



2024, 9(2), 164-176

## Postprandiyal Glikoz Yanıtını Etkileyen Faktörler

### Factors Affecting Postprandial Glucose Response

Oya Neva BİNGÜL<sup>\*1</sup>, Mendane SAKA<sup>2</sup>, İrem OLCAY EMİNSOY<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup> Başkent Üniversitesi, Ankara, Türkiye

<sup>2</sup> Başkent Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara, Türkiye

#### Özet

Postprandiyal glikoz, çözümlü nişasta gibi hızla hidrolize olabilen karbonhidratların veya glikoz, früktoz ve sükröz gibi besinlerde bulunan çözümlü şekerlerin sindiriminden sonra doğal bir süreç olarak yükselir. Yiyeceklerin postprandiyal insülin salınımını indüklemeye yeteneği, ağırlık kazanımı, hiperlipidemi ve tip 2 diyabetin önlenmesi ve yönetimi ile ilişkilidir. Ayrıca yüksek insülin konsantrasyonlarına uzun süreli maruz kalmanın artmış kanser riski ile de ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Besinlerin insülinojenik etkisi, yaygın olarak glisemik indeks (GI) ile tahmin edilmektedir. Glisemik indeks, aynı birey tarafından tüketilen ve 50 g karbonhidrat içeren bir test besininin 2 saat içerisinde oluşturduğu plazma glikoz artış alanının, aynı miktarda karbonhidrat içeren referans besinin (glikoz veya beyaz ekmek) oluşturduğu plazma glikoz artış alanına göre yüzde olarak ifadesi anlamına gelen bir kavramdır. Glisemik yük (GY) ise ilk kez 1997 yılında, bir porsiyon besin tarafından oluşturulan glukoz yanıtının ve insülin gereksinmesinin göstergesi olarak kullanılmıştır. Hem karbonhidrat içeren besinin kalitesini (glisemik indeks) hem de tüketilen miktarını (ağırlığını) birlikte değerlendiren bir kavram olan glisemik yük, besinin postprandiyal insülin salınımı üzerindeki etkisini gösteren iyi bir ölçüt olarak kabul edilmektedir. Postprandiyal glisemik yanıtın ele alınması, özellikle diyabet hastaları için plazma glikoz seviyesinin ani yükselişini önleyebilmek adına önemlidir. Sağlıklı bireylerde bile, aşırı postprandiyal hiperglisemik durum, glikatif strese neden olabilmektedir. Glikatif stres, yaşlanmanın risk faktörlerinden biridir ve cilt yaşlanması, diyabetik komplikasyonlar, osteoporoz ve demansın ilerlemesinin bir nedeni olarak gösterilmektedir. Glikatif stresi yükselten faktörlerden biri de kalıcı hiperglisemik durumdur. Hiperglisemiyi önlemenin en kolay yolu,

\*Yazışma Adresi: Oya Neva Bingül, Başkent Üniversitesi, Ankara, Türkiye

E-posta adresi: nevaoya@gmail.com

Gönderim Tarihi: 20 Şubat 2024. Kabul Tarihi: 4 Haziran 2024.

Yazar sırasına göre ORCID: 0000-0001-5066-7477; 0000-0002-5516-426X; 0000-0002-3621-0662

plazma glikoz düzeyini normal aralıkta tutabilmektedir. Postprandiyal plazma glikozunu etkileyen faktörlerin bilinmesi hiperglisemiye kontrol altına alabilme ve bireylere yönelik yeni stratejiler geliştirilmede yardımcı olacaktır.

**Anahtar kelimeler:** glisemik indeks, glisemik yük, hiperglisemi, postprandiyal glikoz, glikatif stres.

**Abstract:**

---

Postprandial glucose rises as a natural process after digestion of rapidly hydrolyzable carbohydrates, such as soluble starch, or soluble sugars found in foods, such as glucose, fructose and sucrose. The ability of foods to induce postprandial insulin release is associated with the prevention and management of weight gain, hyperlipidemia, and type 2 diabetes. It is also thought that long-term exposure to high insulin concentrations may be associated with an increased risk of cancer. The insulinogenic effect of foods is commonly estimated by the glycemic index (GI). Glycemic index is a concept that means the percentage expression of the plasma glucose increase area created by a test food containing 50 g of carbohydrates consumed by the same individual within 2 hours, compared to the plasma glucose increase area created by a reference food (glucose or white bread) containing the same amount of carbohydrates. Glycemic load (GL) was used for the first time in 1997 as an indicator of the glucose response and insulin requirement created by a portion of food. Glycemic load, a concept that evaluates both the quality of the carbohydrate-containing food (glycemic index) and the amount consumed (weight), is considered a good measure of the effect of the food on postprandial insulin release. Addressing the postprandial glycemic response is important to prevent sudden increases in plasma glucose levels, especially for diabetic patients. Even in healthy individuals, excessive postprandial hyperglycemic state can cause glycative stress. Glycative stress is one of the risk factors of aging and has been implicated as a cause of progression of skin aging, diabetic complications, osteoporosis and dementia. One of the factors that increase glycative stress is a persistent hyperglycemic state. The easiest way to prevent hyperglycemia is to keep the plasma glucose level within the normal range. Knowing the factors affecting postprandial plasma glucose will help in controlling hyperglycemia and developing new strategies for individuals.

