

## Kırmızı Biberin Besin Alımı ve Enerji Metabolizması Üzerine Etkileri

Effect of Red Pepper on Food Intake and Energy Metabolism

Yağmur YAŞAR FIRAT<sup>1</sup>, Neriman İNANÇ<sup>2</sup>

### ÖZ

Yemeklere lezzet ve acılık vermek amacıyla ve ayrıca sanayi hammaddesi olarak başta konserve, salça, turşu, acı sos, işlenmiş et ürünlerinde kurutulmuş, toz ve pul biber şeklinde kullanılmaktadır. Kırmızı biberin etken maddeleri kapsaisinoid türü “kapsaisin” ve “kapsinoidlerdir”. Çalışmalarda kırmızı biberin lipid metabolizması, diyabet, sindirim sistemi üzerine olumlu etkileri olduğu bilinmekte, ayrıca, anti-oksidant ve anti-inflamatuvar özellikleri olduğu da belirtilmektedir. Kapsaisin ve kapsinoidlerin enerji ve lipid metabolizması üzerine etkisinin Sempatik Sinir Sistem aktivasyonu ile Transient Reseptör Potansiyel Vanilloid 1 aracılığı ile termogenezi artırarak gerçekleştirdiği bulunmuştur. Kapsaisin, postprandiyal durumda Sempatik Sinir Sistem stimülasyonu ile plazma nöradrenalinini %27 ve lipid oksidasyonunu %72 artırdığı bildirilmektedir. Kapsaisinin bu etkilerinin yanı sıra besin alımını azaltma ve doyunluğu artırma üzerine etkilerini değerlendiren çalışmalar da vardır. Bu çalışmalarda bir sonraki öğünde besin alımındaki azalmanın kapsaisinin sempatik:parasempatik sistem aktivasyonunu artırması ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. Doyunluğu artırıcı etkisinin ise kapsaisinin gastrik peptidlerin salınımını artırması aracılığı ile olduğu düşünülmektedir. Kapsaisinin doyunluğu artırmanın yanı sıra gastrik boşalmayı geciktirerek postprandiyal glisemik cevabı etkilediği bildirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kırmızı Biber, Kapsaisin, Kapsinoidler, Enerji Metabolizması, Besin Alımı

### ABSTRACT

It is used in order to make the food tasty and hot. Its powder and pulp forms are also used as industrial raw material, mainly in canned and paste food, pickles, hot sauces and processed meat products. The active ingredients of red pepper are the capsaicinoid species “capsaicin” and “capsinoids”. It is known that red pepper has positive effect on lipid metabolism, diabetes and digestive system. Studies also showed that it has antioxidant and anti-inflammatory properties. It is found that capsaicin and capsinoids have effect on energy and lipid metabolism by increasing thermogenesis via Transient Receptor Potential Vanilloid 1 through Sympthetic Nervous System activation. It has been reported that in the postprandial situation, plasma noradrenaline is increased by 27% and lipid oxidation is increased by 72% with Sympthetic Nervous System stimulation by capsaicin. There are also some studies focusing on the effects of capsaicin on reducing food intake and increasing satiety as well as effects on energy and lipid metabolism. In these studies it is shown that reducing food intake in the next meal is related to the increase of sympthetic:parasympthetic system activation by capsaicin. In the light of these studies, it is thought that capsaicin’s effect on increasing satiety is related to its effect on releasing gastric peptides significantly. In addition to its effect on increasing satiety, it is reported that capsaicin also affects postprandial glycemic response through delaying gastric emptying.

**Keywords:** Red Pepper, Capsaicin, Capsinoids, Energy Metabolism, Food Intake

<sup>1</sup>Arş. Gör. Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, yagmuryasarr@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9028-5182

<sup>2</sup>Prof. Dr. Nuh Naci Yazgan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, nerimaninanc@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5026-4133

**İletişim / Corresponding Author:** Yağmur YAŞAR FIRAT  
**e-posta/e-mail:** yagmuryasarr@gmail.com

**Geliş Tarihi / Received:** 11.10.2018  
**Kabul Tarihi/Accepted:** 25.10.2019

## GİRİŞ

Hoş kokuları, acılıkları, ekşilikleri ile iştahı ve damak zevkini artıran çeşitli bitkilerin tohumları, çiçekleri, yaprakları, ağaç kabukları, kökleri ve meyveleri baharat olarak adlandırılır.<sup>1</sup> Türk Standartları Enstitüsüne göre, baharat, yiyeceklere lezzet, çeşni ve aroma vermek amacıyla kullanılan bitkisel ürünler veya bunların karışımlarıdır.<sup>2</sup> Baharatlar; yaprak ve sebze baharatlar (kırmızı biber, yeşilbiber, süs biberi, nane, dereotu, tere, kekik vb.), kök baharatlar (çöven otu, salep), meyve ve tohum baharatlar (rezene, çörek otu, kişniş, hardal, vanilya, karabiber, hindistancevizi, kimyon, yenibahar, mahlep, sumak), çiçek ve dal baharatlar (tarçın, karanfil, ihlamur) olarak sınıflandırılır.<sup>3</sup> Baharatların genel olarak besleyici özelliği ve enerjisi bulunmamaktadır. Ancak, yapılarında bulunan uçucu yağlar sayesinde tatsız olan birçok besine lezzet verirler.<sup>1</sup>

