

# Diyabette Diyet Proteinleri ve Yağlarının Kan Glukozu Üzerine Etkileri

## *The Effects of Dietary Proteins and Fats on Blood Glucose in Diabetes*

Neşe Kaya<sup>1</sup>, Hülya Gökmen Özel<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Kayseri, Türkiye

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

### ÖZET

Öğün sonrası glisemide temelde tüketilen besinin veya öğünün karbonhidrat içeriği etkili olmaktadır. Ancak son yıllarda proteinlerin ve yağların da kan glukoz düzeyleri üzerinde etkili olduğu ve öğünün glisemik yanıtının, öğünün protein ve yağ içeriğine bağlı olarak değişebileceği gösterilmektedir. Diyet proteinleri yeterli insülin varlığında, glukoz eldesinde veya enerji olarak kullanılmadan protein sentezinde kullanılmak için portal ven aracılığı ile karaciğere taşınmaktadır. Bu nedenle proteinlerin yeterli insülin varlığında kan glukoz düzeylerinde daha az bir artışa yol açtığı, ancak diyabetli bireylerde özellikle insülin dozu yeterli olmadığında yüksek proteinli öğünlerin, glukoneogenez ve artmış glukagon sekresyonu ile öğün sonrası geç dönemde (150 dk ve sonrası) hiperglisemiye yol açabileceği belirtilmektedir. Yağlar ve yağ asitleri, mide boşalma hızını geciktirmekte, insülin duyarlılığının bozulmasına ve hiperglisemiye neden olabilmektedirler. Hem proteinden hem de yağdan zengin öğün tüketiminin ise bu hiperglisemik etkiyi arttırdığı, insülin gereksinmesinin de artışı ile birlikte geç başlayan ve daha uzun devam eden kan glukoz artışına yol açabileceği belirtilmektedir. Böylece öğünün glisemik yanıtı gecikmekte ve ayrıca hiperglisemi süresi uzamaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Diyabet, kan glukozu, diyet proteinleri ve yağları

### ABSTRACT

Postprandial glycemia is mainly influenced by the carbohydrate content of the food or meal. However recent years it is determined that the proteins and fats are also effected on blood glucose and meal glycaemic respons could be changed depending on the protein and fat content of meal. With adequate insülin dietary protein do not convert to glucose or energy and carries to the liver by the portal vein for protein synthesis. Therefore it is determined that proteins has minimal effects on blood glucose level with adequate insülin, but in diabetic patients particularly if the insülin dose was inadequate, high protein meals may lead to postprandial hyperglycemia in late time (150 min and later) by the increased glucagon secretion and glukoneogenesis. Fats and fatty acids are also delayed to gastric emptying and lead to imparement the insülin sensitivity and hyperglycemia. It is determined that both high protein and high fat containing meal consumption increased this hyperglycaemic effect and lead to late and prolonged hyperglycemia on blood glucose. So meal glycaemic response has delayed and the duration of hyperglycemia has longed.

**Keywords:** Diabetes, blood glucose, dietary proteins and fats

### GİRİŞ

Öğün sonrası kan glukoz düzeyleri, temel olarak sindirilip emilerek dolaşıma geçen glukoz miktarı ile belirlenmektedir. Diyet karbonhidratları postprandiyal kan glukozunu belirleyen en önemli etmendir (1). Karbonhidratlar kan glukozunu en hızlı arttıran besin ögesidir. Besinin veya öğünün içerdiği sindirilebilir karbonhidrat miktarı belirlenen glisemik indeksin (GI) öğün sonrası

kan glukoz düzeylerini ve glukoz yanıtını büyük ölçüde etkilediği bilinmektedir (2). Bu nedenle diyabetli bireylerin glisemik kontrolü için yapılan beslenme önerileri sıklıkla karbonhidratlar üzerine yoğunlaşmakta, proteinlerin ve yağların glisemi üzerine etkileri ise beslenme önerilerinde göz ardı edilebilmektedir.