**Key words:** glycemic index, glycemic load, hyperglycemia, postprandial glucose, glycative stress

© 2024 Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi. Tüm Hakları Saklıdır.

## 1. Giriş

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) diyabeti, pankreasın yeterli insülin üretememesi veya vücudun ürettiği insülini etkili bir şekilde kullanamaması durumunda ortaya çıkan kronik bir hastalık durumu olarak tanımlamaktadır. Tip 2 diyabet, dünya çapında mortalite ve morbiditenin ana nedenlerinden biridir. Tip 2 diyabetin özellikle yaşam kalitesine önemli etkisi vardır ve toplum için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır (WHO, 2010). Bu nedenle hastalığın gelişmesine neden olacak en önemli risk faktörlerinden biri olan beslenme de olmak üzere, tüm risk faktörlerini tanımlamak, bilmek ve değiştirmek önemli hale gelmiştir. Diyet değişikliği diyabet tedavisindeki en önemli alanlardan biridir. Besinlerin birlikte tüketildiğinde plazma glikoz düzeylerine olan etkileri hakkında daha fazla bilgi edinmek, diyabeti önlemeye yardımcı olabilmektedir (Olufadeju ve Makanjuola, 2022).

Glikoz, insan vücudunun çoğu hücresi için biyoenerjetik süreçlerde yer alan ana monosakkarittir. Sağlıklı bireylerde glikoz seviyeleri homeostatik olarak düzenlenir ve glikoz seviyelerinin normal aralığının dışında olması hiper veya hipoglisemi ile sonuçlanmaktadır (Avila, vd., 2019). Bireylerde hiperglisemiyle birlikte, bozulmuş glikoz toleransının (oral glikoz tolerans testinden 2 saat sonra glikoz aralığı 140-199 mg/dL arasında) veya bozulmuş açlık glikozunun (100-125 mg/dL) görülmesi prediyabet olarak tanımlanmaktadır (Avila, vd., 2019).

Postprandiyal glisemik yanıtın ele alınması, özellikle diyabet hastaları için plazma glikoz seviyesinin ani yükselişini önleyebilmek adına önemlidir (Yolanda, Antono, ve Kurniati, 2018). Glikasyon reaksiyonu sırasında üretilen bu maddeler yaşlanmanın risk faktörlerinden de biridir ve cilt yaşlanması, diyabetik komplikasyonlar, osteoporoz ve demansın ilerlemesinin bir nedeni olabilmektedir. Glikatif stresi yükselten faktörlerden biri de kalıcı hiperglisemik durumdur (Yagi vd., 2020).

Sindirim amilazlarının ve/veya glikosidazların inhibisyonu yoluyla nişasta sindirimini yavaşlatılması, nişasta bakımından zengin öğünlere olan glisemik tepkiyi azaltabilmektedir. Nişasta bakımından zengin yiyeceklerin benzer inhibitör etki gösterebilen içeceklerle eşleştirilmesinin glisemik etkileri azaltmak için etkili bir yaklaşım olup olmayacağı ise henüz net olarak bilinmemektedir (Freitas vd., 2020).

## Glikoz Homeostazı

Plazma glikoz konsantrasyonu, dolaşıma giren glikoz ile dolaşımdan çıkan glikoz miktarı arasındaki dengeyi göstermektedir. Dolaşım glikoz konsantrasyonu 3 kaynaktan sağlanmaktadır: beslenme sonrası bağırsaktan glikoz emilimi, glikojenoliz ve glikoneogenez. Tokluk durumunda glikozun dolaşımda ne kadar hızlı arttığına ana belirleyicisi mide boşalma hızıdır. Glikojenoliz ve glikoneogenez ile elde edilen glikoz ise hepatik süreçlerden elde edilmektedir (Aronoff, Berkowitz, Shreiner, ve Want, 2004).