Kırmızı pul-toz biber, Solanaceae familyasına ait olan *Capsicum annuum* L. türünden bir sebzenin kurutulmasıyla elde edilen, yemeklere lezzet ve acılık vermek amacıyla kullanılan bir bahattır. Anavatanı tropik Amerika'dır. Meksika, Şili ve Peru'da 2000 yıldan bu yana üretimi yapılmaktadır. Türkiye'de ise çoğunlukla; Akdeniz, Ege, Marmara ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yetiştirilmektedir. Bu bölgelerde biber taze olarak tüketilmekle birlikte; sanayi hammaddesi olarak başta konserve, salça, turşu, acı sos, işlenmiş et ürünlerinde (pastırma-sucuk-sosis-salam vb.) kurutulmuş, toz ve pul biber şeklinde kullanılmaktadır.<sup>4</sup> Kırmızı biberin etken maddesi kapsaisinoid türü "kapsaisin" ve kapsinoidlerdir. Kapsinoidler; kapsit, dihidrokapsit, nordihidrokapsittir.<sup>5</sup> Kapsaisin ve dihidrokapsaisin kırmızı bibere yakıcı tadını veren etken maddelerdir.<sup>6</sup>

30 yıldır yapılan hayvan çalışmalarında kırmızı biberin geleneksel kullanımının faydalı fizyolojik etkileri ortaya konmaya çalışılmaktadır. Bu etkilerin; lipid metabolizması, diyabet, sindirim sistemi üzerine olduğu bilinmekte, ayrıca anti-

oksidan ve anti-inflamatuar özellikleri olduğu da belirtilmektedir.<sup>7-12</sup> Bu bilgiler ışığında bu derlemede baharatlardan kırmızı biberin besin alımı ve enerji metabolizmasına etkileri ile yapılmış çalışmalar özetlenmeye çalışılmıştır.

### Kapsaisin ve Kapsinoidler

Kapsikum meyvelerinden elde edilen kapsaisin mukoz membranlarla temas ettiğinde yanma hissine neden olmasının yanı sıra gastrik salgıda artışa neden olan bir bahattır. 10 g kırmızı biber, 30 mg kapsaisin içerir.<sup>13</sup> Kapsikumun sempatik sinir sistemi (SNS), enerji regülasyonu ve substrat dengesi üzerine etkisi olduğu, postprandiyal durumda SNS stimülasyonu ile plazma nöradrenalinini %27, lipid oksidasyonunu %72 artırdığı bildirilmektedir.<sup>14</sup> Kırmızı biberin sempatik sinir sisteminin yağ oksidasyonunu uyarmada önemli bir rolü olduğu belirtilmektedir. Deney hayvanlarında sempatik sinir sistem aktivitesi ve besin alımı arasında negatif bir ilişki olduğu bildirilmekte, bu nedenle sempatik sinir sisteminin enerji ve yağ dengesinin düzenlenmesinde önemli olduğu vurgulanmaktadır.<sup>15</sup> Ayrıca, kırmızı biberin ara öğünde kullanılması ile sonraki öğünde enerji alımının azaldığı ve bu etkiyi Sempatik Sinir Sistemi(SNS) aktivitesindeki artış ile katekolaminlerin sekresyonunda artışa neden olarak termogenesisin uyarılması ile olabileceği belirtilmektedir.<sup>16</sup>

Sinir hücrelerinin birçok uzantısı vardır, bunlardan dendrit adı verilen uzantılar Transient Reseptör Potansiyel Vanilloid 1 (TRPV1) almaçlarını taşır. Dendritlerde başlayan sinirsel uyarı hücre gövdesinden geçerek akson adlı, her sinir hücresinde ancak bir tane bulunan uzantıya ulaşır. Bu uzantı başka sinir hücreleriyle temas ederek uyarıyı onlara aktarır. Uyarı bu şekilde beyne ulaştığında TRPV1 almaçından gelen bilgi algılanmış olur.<sup>17, 18</sup> TRPV almaçları, sinir hücresinin yüzeyinde bulunur ve ortamdaki sıcaklığa cevap olarak hücre dışındaki kalsiyum iyonlarının hücre içine girmesini sağlar. Bu iyonlar, hücre içindeki

düzenekleri harekete geçirerek sinirsel uyarıtı başlatır. Kapsaisin, ağızda bulunan TRPV1 reseptörünü uyarır ve sıcaklığın meydana getirdiği bu etkiyi taklit eder.<sup>17</sup>

Kapsinoidler kapsaisin gibi enerji harcamasını artıran ve termojenik özelliğe sahip daha az acı olan kapsaisin analoglarıdır. Kapsinoidler ester bağına sahip oldukları için gastrointestinal yolda lipaz ve esteraz ile hidrolize olabilirler.<sup>5</sup>

Kapsaisin ve kapsinoidlerin TRPV1 ile ilişkisini incelemek için yapılan bir çalışmada 8-10 haftalık farelerden üç farklı deney grubu oluşturulmuştur. Birinci deney grubundaki fareler normal fareler ve TRPV1' i baskılanmış fareler olarak iki gruba ayrılmıştır. Normal fareler kendi aralarında üç gruba ayrılarak, jejunal yolla bir gruba 10mg/kg kapsaisin, diğer gruba 50mg/kg kapsinoid ve üçüncü gruba da plasebo verilmiştir. TRPV1' i baskılanmış farelerde iki gruba ayrılarak yine jejunal yolla bir gruba 50 mg/kg kapsinoid ve diğer gruba da plasebo verilmiştir. Tüm farelerin kuyruk sıcaklığı, kolon sıcaklığı ve intraskapular kahverengi yağ dokusu (IBAT) sıcaklığı maddeler verilmeden 30 dakika önce ve verildikten 240 dk sonra ölçülmüştür. Normal farelerde ısı difüzyonunun bir göstergesi olan kuyruk sıcaklığı sadece kapsaisin grubunda artış göstermiştir. Vücut termogenezisinin göstergesi olan kolon sıcaklığı ise hem kapsaisin hem de kapsinoid grubunda artıp, plasebo grubunda artmamıştır. Lokal termogenezisin göstergesi olan IBAT sıcaklığı, kolon sıcaklığında olduğu gibi kapsaisin ve kapsinoid grubunda artarken, plasebo grubunda artmamıştır. Bu bulgular sonunda çalışmada kapsaisin ve kapsinoidlerin ince barsakta eyleme geçerek termogenezisi artırdığı sonucuna varılmıştır. TRPV1' i baskılanan farelerde ne kapsinoid verilen grupta ne de plasebo grupta kolon sıcaklığı ve IBAT sıcaklığı değişiklik göstermemiştir. Bu da kapsinoidlerin termogenezisi artırma özelliğini TRPV1 aracılığı ile gerçekleştirdiğini göstermektedir. İkinci deney grubundan iki alt deney grubu oluşturulmuştur. Birinci alt deney grubundaki

