 41	Sirkumvallat Foliat	C:1-C:5
FFA2R/GPR 43	Sirkumvallat Foliat Fungiform	C:1-C:5 (Özellikle C:2-C:4 daha etkili)

\*Mattes, 2011

### Obezite ve Yağ Algısı

Enerji alımı düzenlenmesinde önemli mekanizmalardan biri oral kavite ve gastrointestinal sistemde yağların ve diğer besin öğelerinin algılanmasıdır (Newman ve ark., 2013). Bu algılama süreci bir dizi fizyolojik işlem içerir. Besinlerin algılanmasıyla birlikte tokluk hormonlarının salınımı sağlanır. Buna göre bireylerin besin tüketmeye devam etmesi ya da bırakması besin alımının altında yatan en önemli mekanizmadır (Sclafani ve Ackroff, 2012).

Tatlı ve umami tat reseptörleri gastrointestinal sisteme yerleşmişlerdir ve bu durum tat sisteminin sindirim kanalıyla olan ilk teması olarak ifade edilmektedir. Benzer durumun yağlar içinde geçerli olduğu hem oral kavitede hem de gastrointestinal sistemde algılandığı düşünülmektedir. Yağ veya yağ içeren besinlerin tüketilmesi normal ağırlıktaki bireylerde ince bağırsakta bir dizi hormonal tepkiyi başlatır; gastrik boşalma yavaşlar, kolesistokinin (CCK), peptit YY (PYY), glukagon benzeri peptit 1 (GLP-1) salınır (besin alımı ve iştah azaltma üzerine etki yapar) ve grehlin baskılanır ve bu tüm olanlar enerji alımının azalmasını sağlar. Oluşan hormonal yanıtlarının obez bireylerde bozulduğunu ve iştah düzenlenmesinde bir işlev bozukluğuna bağlı olarak fazla miktarda yağ alımının gerçekleşebileceği üzerinde durulmaktadır. C18:1'in introduodenal infüzyonundan sonra zayıf ve obez bireyler kıyaslandığında, obez bireyler pilorik motilitenin uyarımını azaltarak gastro intestinal sistem boyunca yağ algısına daha az duyarlı olmasına sebep olmaktadır (Newman ve ark., 2013)

Obez ve normal ağırlıktaki bireyler özellikle diyet uygulamaları açısından kıyaslandığı zaman, obez bireylerin yüksek yağlı diyetleri daha çok tercih ettikleri bulunmuştur (Keast ve Costanzo, 2015). Yağ tat algısı ve beden kütle indeksi arasındaki ilişkide kurulan hipotez; şişman bireylerin aşırı yağ tüketimlerinden dolayı yağa karşı duyarlılıklarının azalması şeklinde ifade edilmektedir. Yüksek yağlı bir diyetin tüketiminden sonra

oral kavite ve gastrointestinal sistemde yağ duyarlılığı azalır ve bu durum gastrointestinal sistemde doyumluk yanıtı oluşturabilmek için daha fazla yağ tüketimine sebep olur ve dolayısıyla BKİ'nde artış gerçekleşir (Newman ve ark., 2016). Düşük yağlı diyet tüketiminden sonra ise oral kavite ve gastrointestinal sistemde yağ asitlerine karşı duyarlılık artar ve bu yüzden doyumluk oluşturabilmek için gerekli olan yağ miktarında azalma gerçekleşmesi ve böylece BKİ'nde azalma görülür (Jessica ve ark., 2011).

Beden kütle indeksi ve yağ duyarlılığı arasında negatif ilişki vardır. Beden kütle indeksindeki artışın azalmış yağ duyarlılığı ya da yüksek eşik değer ile ilişkili olduğu belirtilmektedir. Yağa olan duyarlılığın azalması sonucu yağ tüketim miktarında artış olmakta bu da beden kütle indeksinde artışa sebep olmaktadır (Tucker ve ark., 2014). Şişmanlık durumunda, yağ asitlerinin hem gastrointestinal sistemde hem de tat sisteminde algılanması azalır ve bu durum bireylerin yağlı besinleri daha fazla tüketmesine neden olduğu belirtilmektedir (Stewart ve Keast, 2012). Oral yağ duyarlılığının beden kütle indeksi ve acı, ekşi, tatlı, tuzlu ve umami olmak üzere 5 temel tat arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla 25 sağlıklı Japon birey üzerinde yürütülen çalışmada; beş temel tadın eşik değeri ile beden kütle indeksi arasında bir ilişki bulunamazken yağ eşik değeri ile beden kütle indeksi arasında istatistiksel açıdan anlamlı negatif bir ilişki bulunmuştur. Ayrıca yağ asidi duyarlılığı fazla bireylerin az yağlı-şekerli besinler yerine çok yağlı-şekerli besinleri tercih ettikleri saptanmıştır (Asano ve ark., 2016).