Diyette karbonhidrattan emilen glikoz kan dolaşımına girmekte ve enerji ihtiyacını karşılamak üzere vücuttaki diğer dokulara dağıtılmaktadır. Beyin gibi bazı dokular yakıt olarak glikozu kullanmaktadır. Glikoliz, glikozun metabolize edilerek yüksek enerjili bileşikler ve metabolitler üretmesinin ana yollarından biridir. Kullanılmayan glikoz, karaciğerde veya kasta glikojen olarak depolanmaktadır. Karaciğerde depolanan glikojen organizmaya enerji sağlarken, kaslardaki glikojen doğrudan kas hücresine enerji sağlamaktadır. Glikoliz ürünü olan piruvatın fazlası, lipid sentezini yönlendiren bir yapı taşı görevi görmektedir, böylece enerji depolanmaktadır. Düşük plazma glikoz konsantrasyonu, glikojen yıkımı olan glikojenolizi başlatarak laktik asit ve glikojenik aminoasitlerden glikoz sentezini başlatmaktadır. Hormonlar, inkretinler ve metabolitler glikozun enerji ihtiyacı olan dokulara iletilmesini sağlayarak plazma glikoz konsantrasyonunu ve glikoz homeostazını korumaktadır (Jones, 2023).

Plazma glikoz konsantrasyonu gün boyunca belli bir aralıkta; gece açlığı sonrasında ve yemeklerden önce 70-100 mg/dl arasında ve yemek sonrasında 160 mg/dL'yi aşmamaktadır. Plazma glikoz seviyesinin bu seviyelerin altına düşmesi (hipoglisemi) beyin sistemi, üzerine çıkması ise (hiperglisemi) kardiyovasküler sistem ile ilişkili olumsuz etkilere sebep olmaktadır (Woerle ve Gerich, 2004).

Hipoglisemi, düşük plazma glikoz seviyelerinin neden olduğu semptomlara dayanan klinik bir sendromdur. Hipoglisemiyi tanımlayan bir plazma glikoz düzeyi olmamasına rağmen çoğu sağlıklı yetişkin kişi <55 mg/dL (3.1 mmol/L) düzeyinde semptomlar yaşamaktadır. Bu değer hamileler ve çocuklarda daha düşüktür (Palani, Stortz, ve Moheet, 2023).

Hiperglisemi ise serum glikozunun >140 mg/dL (7.8 mmol/L) olması olarak tanımlanmaktadır. Şiddetli hipergliseminin nedeni, şiddetli insülin direncine bağlı olarak insülin etkisinin kaybı veya ekzojen glikoz alımı ve artan glikojenez sonucu insülin eksikliği gelişmesidir (Angel, 2014). Postprandiyal hiperglisemisi olan

kişilerde pankreatik  $\beta$  hücreleri, besin alımından sonra insülin sekresyonunu azaltmakta ve glukagon salınımına izin vermektedir. Böylece dolaşıma daha fazla glikoz girmekte ve bu da uzun süreli plazma glikoz artışına neden olmaktadır (Golovinskaia ve Wang, 2023).

### **Postprandiyal Glisemik Yanıt**

Postprandiyal glisemi, yemeğin zamanlamasına, niceliksel ve niteliksel özelliklerine, karbonhidrat emiliminin yanı sıra glukagon ve insülin üretimine ve etkisine de bağlıdır. Glikoz konsantrasyonundaki artış karbonhidrat alımından yaklaşık 10 dakika sonra başlamakta, yemekten yaklaşık 1 saat sonra zirveye ulaşmakta ve 2 saat sonra bazal seviyelere dönmektedir. Yüksek veya sürekli postprandiyal hiperglisemik ve hiperinsülinemik yük, endotel disfonksiyonunun yanı sıra oksidatif stres, inflamasyon ve pıhtılaşmanın geçici aktivasyonunu uyarmaktadır. Bu mekanizmalar sebebiyle enerji yoğunluğu yüksek ve karbonhidrattan zengin yiyeceklerin tüketimi kardiyovasküler hastalıkların gelişmesine yol açabilmektedir (Detopoulou, Fragopoulou, Nomikos, ve Antonopoulou, 2015).

Glikatif stres, ileri glikasyon son ürünü (AGE) oluşumunu, AGE birikimini, proteinlerin glikasyon kaynaklı işlev bozukluğunu, hücre sel sinyali, iltihaplanmayı, oksidasyonu ve doku hasarını içeren enzimatik olmayan glikasyon reaksiyonlarının neden olduğu bir tür biyolojik stresdir (Egawa ve Hayashi, 2022). Postprandiyal plazma glikoz seviyesi yükseldiğinde, plazmadaki aldehit düzeyi de artmaktadır. Bu olaya aldehit kıvılcımı adı verilmektedir. Plazmadaki aldehitlerden biri olan metilglioksalın damar endotelinde inflamasyona neden olduğu bildirilmiştir. Aldehitler ara glikatif reaksiyon ürünleridir ve kandaki konsantrasyonunun artması AGE'lerin oluşumunu teşvik ederek glikatif stresi arttırmaktadır. Anti-glikasyon için, postprandiyal hipergliseminin aynı sıra postprandiyal aldehitin inhibisyonu da önemli hale gelmektedir. (Yagi ve Yonei, 2019). Çünkü tip 2 diyabet, kardiyovasküler hastalıklar, kanser, Alzheimer hastalığı, osteoporoz ve demans gibi metabolik ve yaşa bağlı hastalıklarda bir risk faktörü olan glikatif stres hiperglisemi ve yaşam tarzı kaynaklanmaktadır (Egawa ve Hatashi, 2022). Postprandiyal glikoz yönetimi, besin tüketiminden sonra plazma glikoz seviyelerinin ölçülmesini amaçlamakta ve hipertansiyon, kardiyovasküler bozukluklar, böbrek yetmezliği gibi ciddi uzun vadeli komplikasyonlara yol açabilen diyabet riskini kontrol etmek için en önemli parametre olarak kabul edilmektedir (Grom vd., 2020).