fareler üç gruba ayrılarak birinci grupta normal fare olup 2 mg/ml kapsinoid (10µL), ikinci gruptaki fareler TRPV1' i baskılanmış olup yine 2 mg/ml kapsinoid (10µL) ve üçüncü gruptaki fareler normal olup plasebo (10µL) intravenöz olarak verilmiştir. Isı difüzyonunun göstergesi olan kuyruk sıcaklığı normal-kapsinoid verilen farelerde artış gösterirken; normal-plasebo ve TRPV1 baskılanmış-kapsinoid verilen farelerde artış göstermemiştir. Böylece kapsinoidlerin ısı difüzyonunu TRPV1 aracılığı ile artırdığı gösterilmiştir. Birinci deneyde kapsinoidler jejunal olarak verildiğinde ısı difüzyonunda bir artış göstermezken, intravenöz olarak verildiğinde ısı difüzyonunu artırmıştır. Çalışmada bu durum, kapsinoidlerin ince barsaktan kan dolaşımına geçiş hızının kapsaisinden daha yavaş olmasına bağlanmıştır. İkinci alt deney grubundaki fareler normal fare olup iki gruba ayrılarak bir gruba 0,2 mg/ml kapsaisin ve diğer gruba da plasebo verilmiştir. Kapsaisin grubunda kuyruk sıcaklığı artarken plasebo grubunda değişiklik gözlenmemiştir. Bu da kapsaisinin ısı difüzyonunu artırma etkisi kapsinoidler kadar etkili olduğunu göstermektedir. Üçüncü deney grubunda fareler iki alt gruba ayrılarak birinci gruptaki farelere ekstrinsik sinir denervasyonu uygulanmış, diğer gruba da sinir denervasyonu yapılmadan yalancı operasyon yapılmıştır. Her iki gruptaki fareler de iki gruba ayrılarak bir gruba 50 mg/kg kapsinoid ve 10 mg/kg kapsaisin verilmiştir. Kolon ve IBAT sıcaklıkları kapsinoid verilen yalancı operasyon yapılan grupta artarken, denervasyon yapılan grupta değişiklik olmamıştır. Kapsaisin verilen denervasyon yapılan ve yapılmayan gruplarda bir değişiklik olmamıştır. Denervasyon yapılan ve yapılmayan gruplarda kapsinoid verilmesi kuyruk sıcaklığını etkilemezken, kapsaisin her iki grupta da kuyruk sıcaklığını artırmıştır. Kuyruk sıcaklığındaki bu artış denervasyon yapılmayan grupta daha yüksek olarak bulunmuştur. Bu da kapsaisinin ısı difüzyonunu artırma etkisinde ekstrinsik sinirlerin sınırlı etkisi olduğunu göstermektedir. Bu üç deney sonunda kapsinoidlerin enerji harcamasını

artırmasının ince barsakta ekstrinsik sinirleri ifade eden TRPV1' in aktive olması ve termogenezisi artırması ile gerçekleştiği gösterilmiştir. Kapsaisin ise enerji harcamasını kapsinoidler gibi TRPV1 aracılığı ile artırdığı, fakat kapsinoidlerin aksine hem termogenezisi hem de ısı difüzyonunu artırdığı bulunmuştur.<sup>5</sup>

### **Kırmızı Biberin Besin Alımı Üzerine Etkileri**

Yoshioka ve arkadaşları kapsaisin beslenme davranışı ve enerji alımı üzerine etkisini araştırmak amacıyla iki çalışma yürütmüşlerdir. Birinci çalışmada, 13 Japon kadında diyetle kırmızı biber eklenmiş, yüksek karbonhidrat ve yüksek yağ içeren menülerin tüketiminin sonraki öğünde enerji alımı ve makro besin ögesi tüketimleri üzerine etkileri incelenmiştir. Denekler bir önceki akşam standart bir akşam yemeği yedikten sonra 1883 kkal' lik yüksek yağlı, yüksek yağlı+kırmızı biber (10g), yüksek karbonhidratlı ve yüksek karbonhidratlı+kırmızıbiber(10g) içeren bir kahvaltı tüketmişlerdir. Kahvaltının yüksek yağlı ya da yüksek karbonhidratlı olması öğle yemeğinde enerji alımı ve makro besin ögesi tüketimini ya da yenilen besinin gramını etkilememiştir. Ancak kırmızı biber eklenmiş kahvaltı öğle yemeğinde protein tüketimini (yüksek yağlı diyetle %20, yüksek karbonhidratlı diyetle %6) ve yağ tüketimini (yüksek yağlı diyetle %17, yüksek karbonhidratlı diyetle %11) anlamlı bir şekilde azaltmıştır. Kırmızı biber alımı aynı zamanda enerji alımını da azaltmıştır (yüksek yağlı diyetle %11, yüksek karbonhidratlı diyetle %4), ancak bu azalma istatistiksel olarak anlamlı değildir. Yüksek yağlı diyet ve kırmızı biber eklenmiş yüksek yağlı diyet karşılaştırıldığında, sonraki öğünde besin tüketimi yüksek yağlı diyetle anlamlı olarak artarken, kırmızı biber eklenmiş diyetle azalmıştır. Çalışmacılar Japon deneklerde kırmızı biber eklenmiş yüksek yağ ve yüksek karbonhidratlı yemeğin sonraki öğünde protein ve yağ tüketimi ile birlikte yeme isteğini azalttığını, enerji alımındaki bu değişikliklerin sempatik: parasempatik sinir sistemi aktivitesi oranının yükselmesi