### Sonuç ve Öneriler

Obezitenin artan görülme sıklığı dünyadaki en önemli sağlık problemlerinden birisidir. Diyetle beraber alınan yağ enerjin önemli bir bölümünü oluşturur ve aşırı alımı ağırlık kazanımı ve obeziteye sebep olabilmektedir.

Obezitenin önlenmesi ya da tedavi edilebilmesi için; tat sisteminde yağın algılanma mekanizmasının açıklanması/netleştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Oral yağ duyarlılığı besin alımını ve sonuç olarak da vücut ağırlığını etkileyebilir. Artmış diyet yağı alımı tat duyarlılığındaki azalmayla ilişkilidir. Yağ ile benzer tat ve yapıya sahip enerji içeriği düşük moleküllerin geliştirilmesi ve daha lezzetli yağ ikamelerinin geliştirilmesi, obezite salgını ile mücadelede yardımcı olacağı düşünülmektedir.

## Kaynaklar

- Abumrad NA. 2005. CD36 may determine our desire for dietary fats. *J Clin Invest.*, 115(11): 2965-2967. DOI: 10.1172/JCI26955; PMID:16276408
- Adler E, Hoon MA, Mueller KL, Chandrashekar J, Ryba NJ, Zuker CS. 2000. A novel family of mammalian taste receptors. *Cell*, 100(6): 693-702. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0092-8674\(00\)80705-9](https://doi.org/10.1016/S0092-8674(00)80705-9); PMID:10761934
- Asano M, Hong G, Matsuyama Y, Wang W, Izumi S, Izumi M, Toda T, Kudo TA. 2016. Association of oral fat sensitivity with body mass index, taste preference, and eating habits in healthy Japanese young adults. *Tohoku J Exp Med*, 238(2): 93-103. DOI:10.1620/tjem.238.93; PMID: 26797054
- Besnard P, Passilly-Degrace P, Khan NA. 2016. Taste of fat: a sixth taste modality? *Physiol Rev*, 96(1): 151-176. DOI:10.1152/physrev.00002.2015; PMID:26631596
- Bolhuis DP, Newman LP, Keast RS. 2015. Effects of salt and fat combinations on taste preference and perception. *Chem Senses*, 41(3): 189-195. DOI: 10.1093/chemse/bjv079; PMID: 26708735.
- Bray GA, Paeratakul S, Popkin BM. 2004. Dietary fat and obesity: a review of animal, clinical and epidemiological studies. *Physiol Behav*, 83(4): 549-555. DOI:10.1016/j.physbeh.2004.08.039; PMID:15621059
- Breslin PA, Spector AC. 2008. Mammalian taste perception. *Curr Biol*, 18(4), 148-155. DOI: 10.1016/j.cub.2007.12.017; PMID:18302913
- Buck LB, Bargmann C. 2000. Principles of neural science. 5th ed. New York: McGraw-Hill, ISBN 9780071390118.
- Chalé-Rush A, Burgess JR, Mattes RD. 2007. Evidence for human orosensory (taste?) sensitivity to free fatty acids. *Chem Senses*, 32(5), 423-431. DOI:10.1093/chemse/bjm007; PMID: 17361006
- Chandrashekar J, Hoon MA, Ryba NJ, Zuker CS. 2006. The receptors and cells for mammalian taste. *Nature*, 444 (7117): 288-294. DOI:10.1038/nature05401; PMID:17108952
- Chaudhari N, Roper SD. 2010. The cell biology of taste. *J Cell Biol*, 190(3), 285-296. DOI: 10.1083/jcb.201003144; PMID:20696704
- Ebba S, Abarintos RA, Kim DG, Tiyouh M, Stull JC, Movalia A., Smutzer, G. 2012. The examination of fatty acid taste with edible strips. *Physiol Behav*, 106(5): 579-586. DOI: 10.1016/j.physbeh.2012.04.006; PMID:22521910
- Galindo MM, Voigt N, Stein J, van Lengerich J, Raguse JD, Hofmann T, Meyerhof W, Behrens, M. 2012. G protein-coupled receptors in human fat taste perception. *Chem Senses*, 37(2), 123-139. DOI: 10.1093/chemse/bjr069; PMID:21868624
- Haryono RY, Sprajcer MA, Keast RS. 2014. Measuring oral fatty acid thresholds, fat perception, fatty food liking, and papillae density in humans. *J Vis Exp: JoVE* (88). DOI:10.3791/51236; PMID:24961177
- Izumi S, Hong G, Iwasaki K, Izumi M, Matsuyama Y, Chiba M, Toda T, Kudo, TA. 2016. Gustatory Salivation Is Associated with Body Mass Index, Daytime Sleepiness, and Snoring in Healthy Young Adults. *Tohoku J Exp Med*, 240(2), 153-165. DOI: 10.1620/tjem.240.153; PMID:27760896