### Glisemik İndeks (GI) ve Glisemik Yük (GY)

Glisemik indeks (GI) ilk olarak 1981 yılında Jenkins ve arkadaşları tarafından karbonhidrat içeren besinlerin sınıflandırılmasında kullanılmak üzere ortaya konulmuştur (Jenkins, vd., 1981). Karbonhidratların kalitesinin yemekten sonraki 2 saat boyunca kan şekeri düzeyleri üzerindeki doğrudan etkisine dayanan bir ölçüdür (Ciok ve Dolna, 2006).

$$\text{Glisemik indeks} = \frac{\text{Test besin verildikten sonraki kan glikoz seviyesi}}{\text{Referans besin verildikten sonraki kan glikoz seviyesi}} \times 100$$

Uluslararası Standartlar Örgütü'nün (ISO) 2010 yılındaki ifadesine göre glisemik indeks; yüksek (GI≥70), orta (GI 56-69) ve düşük (GI≤55) olarak sınıflandırılmaktadır (International Organization for Standardization, 2010).

Glisemik yük (GY), besinin içeriğindeki toplam karbonhidrat içeriği ile GI'yi çarparak porsiyon büyüklüğünü hesaplamaktadır (Jun, Lee, Lee, ve Kim, 2022).

$$\text{Glisemik yük} = \frac{\text{GI x besinin içeriğindeki toplam karbonhidrat (g)}}{100}$$

Karbonhidratların kalitesini ve miktarını göstermesi sebebiyle kronik hastalıklarla ilgili epidemiyolojik çalışmalarda postprandiyal kan glikozunu ölçmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Haluszka, Niclis, Del Pilar Diaz, Osella, ve Aballay, 2022). GY değerinin, 20 veya daha fazla olması yüksek, 11-19 arası olması orta, 10 ve daha az olması düşük olduğunu göstermektedir. Düşük GY'ye sahip yiyeceklerin çoğu zaman GI'si düşüktür. Orta veya yüksek GY'ye sahip besinlerin ise GI değerleri çok düşük veya çok yüksek olabilmektedir. Örneğin; karpuzdaki karbonhidrat yüksek GI değerine sahiptir. Ancak miktar olarak fazla olmadığından dolayı karpuzun GY değeri nispeten düşüktür (Lu ve Yan, 2014).

### Postprandiyal İnsülin Yanıtı

Besinlere verilen postprandiyal glisemik yanıt; bireyin metabolik sağlığı, fiziksel aktivite düzeyi, beslenme alışkanlıkları ve alkol kullanımı, uyku düzeni, tüketilen öğünün özellikleri (miktarı, içerisindeki nişastanın türü ve sindirilebilirliği, etkileşime girebilecek diğer bileşenler (α-amilaz inhibitörleri, fitatlar, polifenoller gibi), içerisindeki yağ, şeker ve diyet lifinin miktarı ve türü, besinin sindirim sistemi içerisindeki yapısı (viskozite) gibi pek çok faktör tarafından belirlenmektedir (Prpa vd., 2020). Standartlaştırılmış koşullarda ölçüldüğünde bile GI ve GY'de gözlemlenen bireyler arası farklar, görünüşte benzer olan

besinlerin bile farklı kimyasal ve fiziksel özellikleri sebebiyle değişiklik göstermektedir. Örneğin soğutma ve depolama sırasında nişasta türü, nişasta moleküllerinin değişmesi, diyet lifi gibi faktörler glisemik içeriği değiştirici etkilere sahip faktörlerdir (Venn ve Green).