arasındaki negatif ilişki ile olabileceğini belirtmişlerdir. İkinci çalışmada; 10 Kafkas erkekte kırmızı biberin iştah açıcılığı ve sonraki öğündeki enerji ve makro besin alımı üzerine etkileri incelenmiştir. Bireyler karışık diyet ve ara öğün, karışık diyet ve kırmızı biberli (6g) ara öğün şeklinde beslenerek iki gruba ayrılmışlardır. Kırmızı biberli aperatif tüketiminin, öğle yemeğinden sonraki atıştırmalıklarda enerji alımı ve karbonhidrat (CHO) tüketimini önemli ölçüde azalttığı saptanmıştır. Çalışmacılar kırmızı biberin bir sonraki öğünde iştahı azaltmasının yanı sıra öğündeki protein ve yağ tüketimini de azalttığını belirtmişlerdir.<sup>17</sup>

### **Kırmızı Biberin Enerji Metabolizması Üzerine Etkileri**

Kapsinoidlerin akut etkilerini değerlendirmek için yapılan bir çalışmada farklı dozlarda kapsinoid alımından sonra Dinlenme Metabolizma Hızı (DMH) ve Non-Protein Solunum Katsayısı (NPRQ) ölçülmüştür. 13 sağlıklı denek 1,3,6 ve 12 mg kapsinoid içeren kapsülden farklı 4 doz ve plasebo almışlardır. 10 saatlik açlıktan sonra dinlenme durumundaki deneklerde, plasebo ya da kapsaisin alımından 120 dk sonra ve 45 dk önce kan basıncı ve vücut ısısı, dozdan 55 ve 5 dk önce ve 60 ve 120 dk sonra indirekt kalorimetre ile DMH ölçülmüştür. Dozdan önce DMH 6247 kJ/gün ve NPRQ 0.86 iken, dozdan 120 dk sonra, metabolik hız ve NPRQ 4 kapsinoid dozunda ve plasebo alımı ile değişmemiştir. Kapsinoidlerin kan basıncı ve vücut sıcaklığı üzerinde etkili olmadığı gösterilmiş, 4 dozda verilen kapsinoid alımından 2 saat sonra metabolik hızı etkilenmemiştir. Çalışmacılar, bu sonuçlarla insanlarda kapsinoidlere en az iki saatten daha fazla maruz kalmada enerji harcaması ve yağ oksidasyonunu artırmaya yardımcı olabileceği hipotezinin desteklenmediğini, kapsinoidlerin enerji metabolizması üzerine daha uzun süreli ve yüksek dozlardaki kapsinoid alımının araştırılması gerektiğini savunmuşlardır.<sup>19</sup>

Yoshioka ve arkadaşları 8 erkek bireyde diyetle alınan kırmızı biberin enerji metabolizması üzerine etkisini 2 aşamada

belirlemişlerdir. Birinci aşamada bir önceki akşamda standart bir akşam yemeğinden sonra bireyler 650 kcal'lık 10g (30mg kapsaisin) kırmızı biber eklenmiş ya da eklenmemiş kahvaltı tüketmişlerdir. Yemekten sonra belirli aralıklarla (30, 120, 150. dakikalarda) enerji ölçümü yapılmıştır. Yemekten sonraki ilk 30 dk boyunca kırmızı biberli diyet periyodundaki enerji harcaması kontrol diyet periyodundaki enerji harcanmasına göre daha yüksek ölçülmüştür. Geriye kalan 120 dk içinde iki grup arasında bir fark görülmemiştir. Ancak; istatistiksel olarak anlamlı olmasa da yemekten sonraki 150 dk için yağ oksidasyonu kırmızı biberli diyet periyodunda kontrol diyet periyoduna göre daha düşükken, karbonhidrat oksidasyonu kırmızı biberli diyet periyodunda anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur. İkinci aşamada denekler propranalol ( $\beta$ -bloker-empatik sistemi baskılayıcı) ya da plasebonun oral alımından sonra 10 g kırmızı biber içeren bir kahvaltı tüketmişlerdir. Propranalol, ilk 30 dk'da kırmızı biber eklenmiş öğün enerji harcanmasındaki artışı engellemiştir. Kalan 120 dk için iki grupta da enerji harcanmasında bir değişiklik olmamıştır. Çalışma sonunda; kırmızı biber içeren yemek alımından sonra beta-adrenerjik stimülasyon nedeniyle enerji harcanmasında artış olduğu, 150 dk'da toplam enerji harcanmasının yanı sıra karbonhidrat oksidasyonunun arttığı saptanmıştır.<sup>16</sup>

Diğer bir çalışma 8 Kafkas erkekte kırmızı biber ve kafein alımının enerji ve makrobesin öğelerinin dengesi üzerine akut etkisi incelenmiştir. Bireyler standart bir kahvaltı tükettikten sonra, 24 saatlik periyotta öğle ve akşam yemeğinden yaklaşık 2 saat sonraki ara öğünde ve sabah, öğle, akşam öğünlerinde istedikleri gibi beslenmişlerdir. Ayrıca öğle ve akşam yemeğinden önce 3 g kırmızı biber içeren ara öğün ve bütün öğünlerde 200 mg kafein tüketmişler, deney günlerinde öğle ve akşam yemeklerine sırasıyla 8,6 g ve 7.2 g kırmızı biber eklenmiştir. Kırmızı biber ve kafein tüketimi enerji alımını anlamlı olarak azaltmış, enerji harcamasını arttırmıştır. Çalışma sonunda kırmızı biberin bu etkisinin

empatik:parasempatik sinir sistemi aktivitesinden ve kafeinin fosfodiesterazın inhibasyonunda artışa neden olmasından kaynaklanabileceği belirtilmiştir.<sup>20</sup>