#### İletişim/Correspondence:

Öğr. Gör. Neşe Kaya

Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Yenidoğan Mah.  
38039 /Kayseri

E-posta: dyt\_nese@hotmail.com

Geliş tarihi/received: 04.11.2013

Kabul tarihi/accepted: 22.04.2014

Kan glukozunu en hızlı arttıran besin ögesi karbonhidrat olsa da, öğün sonrası hiperglisemide sadece karbonhidratların rol oynamadığı, yağ ve protein içeren besinlerin de yemek sonrası uzun dönemde kan glukoz düzeylerini arttırdığı belirtilmektedir. Öğün sonrası glisemik yanıt ile ilgili en güncel ve önemli konu, bir besinin glisemik indeksinin karışık bir öğün içerisinde yağ ve proteinlerin bulunmasından dolayı aynen korunamamasıdır. Besin bileşiminin öğünün glisemik yanıtı üzerine etkisinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmalar, öğünün glisemik yanıtını, öğünün protein ve yağ içeriğinin de etkilediğini göstermektedir. Karışık öğünlerde karbonhidrat, protein ve yağ miktarına bağlı olarak glisemik yanıtın değişebileceği belirtilmektedir (3-7). Bu nedenle son yıllarda diyet proteinlerin ve yağlarının glisemik kontroldeki etkileri üzerinde durulmaktadır (8). Bu derleme makalede diyabette diyetle alınan protein ve yağların kan glukozu üzerine olan etkileri tartışılacaktır.

### **Proteinlerin Kan Glukozu Üzerine Etkisi**

Proteinler organizmanın her türlü işlev ve reaksiyonunda rol almaktadır. Nitrojenin temel kaynağıdır ve büyüme ve gelişmenin sağlıklı devam etmesi için gerekli elzem besin ögesidir (9). Proteinlerin sindirimi karbonhidratlara oranla daha yavaştır. Bu nedenle proteinler emilimleri sırasında kan glukozunu karbonhidratlar kadar yükseltmezler. Yeterli insülin varlığında öğünle alınan proteinlerin postprandiyal kan glukozunda minimal düzeyde artışa yol açtığı bilinmektedir. Sindirilen proteinlerin teorik olarak yaklaşık %50-60'ının glukozla dönüştüğü bilinmektedir. Ancak çeşitli laboratuvarlardan elde edilen veriler diyet proteinlerinin endojen glukoz üretimine çok az katkı sağladığını ve tek başına kan glukoz düzeylerini arttırmadığını göstermektedir. Bunun nedeni hala net değildir. Diyetle alınan proteinlerin emildikten sonra, protein sentezine katılması, deaminasyonu, enerji olarak kullanılmak üzere oksidasyonu veya glukozla dönüşümü ve glukozun dolaşıma verilmesi olaylarının tümünü kontrol eden regülatör mekanizmanın etkili olduğu düşünülmektedir (10). Gannon ve arkadaşları (8) 50 g protein içeren biftek tüketiminin ardından 1 saat sonra kan glukozunda 3 mg/dL artış olduğunu göstermişlerdir. Proteinli bir öğün tüketiminin ardından diyet proteinlerinin büyük bir bölümü

(%95) emilmekte ve yeterli insülin varlığında enerji olarak kullanılmadan protein sentezi veya gerektiğinde glukoneogenezde kullanılmak için portal ven aracılığı ile karaciğere taşınmaktadır. Karaciğere gelen aminoasitlerin bir kısmı, diğer organların ve dokuların gereksinimini karşılamak için sistemik kan dolaşımına geçmektedir. Bu nedenle, yeterli insülin varlığında diyet proteinleri kan glukozu üzerine minimal düzeyde etki etmektedir (11,12).