### **Besin Kompozisyonu**

Yüksek GI besinlerin tüketimi, kan şekeri ve insülin seviyelerinde hızlı bir artışa ve bunun sonucunda da kan şekerini düzenleyen hormonların salınımına ve serbest yağ asitlerinde artışa neden olmaktadır. Bu durum, daha düşük insülin duyarlılığına ve dislipidemi gelişimine neden olabilmektedir. Öte yandan, düşük GI diyetler, kan glikozundaki ve insülin salınımındaki dalgalanmaları hafifletmekte ve daha uzun süreli bir yanıt oluşturarak hiperglisemi, hiperinsülinemi ve postprandiyal serbest yağ asidi oluşumunu baskılamaktadır (Birt vd., 2013).

Patates ve pirinç gibi yüksek GI besinler, belirgin bir tokluk glisemik model ortaya çıkarmaktadır. Yüksek GI yemekten birkaç saat sonra önce tüketimden sonraki ilk 2 saat içerisinde plazma glikoz seviyesinde keskin bir yükseliş, ardından birkaç saat sonra da keskin bir düşüş görülmektedir. Baklagiller ve tam tahıllılar gibi düşük GI besinler, plazma glikoz düzeyinde daha kademeli bir artış ve düşüş sağlamaktadır (Fernandes, Marinho, Lopes, ve Ramos, 2022).

### **Pişirme Yöntemleri**

Önceden pişirilen, gece boyunca soğutulan ve tüketimden hemen önce tekrar ısıtılan patatesin, hemen pişirilip tüketilen patatese göre önemli ölçüde daha düşük GI'ye sahip olduğu gösterilmiştir. Tahılların ve kahvaltılık gevreklerin işlenmesi, dış tohum tabakasını, hücre duvarı bütünlüğünü ve nişasta granüllerini bozarak nişasta parçacık boyutunu ve nişastayı enzimatik sindirime maruz bırakarak GI'yi etkilemektedir. İnce öğütülmüş parçacıklarda, daha büyük tanelere göre daha fazla amilaz bulunmaktadır. Benzer şekilde, belirli bir besin, farklı ürünler elde etmek için farklı şekillerde işlenebilmektedir (örneğin; bütün meyve, meyve püresi ve meyve suyu). Bu ürünleri üretmek için gereken farklı işleme yöntemleri sırasında, nişasta yapısında, parçacık büyüklüğünde ve nişasta miktarında artış olacağından farklı GI değerleri elde edilmektedir (Dan Ramdath, 2016).

Örneğin patates yüksek GI'li bir besin olarak görülse de işleme teknikleri patatesin GI'ni düşürmeye yardımcı olabilmektedir. Patatesin GI'i pişirme yönteminden, pişirme sıcaklığından, yiyeceğin tüketildiği sıcaklıktan etkilenebilmektedir. Bu da glisemik tepkiyi ve yükü etkilemektedir. Patateslerin GI'i katı ve sıvı

yağ ilavesiyle azaltılabilir, böylece plazma glikoz seviyesinde ani bir artış meydana gelmemektedir. Patates ve diğer nişasta ürünlerinin, hiperglisemi ve plazma glikoz seviyesindeki ani yükselişlerin önlenmesinde önemli bir rolü bulunmaktadır. Nişastanın pişirme yönteminin değiştirilmesi, hızlı sindirilen nişasta, yavaş sindirilen nişasta, toplam karbonhidrat içeriği ve dirençli nişasta gibi karbonhidrat profilinin değişmesine yardımcı olabilmektedir (Singh vd., 2020).

### **Diyet Posası**

Diyet posası alımının artırılması postprandiyal glisemi ve insülinemi azaltmak ve insülin duyarlılığını arttırmak için etkili bir strateji kabul edilmektedir (Paquet, Bedard, Lemleux ve Turgeon, 2014). Posa içeren besinler mideye geçmeden önce çiğnemeyi gerektirir ve bu da tokluk, glikoz ve insülin yanıtı ve lipid emilimini etkilemektedir (Reynolds, Mann, Winter, Mete, ve Morenga, 2019).

### **Fiziksel Aktivite**

Fiziksel aktivite, yemek sonrası glisemik tepkinin iyileştirilmesinde ve dolayısıyla aşırı glikoz dalgalanmalarının olumsuz etkilerinin önlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Örneğin yemek yedikten sonra egzersiz yapmak, postprandiyal glisemik yanıtı, açlık koşullarında egzersiz yapmaya göre azaltmaktadır (Bellini, Nicolo, Bazzucchi, ve Saccheitti, 2021).

### **İçecekler ve Postprandiyal Glisemi**

Glisemik yanıt ile ilgili sadece besinlerin etkisinin tanımlanması postprandiyal glikoz hakkında yeterli bilgi sağlayamamaktadır. Çünkü pek çok ülkede öğünlerle birlikte içecek tüketimi yaygın olmasına rağmen, bu içeceklerin postprandiyal plazma glikozuna etkileri hakkında sınırlı bilgi mevcuttur (Kung vd., 2018).