- Keast RS, Costanzo A. 2015. Is fat the sixth taste primary? Evidence and implications. *Flavour*, 4(1): 5. Erişim Adresi: <https://flavourjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/2044-7248-4-5> [Erişim: 07/06/2017].
- Keller KL, Liang LC, Sakimura J, May D, Belle C, Breen C, Driggin E, Tepper BJ, Lanzano PC, Deng L, Chung WK. 2012. Common variants in the CD36 gene are associated with oral fat perception, fat preferences, and obesity in African Americans. *Obesity*, 20(5), 1066-1073. DOI:10.1038/oby.2011.374; PMID:22240721
- Laugerette F, Gaillard D, Passilly-Degrace P, Niot I, Besnard P. 2007. Do we taste fat? *Biochimie*, 89(2): 265-269. DOI:10.1016/j.biochi.2006.10.011; PMID:17126471
- Le Poul E, Loison C, Struyf S, Springael JY, Lannoy V, Decobecq ME, Brezillon S, Dupriez V, Vassart G, Van Damme J, Parmentier M, Detheux M. 2003. Functional characterization of human receptors for short chain fatty acids and their role in polymorphonuclear cell activation. *J Biol Chem*, 278(28): 25481-25489. DOI:10.1074/jbc.M301403200; PMID:12711604
- Liang LC, Sakimura J, May D, Breen C, Driggin E, Tepper BJ, Chung WK, Keller, KL. 2012. Fat discrimination: A phenotype with potential implications for studying fat intake behaviors and obesity. *Physiol Behav*, 105(2): 470-475. DOI: 10.1016/j.physbeh.2011.09.002; PMID: 21925524
- Liu D, Archer N, Duesing K, Hannan G, Keast R. 2016. Mechanism of fat taste perception: Association with diet and obesity. *Prog Lipid Res*, 63: 41-49. DOI: 10.1016/j.plipres.2016.03.002; PMID:27155595
- Liu P, Shah BP, Croasdell S, Gilbertson TA. 2011. Transient receptor potential channel type M5 is essential for fat taste. *J Neurosci*, 31(23): 8634-8642. DOI:10.1523/JNEUROSCI.6273-10.2011; PMID:21653867
- Mattes RD. 2011. Accumulating evidence supports a taste component for free fatty acids in humans. *Physiol & Behav*, 104(4), 624-631. DOI: 10.1016/j.physbeh.2011.05.002; PMID: 21557960
- Méjean C, Morzel M, Neyraud E, Issanchou S, Martin C, Bozonnet S, Urbano C, Schlich P, Hercberg S, Péneau S, Féron G. 2015. Salivary composition is associated with liking and usual nutrient intake. *PLoS one*, 10(9), e0137473. DOI: 10.1371/journal.pone.0137473; PMID: 26340090
- Melis M, Sollai G, Muroli P, Crnjar R, Tomassini Barbarossa I. 2015. Associations between orosensory perception of oleic acid, the common single nucleotide polymorphisms (rs1761667 and rs1527483) in the CD36 gene, and 6-n-propylthiouracil (PROP) tasting. *Nutrients*, 7(3): 2068-2084. DOI:10.3390/nu7032068; PMID:25803547
- Narukawa M, Kurokawa A, Kohta R, Misaka T. 2017. Participation of the peripheral taste system in aging-dependent changes in taste sensitivity. *Neuroscience*, 358: 249-260. DOI: 10.1016/j.neuroscience.2017.06.054; PMID:28687314
- Newman LÜ, Haryono R, Keast R. 2013. Functionality of fatty acid chemoreception: a potential factor in the development of obesity? *Nutrients*, 5(4): 1287-1300. DOI: 10.3390/nu5041287; PMID:23595136
- Newman LP, Bolhuis DP, Torres SJ, Keast RS. 2016. Dietary fat restriction increases fat taste sensitivity in people with obesity. *Obesity*, 24(2): 328-334. DOI:10.1002/oby.21357; PMID: 26813525
- Newman LP, Keast RS. 2013. The test-retest reliability of fatty acid taste thresholds. 6(2): *Chem. Percept*, 70-77. DOI 10.1007/s12078-013-9143-2
- Neyraud E, Palicki O, Schwartz C, Nicklaus S, Féron G. 2012. Variability of human saliva composition: possible relationships with fat perception and liking. *Arch Oral Biol*, 57(5), 556-566. DOI: 10.1016/j.archoralbio.2011.09.016; PMID:22024405