Bir çalışmada tek öğüne farklı dozlardaki kırmızıbiber eklenmesiyle enerji harcaması, yağ oksidasyonu ve iştahta meydana gelen akut etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada 12 erkeğe arasında en az 1 hafta arınma periyodu bulunan çift-kör, randomize ve çarpaz geçişli 3 görüşme yapılmış ve her görüşmede bireylere 0, 1 veya 10 gr kırmızı biber içeren öğle öğünü verilmiştir. Verilen öğünden önce ve öğünden sonraki 0., 15., 30., 45., 60., 75. ve 90. dakikalarda iştah parametreleri ve öğünden önce ve öğünden sonraki 15., 45., 75. ve 105. dakikalarda enerji harcaması, yağ oksidasyonu ve solunum katsayıları ölçülmüştür. Enerji harcaması 0 g tüketime göre hem 1 g hem de 10 g kırmızı biber tüketiminde 105. dakikada anlamlı olarak artmıştır. Yine 0 g kırmızı biber tüketimine göre 10 g tüketimde tokluk skoru anlamlı olarak azalmıştır. Çalışmada farklı dozlardaki kırmızı biber tüketiminin enerji harcaması ve iştahı etkileyebileceği sonucuna varılmıştır.<sup>21</sup>

Kapsaisin enerji dengesi durumunda iştah profili ve isteğe bağlı enerji alımı üzerine etkisini inceleyen bir çalışmada 15 birey randomize olarak 4 gruba ayrılarak 36 saat boyunca bir solunum odasında bekletilmiştir. Grup I enerji ihtiyacının %100'ü verilen kontrol grubu, grup II enerji ihtiyacının %100'ü ve kapsaisin verilen grup, grup III enerji ihtiyacının %75' i verilen kontrol grubu ve grup IV enerji ihtiyacının %75' i ve kapsaisin verilen gruptur. Kapsaisin verilen gruplarda her öğünle birlikte 2,56 mg kapsaisin içeren 1,03 g kırmızı biber verilmiştir. Tokluk ve doyunluk her uyanma zamanında ve yemeklerden önce ve sonra bir görsel analog skalası ile ölçülmüştür. Tokluk ve doyunluk, grup I' e göre grup II' de daha yüksek bulunmuştur. Akşam yemeğinden sonra yeme isteği, tokluk ve doyunluk grup I ve IV arasında farklılık göstermezken, grup I'e göre grup III'te daha düşük olarak belirtilmiştir. Ayrıca, serbest alım ve aşırı

tüketim grup I'e göre grup II' de azalmıştır. Sonuç olarak, enerji dengesinde diyete kapsaisin eklenmesinin tokluğu ve doyumunu artırdığı, besin alımı serbest bırakıldığında aşırı tüketimi önlediği ve akşam yemeği sonrası yeme isteği üzerinde negatif enerji dengesinin etkisini önlediği belirtilmiştir.<sup>22</sup>

Kapsaisinoidlerin enerji alımı ve olası ağırlık koruma etkileri konusunda yapılan 74 klinik çalışma incelenerek oluşturulan bir meta-analiz sonucuna göre, kapsaisinoidlerin alımını öğün boyunca serbest enerji alımını 74 kkal azalttığı belirtilmiştir. Çalışma sonuçları, serbest enerji alımını azaltma etkisi için minimum kapsaisinoid dozunun 2 mg olduğunu göstermiştir. Meta-analiz bulguları kapsaisinoidlerin enerji alımını azaltarak ağırlık korumasına katkıda bulunduğunu açıklamış, fakat uzun dönem kullanımının olası etkilerini incelemek için kapsamlı klinik çalışmaların gerekliliğini vurgulamıştır.<sup>23</sup>

Kapsaisin ve kapsinoidler, kilo kaybı konusunda bazı biyoaktif bileşiklerle birlikte sinerjik etki gösterdiği belirtilmektedir. Belza ve arkadaşlarının 2007 yılında yaptığı bir çalışmada BKİ ortalaması 31.2 kg/m<sup>2</sup> olan 80 bireye 4 hafta boyunca hipokalorik bir diyet müdahalesi yapılmıştır. Müdahale sonrasında bireyler iki gruba ayrılarak 8 hafta boyunca hipokalorik diyete ek olarak bir gruba plasebo, diğer gruba tirozin, kapsaisin, kateşin ve kafein kompleksi içeren takviye günde 9 tablet olarak verilmiştir. 8 haftalık müdahale sonrasında biyoaktif bileşik kompleksi alan grupta vücut yağ kütlesinde anlamlı bir azalma olmuştur. Biyoaktif bileşikler fekal yağ atımı, kan basıncı ve kalp ritmi üzerinde bir değişikliğe neden olmamıştır. Çalışma sonunda biyoaktif bileşiklerin ağırlık kaybı sonrası ağırlık korumada destek olarak kullanılabileceği belirtilmiştir.<sup>24</sup>