### **İnek Sütü**

Süt ürünleri karbonhidratlarla birlikte tüketildiğinde, içerdiği whey ve kazein proteinleri sebebiyle daha düşük postprandiyal glisemi meydana gelebilmektedir (Kung vd., 2018). İnek sütünün plazma glikozu, insülin ve kan basıncı üzerinde potansiyel yararları mevcuttur. Düşük GI'i nedeniyle inek sütü uygun bir glikoz profili sağlamakta ve postprandiyal insülin tepkisini azaltmaktadır (Gao vd., 2020).

### **Siyah Çay**

Daha önce yapılan in vitro çalışmalar, siyah çayda bulunanlar da dahil olmak üzere polifenolik bileşiklerin bağırsakta glikoz taşınmasını engelleyebildiğini (Shimizu, Koybayashi, Suzuki, Satsu, ve Miyamoto, 2000; Johnston, Clifford, ve Morgan, 2003; Kobayashi vd., 2020) ve pankreas hücrelerinin



insülin salgılanmasını arttırabildiğini ve siyah çayın postprandiyal glisemiye etkileme potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir. (Bryans, Judd, ve Ellis, 2007).

### **Kahve**

Kahve içmenin tip 2 diyabet riskini azaltabileceğine dair potansiyel mekanizmalar, kahvenin enerji harcamasını ve yağ oksidasyonunu arttırması, enerji alımını azaltması, HDL kolesterolü arttırması ve dolaşımdaki adiponektin düzeylerini arttırarak ağırlık kaybına yardımcı olmasından kaynaklanmaktadır (Robertson, Clifford, Penson, Chope, ve Robertson, 2015).

### **Su**

Su ve diğer içeceklerin düzenli olarak tüketilmesi bir beslenme alışkanlığı olduğundan yemeklerle birlikte su tüketiminin postprandiyal glikoz seviyeleri üzerindeki etkisi araştırılmaktadır. Bipat ve arkadaşlarının (Bipat ve Toelsie, 2018). 35 gönüllü birey üzerinde reçel dolgulu çörek ile yaptıkları çalışmada, bireyleri 5 gruba ayırmış; A grubuna reçel dolgulu çörek, B grubuna reçel dolgulu çörekle birlikte 1 bardak su, C grubuna reçel dolgulu çörekten 30 dakika önce 1 bardak su, D grubuna reçel dolgulu çörekten 30 dakika sonra 1 bardak su ve E grubuna reçel dolgulu çörekten 30 dakika sonra 1 bardak su ve 1 adet reçel dolgulu çörek vermişlerdir. Reçel dolgulu çörekle birlikte su tüketiminin diğer gruplara göre postprandiyal glikoz seviyelerinde anlamlı düzeyde artışa neden olduğu görülmüştür. Yemek sırasında ve hemen sonrasında içecek tüketimini minimumda tutmanın yararlı olabileceği düşünülmektedir.

## **2. Sonuç ve Öneriler**

Hastalık risklerini önleyebilmek adına plazma glikoz düzeyini sağlıklı aralıkta kontrol altına almak önemlidir. Günlük hayatta besinlerin glisemik indeks değerleri hakkında bilgi sahibi olmak, postprandiyal glisemiye kontrol altına almak adına uygun bir strateji olarak kullanılabilir. Bunun yanı sıra tüketilen miktarına olduğu kadar kaliteli içeriğe (posa, vitamin, mineral değerleri açısından) de sahip olmasına dikkat etmek hem glisemik kontrolü hem de diyet yaklaşımının sürdürülebilirliğini kolaylaştırabilir.

Öğünlerle birlikte içecek tüketimi son dönemde bir beslenme alışkanlığı haline gelmiştir. Farklı besinlerin postprandiyal glisemiye etkileri kadar, içeceklerin de öğünlerle birlikte glisemik yanıtta oluşuracağı etkinin, glisemik kontrolü sağlamak adına önemli olabileceği düşünülmektedir. Yakın bir geçmişe kadar beslenme planı hazırlanırken kalori içermeyen, şekerli içeceklerin tüketimi bireylerin insiyatifine bırakılırken, yapılan bu araştırmalar bu içeceklerin de postprandiyal serum glikozu üzerinde söz sahibi olduğunu göstermektedir.

Bu nedenle, diyetisyenlerin klinik yaklaşımda içecek tüketim sıklığıını, miktarını ve zamanını detaylı sorgulaması, hiperglisemiye ve getirebileceği sağlık risklerine önlemek adına etkili stratejiler geliştirilmesine yardımcı olacaktır.