Sağlıklı bireyler ve tip 2 diyabetli bireylerle yapılan çalışmalarda, insülin düzeylerinin proteine yanıt olarak artması ile glukoz yanıtının sabit tutulabildiği ve bu nedenle protein emiliminden sonra periferik glukoz düzeylerinin artmadığı belirtilmektedir (8). Endojen insülin salınımı olan bireylerde, proteinin tek başına emiliminin, aynı miktarda karbonhidrat emilimine göre daha düşük glukoz yanıtına yol açtığı, aynı zamanda öğüne protein eklenmesinin kan glukoz yanıtını arttırmadığı (hatta bazı bireylerde azalttığı) gösterilmektedir (13). Bununla birlikte bazı aminoasitlerin de insülin salınımını stimüle edebileceği bilinmekle birlikte tip 1 diyabetli bireyler için bu durum söz konusu değildir (13). İnsülin yetersizliğinde, glukoneogenez süreci devreye girmekte ve kan glukoz düzeyinde artışa yol açabilmektedir (11,12).

Ayrıca, dört saatten uzun süren açlıkta sağlıklı bireylerde de, insülin salınımının azalması ile büyüme hormonu, glukokortikoidler ve glukagonun oransal artışı nedeniyle glukoz düzeyi yükselmektedir (14). Postprandiyal hipergliseminin artmış glukagon düzeyi ile ilişkili olduğu üzerine güçlü şüpheler mevcuttur. Diyabetli olmayan bireylerde glukagonun, oral glukoz verilmesinden sonra düştüğü, ancak protein içeren öğünden sonra düşmediği belirlenmiştir (14). Bu durum proteinlerin normal şartlarda (insülin salınımı veya dolaşımda yeterli insülin varlığında) tek başına kan glukozunu arttırıcı etki göstermediği bilgisini desteklemektedir.

İnsülin salınımı olmayan tip 1 diyabetli bireylerde protein yıkımı ve proteinin glukozla dönüşümü glisemik kontrole ve verilen insülin miktarına bağlıdır. Optimal insülin ihtiyacından daha az ekzojen insülin verilirse, proteinlerin glukozla dönüşüm hızlanır ve postprandiyal glisemi kontrol

edilemez. Kontrolü iyi olan ve preprandial insülin dozu doğru hesaplanmış tip 1 diyabetlilerde, diyetle alınan proteinler kan glukozunu yükseltmemektedir. Yapılan çalışmalarda, hipoglisemi sonrası öglisemi sağlanmasında ve sadece karbonhidrat ve karbonhidrat-proteinin birlikte verilmesi sonucunda, plazma glukoz düzeylerinin aynı pik etki yaptığı ve glukozun düşme hızının benzer olduğu bulunmuştur (15). Ayrıca diyet proteinlerinin karbonhidratlarla birlikte alındığında insülinojenik yanıtı arttırdığı ve glisemi ve insülinemi düzenlediğini gösteren çalışmalar da mevcuttur (16).

Diyet proteinlerinin karaciğerden glukoneogenez yoluyla glukoz oluşumu ile insülin gereksinmesinde artışa yol açabileceği belirtilmektedir (17). Bir çalışmada öğüne protein eklenmesinin glukoz yanıtını arttırabileceği ve yağlara göre proteinlerin glukoz yanıtında daha etkili olduğu gösterilmiştir (18). Peters ve arkadaşları (13) tip 1 diyabetli bireylerde standart öğün, yüksek proteinli öğün ve yüksek yağlı öğünün glukoz düzeylerine etkisini incelediği çalışmada protein eklenmiş öğün sonrası 60-300 dk. arasında ortalama kan glukoz düzeylerinin ve 150-300 dk'lar arasında insülin gereksinmesinin standart ve yüksek yağlı öğüne göre önemli şekilde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca en fazla toplam insülin gereksinmesinin yüksek proteinli öğünde olduğu belirtilmiştir (13). Ayrıca, yüksek proteinli öğünlerde oluşan kortizol yanıtının da postprandiyal insülin direncini arttırarak ve glukoneogenezi stimüle ederek ekzojen insülin gereksinmesini arttırabileceğini ve bunun da postprandiyal glukoz yanıtının artmasına katkı sağlayabileceği belirtilmektedir.