İnsanlar üzerinde yapılan çift-kör randomize çalışmada BKİ: 25-35 kg/m<sup>2</sup> 91 bireyde kapsaisinin %5-10 kilo kaybından sonra kilo korumada yardımcı olup olmadığı araştırılmıştır. 4 hafta çok düşük enerjili diyet müdahalesinden sonra 3 aylık ağırlık koruma

süresince kapsaisin verilenlerde (135 mg/gün) vücut ağırlığı kaybı 6,6 kg iken, plasebo ve kapsaisin grubu arasında farklılık olmadığı belirlenmiştir. Ağırlık koruması boyunca tekrar kazanılan ortalama ağırlık yüzdesi tedavi boyunca plasebo grupla karşılaştırılınca anlamlı bir şekilde değişmemiştir. Ağırlık korumasından sonra yağ oksidasyonu kapsaisin grubunda daha yüksek olduğu belirlenmiş ve çalışma sonucunda kapsaisin takviyesinin uzun süreli yağ oksidasyonuna neden olduğu gösterilmiştir.<sup>25</sup>

### **Kırmızı Biberin Kan Glikoz Cevabı Üzerine Etkileri**

Postprandial glikoz ve insülin cevabı gastrik boşalma zamanı ile ilişkilidir. Bu bilgi kanıtlanmamasına rağmen, sağlıklı insanlarda yapılan bazı çalışmalar kırmızı biberin gastrik boşalmayı geciktirdiğini ve bağırsağa tam geçiş zamanını hızlandırdığını göstermiştir. Kırmızı biberli yemekten sonra postprandial glisemik cevabın düşmesi gastrik boşalmanın daha yavaş olması ve emilimin azalması ile açıklanmaktadır. Yaşları 46 ve BKİ ortalamaları 26,3 kg/m<sup>2</sup> olan 22 kadın ve 14 erkek ile yapılan randomize çalışma dört hafta süre ile iki diyet periyodu şeklinde yürütülmüştür. 22 gün boyunca katılımcılar hafif bir diyetle beslendikten sonra, 22 ve 29. günler arasında kırmızı biber karışımı (30 g/gün, %55 arnavut biberi ≈33mg kapsaisin içerir) eklenmiş yemek verilerek postprandial etkileri incelenmiştir. Yemekten 2 saat sonraki açlık durumunda serum insülini, glikoz konsantrasyonu, C-peptit ve enerji harcanması ölçülmüştür. Test günlerinde ölçülen BKİ, enerji harcaması, plazma glikoz, serum insülin değerlerinde anlamlı bir değişim gözlenmemiştir. Daha sonra farklı BKİ 'ne sahip kişilerde farklı ölçümlerin olabileceği düşünülerek bireyler BKİ <26,3 kg/m<sup>2</sup> ve BKİ ≥26,3 kg/m<sup>2</sup> şeklinde iki gruba ayrılmışlardır. BKİ ≥26,3 kg/m<sup>2</sup> olanların kırmızı biberli yemeklerden sonra C-peptit, insülin sekresyonu ve enerji harcanması daha düşükken, hepatik insülin klirensi anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur. BKİ >26 kg/m<sup>2</sup> olan kişilerde kırmızı biberli yemekten

sonra enerji harcanmasının daha düşük olmasının postprandial insülin profilinin iyileşmesi ve azalmasına bağlı olabileceği belirtilmiştir.<sup>26</sup>

Gestasyonel diyabetli bireylerde kapsaisin takviyesinin kan glikozu, lipid metabolizması ve gebelik bulguları üzerine etkisini değerlendirmek üzere yapılan bir başka çalışmada, 22-23. gestasyonel haftada olan 42 gestasyonel diyabetli gebe randomize olarak iki gruba ayrılarak, gebelere 4 hafta süre ile 5 mg/gün kapsaisin ve plasebo verilmiştir. Gebelerin 0 ve 4. haftalarda açlık plazma glikozu ve serum insülini, 2. Saat postprandial glikoz ve serum insülini, serum lipidleri, karaciğer ve böbrek fonksiyon parameterleri ve kalsitonin gen ilişkili peptidleri ölçülmüş, maternal ve neonatal verileri kaydedilmiştir. Tedavi sonrası plasebo grubu ile karşılaştırıldığında kapsaisin grubunda 2. saatteki postprandial glikoz ve serum insülini, serum total kolesterol ve trigliserit seviyeleri ve erken doğum riski daha düşük bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Çalışma sonuçlarına göre, gestasyonel diyabetli bireylerde kapsaisin takviyesinin açlık lipid metabolizması bozukluklarını iyileştirdiği gibi, postprandial hiperglisemi ve hiperinsülinemi düzelttiği belirtilmiştir.<sup>27</sup>

Imaizumi ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada; ratlarda kapsaisinoidlerin plazma glikoz, serbest yağ asitleri ve gliserol konsantrasyonlarına etkisi araştırılmıştır. Çalışmada 6 haftalık erkek Sprague Dawley ratlar dihidrokapsaisin, kapsaisin tüketen ve kontrol grubu olarak üç gruba ayrılmıştır. Kapsaisinoidler iki gruba da 10 gün boyunca 3 mg/kg olacak şekilde subkutan olarak verilmiştir. Dihidrokapsaisin, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında 1-10 günlerde plazma glikoz, serbest yağ asitleri ve gliserol konsantrasyonlarını anlamlı bir şekilde artırmıştır. Kapsaisin, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; plazma glikoz konsantrasyonlarını 1-3 günlerde artırmıştır. Ancak 7-10 günlerde plazma glikoz konsantrasyonu üç grupta da anlamlı değişiklikler göstermemiştir. Kapsaisin ratlarda serbest yağ asidi ve gliserol

konsantrasyonlarını etkilememiştir. Çalışma sonunda kapsaisinoidlerin plazma glikoz, serbest yağ asidi ve gliserol konsantrasyonlarına etkisinin dihidrokapsaisinde kapsaisine göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir.<sup>28</sup>