### Kaynaklar

- Aronoff, S. L., Berkowitz, K., Shreiner, B., ve Want L. (2004). Glucose metabolism and regulation: beyond insülin and glucagon. *Diabetes Spectrum*, 17(3), 183-190.
- Angel, M. J. (2014). Hyperglycemia and coma. *Encyclopedia of the Neurological Sciences*, 640-642.
- Avila, F., Jimenez-Aspee, F., Cruz, N., Gomez, C., Gonzalez M. A., ve Ravello N. (2019). Additive effect of Maqui (*Aristotelia chilensis*) and lemon (*Citrus x lemon*) juice in the postprandial glycemic responses after the intake of high glycemic index meals in healthy men. *NFS Journal*, 17, 8-16.
- Bellini, A., Nicolo, A., Bazzucchi, I., ve Saccheitti, M. (2021). Effects of different exercise strategies to improve postprandial glycemia in healthy adults. *Official Journal of the American College of Sports Medicine*, 1334-1344.
- Bipat, R., ve Toelsie, J.R. (2018). Drinking water with consumption of a jelly filled doughnut has a time dependent effect on the postprandial blood glucose level in a healthy young individuals. *Clinical Nutrition ESPEN*, 1-4.
- Birt, D. F., Boylston, T., Hendrich, S., Jane, J. L., Hollis, J., Li, L., ... Whitley, E. M. (2013). Resistant starch: promise for improving human health. *Advances in nutrition*, 4(6), 587-601.
- Bryans, J. A., Judd P. A., Ellis, P. R. (2007). The effect of consuming instant black tea on postprandial plasma glucose and insülin concentrations in healthy humans. *Journal of the American College of Nutrition*, 26(5), 471-477.
- Ciok, J., ve Dolna, A. (2006). The role of glycemic index concept in carbohydrate metabolism. *Przegląd Lekarski*, 63(5), 287-291.
- Dan Ramdath, D. (2016). Glycemic index, glycemic load, and their health benefits. *Encyclopedia of Food Grains*, 241-247.
- Detopoulou, P., Fragopoulou, E., Nomikos, T., ve Antonopoulou, S. (2015). Mediterranean Diet and the postprandial state: a focus on lipidemia, glycemia, and thrombosis. *The Mediterranean Diet*, 379-390.

- Egawa, T., ve Hayashi T. (2022). Association of glycativ stress with motor and muscle function. *Frontiers in Physiology*, 13.
- Fernandes, A. C., Marinho, A. R., Lopes, C., ve Ramos, E. (2022). Dietary glyceic load and its association with glucose metabolism and lipidprofile in young adults. *Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 32(1), 125-133.
- Freitas, D., Boue, F., Benallaoua, M., Airinei, G., Benamouzig, R., ve Le Feunteun, S. (2020). Lemon juice, but not tea, reduces the glyceic response to bread in healthy volunteers: a randomized crossover trial. *European Journal of Nutrition*, 60(1), 113-122.
- Gao, R., Rapin, N., Elnajmi, A. M., Gordon, J., Zello, G. A., ve Chilibeck, P. D. (2020). Skim milk as a recovery beverage after exercise is superior to a sports drink for reducing next-day postprandial blood glucose and increasing postprandial fat oxidation. *Nutrition Research*, 82, 58-66.
- Golovinskaia, O., ve Wang, C. K. (2023). The hypoglyceic potential of phenolics from functional foods and their mechanisms. *Food Science and Human Wellness*, 12(4), 986-1007.
- Grom, L. C., Coutinho, N. M., Guimaraes, J. T., Balthazar, C. F., Silva, R., Rocha R. S., ... Cruz, A. G. (2020). Probiotic dairy foods and postprandial glyceia: a mini-review. *Trends in Food Science and Technology*, 101, 165-171.
- Haluszka, E., Niclis, C., Del Pilar Diaz, M., Osella, A. R., Aballay, L. R. (2022). Higher dietary glyceic index, intake of high-glyceic index foods, and insulin load are associated with the risk of breast cancer, with differences according to body mass index in women from Cordoba, Argentina. *Nutrition Research*, 104, 108-117.
- Internation Organization for Standardization. (2010). Food products-determination of the glycaemic index (GI) and recommendation for food classification. Geneva (Switzerland).
- Jenkins, D., Wolever, T. M., Taylor, R. H., Barker, H., Fielden, H., Baldwin, J. M., ...Goff D.V. (1981). Glyceic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 34(3), 362-366.
- Johnston, K. L., Clifford, M. N., ve Morgan, L. M. (2003). Coffee acutely modifies gastrointestinal hormone secretion and glucose tolerance in humans: glycaemic effects of chlorogenic acid and caffeine. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 78, 728–733.