- Nilsson NE, Kotarsky K, Owman C, Olde B. 2003. Identification of a free fatty acid receptor, FFA 2 R, expressed on leukocytes and activated by short-chain fatty acids. *Biochem Biophys Res Commun*, 303(4): 1047-1052. PMID:12684041
- Pérez CA, Huang L, Rong M, Kozak JA, Preuss AK, Zhang H, Max M, Margolskee, RF. 2002. A transient receptor potential channel expressed in taste receptor cells. *Nat Neurosci*, 5(11): 1169. DOI:10.1038/nn952; PMID:12368808
- Poette J, Mekoué J, Neyraud E, Berdeaux O, Renault A, Guichard E, Genot C, Feron G. 2014. Fat sensitivity in humans: oleic acid detection threshold is linked to saliva composition and oral volume. *Flavour and Fragrance Journal*, 29(1): 39-49. Erişim Adresi: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ffj.3177>. [Erişim: 14/05/2017].
- Sclafani A, Ackroff K. 2012. Role of gut nutrient sensing in stimulating appetite and conditioning food preferences. *Am J Physiol-Regul Integr Comp Physiol*, 302(10): R1119-R1133. DOI:10.1152/ajpregu.00038.2012; PMID:22442194
- Simons PJ, Kummer JA, Luiken JJ, Boon L. 2011. Apical CD36 immunolocalization in human and porcine taste buds from sirkumvallat and foliate papillae. *Acta histochem*, 113(8), 839-843. DOI: 10.1016/j.acthis.2010.08.006; PMID: 20950842.
- Stewart J, Keast R. 2012. Recent fat intake modulates fat taste sensitivity in lean and overweight subjects. *Int j obes*, 36(6): 834-842. DOI: 10.1038/ijo.2011.155; PMID:21829156.
- Stewart JE, Feinle-Bisset C, Golding M, Delahunty C, Clifton PM, Keast RS. 2010. Oral sensitivity to fatty acids, food consumption and BMI in human subjects. *Br J Nutr*, 104(1): 145-152. doi: 10.1017/S0007114510000267. DOI:10.1017/S0007114510000267; PMID:20196892.
- Stewart JE, Newman LP, Keast RS. 2011. Oral sensitivity to oleic acid is associated with fat intake and body mass index. *Clin nutr*, 30(6): 838-844. DOI: 10.1016/j.clnu.2011.06.007; PMID:21757270
- Tucker RM, Edlinger C, Craig BA, Mattes RD. 2014. Associations between BMI and fat taste sensitivity in humans. *Chem Senses*, 39(4): 349-357. DOI:10.1093/chemse/bju006; PMID:24591531.
- Tucker RM, Mattes RD, Running CA. 2014. Mechanisms and effects of “fat taste” in humans. *Biofactors*, 40(3): 313-326. DOI:10.1002/biof.1162; PMID:24591077.
- Wang J, Wu X, Simonavicius N, Tian H, Ling L. 2006. Medium-chain fatty acids as ligands for orphan G protein-coupled receptor GPR84. *J Biol Chem*, 281(45): 34457-34464. DOI:10.1074/jbc.M608019200; PMID:16966319
- WHO. 2017. Obesity and Overweight factsheet from the WHO. Erişim Adresi: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/> [Erişim: 02/09/2017].