Kapsaisin doyumluğu indüklenme ve kalori alımını azaltma özelliğine sahiptir. Doygunluk sağlayıcı etkisi altında yatan mekanizma henüz tam olarak bilinmemektedir. Kapsaisinin bu doyumluk sağlayıcı etkisinin gastrointestinal peptidlerin salınmasını sağlamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmada; yaş ortalaması 21 ve BKİ ortalaması 22,8 kg/m<sup>2</sup> olan 13 sağlıklı birey randomize çift kör olarak iki gruba ayrılmıştır. 30 dakika süresince 1,5 mg kapsaisin ya da plasebo intraduodenal infüzyon ile verilmiştir. Bireylerin açlık, tokluk ve gastrointestinal semptomları, glukagon benzeri peptid-1 (GLP-1), peptid YY (PYY) değerleri ve safra kesesi hacimleri ölçülmüştür. İntraduodenal kapsaisin infüzyonu doyumluğu önemli bir şekilde artırmanın yanı sıra, gastrointestinal ağrı, bulantı, yanma ve şişkinlik gibi semptomlarda da anlamlı düzeyde artışa neden olmuştur. Doygunluk ise gastrointestinal semptomlarla pozitif korelasyon göstermiştir. Kapsaisin ve plasebo gruplarının GLP-1 ve PYY seviyeleri ve safra kesesi hacimleri arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Çalışma sonunda kapsaisin doyumluğu artırıcı etkisinin ağrı, yanma, bulantı ve şişkinlik gibi gastrointestinal stresi artırmasıyla ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır ve kapsaisinin mide motilitesi üzerine etkisini inceleyen ek çalışmalara ihtiyaç olduğu belirtilmiştir.<sup>29</sup>

Yüksek yağlı diyetle beslenen ratlarda, kapsaisinoid takviyesinin insülin direnci, lipid profili, antioksidan durum ve glikoz taşıyıcıları üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yapılan bir çalışmada 8 haftalık wistar Albino ratlar 4 gruba ayrılarak 12 hafta boyunca kapsaisinoidin etkisi incelenmiştir. Ratlar normal diyetle beslenen, normal diyet+10 mg/kg kapsaisinoid ile beslenen, yüksek yağlı diyet ile beslenen ve yüksek yağlı diyet+10 mg/kg kapsaisinoid ile

beslenen ratlar olmak üzere 4 gruba ayrılmıştır. Çalışma sonunda yüksek yağlı diyetle beslenip kapsaisinoit verilen ratlarda serum glikozu %18,8 ve serum insülini

%15,5 azalırken, GLUT-2 %42,5, PPAR- $\gamma$  %21,5 ve IRS-2 %47,9 oranında artış göstermiştir.<sup>30</sup>

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Kırmızı biberin etken maddesi olan kapsaisin ve kapsinoidlerin enerji ve lipid metabolizması üzerine etkileri yanı sıra doyumluk ve besin alımı üzerine de etkileri olduğu gösterilmiştir. Kapsaisin sempatik sistem aktivasyonu sağlayarak termogenezis yoluyla enerji harcamasını artırması nedeniyle zayıflama diyetlerinde kullanılması düşünülebilir. Zayıflama diyeti sonrası ağırlık koruma programlarına kırmızı biber kullanımının olumlu etkilerini gösteren çalışmalar da bu düşünceyi destekler

niteliktedir. Ayrıca kapsaisinin gastrik boşalma hızını yavaşlatarak doyumluğu artırdığı ve postprandiyal hiperglisemi ve hiperinsülinemiyi önlediği yönünde yapılan çalışmalar diyabetik bireylerde de kullanılabileceğini göstermektedir. Ancak kırmızı biberin tüm bu olumlu etkilerine rağmen zayıflama diyetlerinde ve diyabetik bireylerde kullanımı konusunda net öneriler verebilmek için uzun süreli çalışmalara ihtiyaç vardır.