- Jones, J. M. (2023). Glucose: Metabolism and homeostasis. *Encyclopedia of Human Nutrition* (Fourth Edition), 70-78.
- Jun, S., Lee, S., Lee, J., ve Kim, J. (2022). Diets high in glycemic index and glycemic load are associated with an increased risk of metabolic syndrome among Korean women. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 32(5), 1154-1164.
- Kobayashi, Y., Suzuki, M., Satsu, H., Arai, S., Hara, Y., Suzuki, K., ... Shimizu, M. (2020). Green tea polyphenols inhibit the sodium glucose-dependent transporter of intestinal epithelial cells by a competitive mechanism. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 5618–5623.
- Kung, B., Anderson, G. H., Pare, S., Tucker, A. J., Vien, S., Wright, A. J., ve Goff, H. D. (2018). Effect of milk protein intake and casein-to-whey ratio in breakfast meals on postprandial glucose, satiety ratings and subsequent meal intake. *Journal of Dairy Science*, 101(10), 8688-8701.
- Lu, Z. Q., ve Yan, J. (2014). Dietary carbohydrate and age-related cataract. *Handbook of nutrition, diet and the eye*. Liaoning Province: Elsevier, 271-277.
- Ludwig, D. S., Aronne, L. J., Astrup, A., De Cabo, R., Cantley, L. C., Friedman, M. I., ...Ebbeling C. B. (2021). The carbohydrate-insulin model: a physiological perspective on the obesity pandemic. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 114(6), 1873-1885.
- Olufadeju, J. O., ve Makanjuola, J. O. (2022). Glycemic index and post-prandial blood glucose response of non diabetic individual to some commonly consumed fruits. *Proceedings of the 3rd International Conference, The Federal Polytechnic*, 502-506.
- Palani, G., Stortz, E., ve Moheet, A. (2023). Clinical presentation and diagnostic approach to hypoglycemia in adults without diabetes mellitus. *Endocrine Practice*, 29(4), 286-294.
- Paquet, E., Bedard, A., Lemleux, S., ve Turgeon, S.L. (2014). Effects of apple juice-based beverages enriched with dietary fibres and xanthan gum on the glycemic response and appetite sensations in healthy men. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 4(1), 39-47.
- Prpa, E. J., Corpe, C. P., Atkinson, B., Blackstone, B., Leftley, E. S., ... Hall, W. L. (2020). Apple polyphenol rich drinks dose-dependently decrease early-phase postprandial glucose concentrations following a high-carbohydrate meal: a randomized controlled trial in healthy adults and in vitro studies. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 85, 108466.

- Reynolds, A., Mann, J. M., Winter, N., Mete, E., ve Morenga, L. T. (2019). Carbohydrate quality and human health: a series of systematic reviews and meta-analyses. *The Lancet*, 393, 434-445.
- Robertson, T. M., Clifford, M. N., Penson, S., Chope, G., ve Robertson, M. D. (2015). A single serving of caffeinated coffee impairs postprandial glucose metabolism in overweight men. *British Journal of Nutrition*, 114, 1218-1225.
- Shimizu, M., Koybayashi, Y., Suzuki, M., Satsu, H., ve Miyamoto Y. (2000). Regulation of intestinal glucose transport by tea catechins. *Biofactors*, 13, 61–65.
- Singh, A., Raigond, P., Lal, M. K., Singh, B., Thakur, N., Changan, S., ... Dutt, S. (2020). Effect of cooking methods on glycemic index and in vitro bioaccessibility of potato (*solanum tuberosum* L.) carbohydrates. *LWT-Food Science and Technology*, 127, 109363.
- St-Onge, M. P., Cherta-Murillo, A., Darimont, C., Mantantzis, K., Martin, F. P., ve Owen, L. (2023). The interrelationship between sleep, diet, and glucose metabolism. *Sleep Medicine Reviews*, 69, 101788.
- Venn, B. J., ve Green, T. J. (2007). Glycemic index and glycemic load: measurement issues and their effect on diet-disease relationships. *European Journal of Clinical Nutrition*, 61, 122-131.
- Woerle, H. J., ve Gerich, J. E. (2004). Glucose physiology, normal. *Encyclopedia of Endocrine Diseases*, 263-270.
- World Health Organization. (2010). Global status report on non-communicable diseases;. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- Yagi, M., ve Yonei, Y. (2019). Glycative stress and anti-aging: 12. Regulation of glycative stress. Postprandial blood glucose regulation. *Glycative Stress Research*, 6(3), 175-180
- Yagi, M., Uenaka, S., Ishizaki, K., Sakiyama, C., Takeda, R., ve Yonei, Y. (2020). Effect of the postprandial blood glucose on lemon juice and rice intake. *Glycative Stress Research*, 7(2), 174-180.
- Yolanda, V., Antono, L., ve Kurniati, A. (2018). Additional water intake after meal reduced 2-h postprandial blood glucose level in healthy subjects. *International Journal of Diabetes Research*, 7(1), 18-22.