## KAYNAKLAR

1. Değirmencioğlu, Y, Yaman, M, Şimşek, I. (2007). "Kadınlarda Baharat Kullanım Alışkanlıklarını Üzerine Bir Araştırma". TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni, 6 (3), 161-168.
2. TSE. Baharat Adlandırma. TS 7417/Eylül, 1989, Ankara.
3. Yıldız G, Kılınc E. (2010). "Rize İli Kentel Alanda Tüketicilerin Baharat Tüketim Alışkanlıklarının Belirlenmesi". Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 5 (2), 28-34.
4. Duman, A.D, Zorlugenç, B, Evliya, B. (2002). "Kahramanmaraş'ta Kırmızı Biberin Önemi ve Sorunları". KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 5 (1), 111-117.
5. Kawabata, F, Inoue, N, Masamoto, Y, Matsumura, S, Kimura, W, Kadowaki M, et al. (2009). "Non-Pungent Capsaicin Analogs (Capsinoids) Increase Metabolic Rate and Enhance Thermogenesis Via Gastrointestinal Trpv1 in Mice". Bioscience, Biotechnology and Biochemistry, 73 (12), 2690-2697.
6. Aslan, M, Orhan, N. (2010). "Obezite Tedavisinde Yardımcı Olarak Kullanılan Doğal Ürünler". Mised, 23, 91-105.
7. Srinivasan, K. (2005). "Spices As Influencers of Body Metabolism: An Overview of Three Decades of Research". Food Research International, 38 (1), 77- 86.
8. Chandrasekhara, N, Srinivasan, K. (1999). "Health Benefits of Spices". In Recent Trends in Food Science and Technology – Global Perspective (pp. 725–737). Mysore: Association of Food Scientists & Technologists.
9. Srinivasan, K. (2000). "Spices: Valued for More Than Taste and Flavour of Foods". In A. K. De (Ed.). Recent Trends in Spices and Medicinal Plants Research (pp. 31–38). New Delhi: Associated Publishing Co.
10. Srinivasan, K. (2004a). "Spices as Nutraceuticals with Multi-Beneficial Health Effects". Journal of Herbs Spices and Medicinal Plants, 11.
11. Srinivasan, K. (2005). "Plant Foods in The Management of Diabetes Mellitus: Spices as Potential Antidiabetic Agents". International Journal of Food Science and Nutrition, 56 (6), 399-414.
12. Srinivasan, K, Sambaiiah, K, Chandrasekhara, N. (2004). "Spices as Beneficial Hypo-Cholesterolemic Food Adjuncts: A Review". Food Reviews International, 20, 187–220.
13. Kovacs, E.M.R, Mela, D.J. (2006). "Metabolically Active Functional Food Ingredients for Weight Control". Obesity Reviews, 7 (1), 59-78.
14. Prakash, U.N.S, Srinivasan, K. (2012). "Fat Digestion and Absorption in Spice-Pretreated Rats". Journal of the Science of Food and Agriculture, 92, 503-510.
15. Yoshioka, M, Doucet, E, Dionne, V.I, Tremblay, A. (2001). "Combined Effects of Red Pepper and Caffeine Consumption on 24h Energy Balance in Subjects Given Free Access To Foods". British Journal of Nutrition, 85 (2), 203-211.
16. Yoshioka, M, St- Pierre, S, Drapeau, V, Dionne, I, Doucet, E, Suzuki, M, et al. (1999). "Effect of Red Pepper on Appetite and Energy Intake". British Journal of Nutrition, 82, 115-123.
17. Bley, K.R, Malmberg, A.B. (2005). "Trpv1 Agonist-Based Therapies: Mechanism of Action and Clinical Prospects". Annika B. (Ed.). Turning up the Heat On Pain: TRPV1 Receptors in Pain and Inflammation (191-209). Birkhäuser Verlag Basel: Switzerland.
18. Şener, E, Şahin, S. (2010). "Kapsaisin: Farmakokinetik, Toksikolojik ve Farmakolojik Özellikleri". Hacettepe Üni Eczacılık Fak Dergisi, 29, 149-163.
19. Galgani, J.E, Ryan, D.H, Ravussin, E. (2010). "Effect of Capsinoids and Energy Metabolism in Human Subject". British Journal of Nutrition, 103 (1), 38- 42.
20. Yoshioka, M, Lim, K, Kikuzato, S, Kiyonaga, A, Tanaka, H, Shindo, M, et al. (1995). "Effects of Red-Pepper Diet on The Energy Metabolism in Men". Japan Journal of Nutritional Science and Vitaminology, 41 (6), 647-656.
21. Tunçil, E. (2018). Kırmızıbiber Tüketiminin Enerji Harcanması, Yağ Oksidasyonu ve İştah Üzerine Akut Etkilerinin Belirlenmesi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.



22. Janssens, P.L.H.R, Hursel, R, Westerterp-Plantenga, M.S. (2014). "Capsaicin Increases Sensation of Fullness in Energy Balance, and Decreases Desire To Eat After Dinner in Negative Energy Balance". *Appetite*, 77, 46-51.
23. Whiting, S, Derbyshire, E.J, Tiwari, B. (2014). "Could Capsaicinoids Help To Support Weight Management? A Systematic Review and Meta-Analysis of Energy Intake Data". *Appetite*, 73, 183-188.
24. Belza, A, Frandsen, E, Kondrup, J. (2007). "Body Fat Loss Achieved by Stimulation of Thermogenesis by A Combination of Bioactive Food Ingredients: A Placebo-Controlled, Double-Blind 8-Week Intervention in Obese Subjects". *International Journal of Obesity*, 31(1), 121-130.
25. Lejeune, M.P.G.M, Kovacs, E.M.R, Westerterp-Plantenga, M.S. (2003). "Effect of Capsaicin on Substrate Oxidation and Weight Maintenance After Modest Body Weight Loss in Human Subjects". *British Journal of Nutrition*, 90 (3), 651-659.
26. Ahuja, K.D.K, Robertson, I.K, Geraghty, D.P, Ball, M.J. (2006). "Effects of Chili Consumption on Postprandial Glucose, Insulin and Energy Metabolism". *American Journal of Clinical Nutrition*, 84 (1), 63-9.
27. Yuan, L.J, Qin, Y, Wang, L, Zeng, Y, Chang H, Wang, J, et al. (2016). "Capsaicin-Containing Chili Improved Postprandial Hyperglycemia, Hyperinsulinemia, and Fasting Lipid Disorders in Women with Gestational Diabetes Mellitus and Lowered The Incidence of Large-For-gestational-Age Newborns". *Clinical Nutrition*, 35 (2), 388-393.
28. Imaizumi, K, Sato, S, Kumazawa, M, Arai, N, Aritoshi, S, Akimoto, S, et al. (2011). "Capsaicinoids-Induced Changes of Plasma Glucose, Free Fatty Acids and Glycerol Concentrations in Rats". *The Journal of Toxicological Sciences*, 36 (1), 109-116.
29. Van Avesaat, M, Troost, F.J, Westerterp-Plantenga, M.S, Helyes, Z, Le Roux, CW, Dekker J, et al. (2016). "Capsaicin-Induced Satiety is Associated with Gastrointestinal Distress But Not with The Release of Satiety Hormones". *American Journal of Clinical Nutrition*, 103 (1), 305-313.
30. Kekeç, E. (2018). Kapsaisinotilerin Yüksek Yağlı Diyetle Beslenen Ratlarda PPAR-Gamma, IRS-1 ve GLUT-2 Ekspresyonları Üzerine Etkileri. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Elazığ.