### **Yağların Kan Glukozu Üzerine Etkisi**

Diyabetli bireylerde, yüksek miktarda yağ, doymuş yağ ve düşük miktarda karbonhidrat alımı, egzersiz ve beden kütle indeksinden (BKİ) bağımsız olarak kötü glisemik kontrolle ilişkilidir (19). Deneysel ve klinik veriler yağ alım miktarının ve türünün insülin direnci ve metabolik kontrolü etkileyebileceğini göstermektedir (20). Özellikle uzun süreli fazla miktarda toplam yağ ve doymuş yağ alımının serbest yağ asidi düzeylerini arttırarak periferik insülin duyarlılığını azalttığı, hepatik glukoz üretimini

arttırdığı, HbA1c düzeylerinde artışa yol açtığı, böylece glisemik kontrolü olumsuz etkilediği ve kötü glukoz kontrolü için önemli bir etmen olduğu belirtilmektedir. Tip 1 diyabetli bireylerde diyet yağlarının glukoz kontrolü üzerine etkisini konu alan bir çalışma, toplam ve doymuş yağ alımı ile HbA1c arasında anlamlı pozitif korelasyon, tekli doymamış yağ alımı ile HbA1c arasında anlamlı negatif korelasyon olduğunu belirlemiştir (21).

Doymuş yağ alımının, adipoz dokuda proinflatuar gen ekspresyonu profili ile insülin duyarlılığının azalmasında önemli bir etken olduğu bilinmektedir. Ayrıca doymuş yağ asidi alımının intramusküler lipid metaboliti akümülyasyonunu arttırdığı ve iskelet kaslarına insülin etkinliği ile glukoz alımına zarar verdiği belirtilmektedir (21). Artmış yağ asidi düzeylerinin iskelet kaslarda GLUT4 gen ekspresyonunu da bozarak kas içine glukoz girişini sınırladığı ve ayrıca artmış yağ asidi düzeylerinin insülin sinyallerinde de bozulmaya yol açarak hiperglisemiye yol açtığı bilinmektedir (16). Yağ alımı ve kötü glisemik kontrol ilişkisini destekleyen bir etmen de özellikle diyabetli adölesanlarda görülen istenmeyen ağırlık kazanımıdır. Diyabetli bireylerde fazla kilo/ obezitenin yağ akümülyasyonunu arttırarak toplam enerji alımından bağımsız olarak kötü metabolik profil ile ilişkili olduğu ve diyabetli bireylerde kan glukoz kontrolünü zorlaştırdığı bilinmektedir (21).

Yağ alımının uzun dönem metabolik kontrol üzerine etkilerinin yanı sıra besin alımını takiben postprandiyal dönemde de kan glukoz profilini etkilediği bilinmektedir. Yağların geç glisemi üzerine en önemli etkisi gastrik boşalma süresinin uzun olmasıdır. Yağların midede uzun süre kalması ve böylece sindirimlerinin ve emilim sürelerinin gecikmesi nedeniyle postprandiyal kan glukozunda geç dönemde artışa yol açtığı gösterilmektedir. Uzamış gastrik boşalma süresi, kan glukozunda hızlı bir azalmayı önlemekte ve geç hiperglisemiye yol açabilmektedir (22). Karbonhidratlı bir öğüne yağ eklenmesinin, yağların duodenum ve/veya ileumdan emilimi geciktirici etkisi ile postprandiyal glukoz yanıtını azaltabileceği bildirilmektedir (13). Yüksek yağlı öğün tüketiminden sonra mide boşalması gecikeceği için postprandiyal hiperglisemi süresi uzayabilmektedir. Lee ve arkadaşları (23)

yüksek yağlı öğün tüketiminden sonra kan glukoz düzeyindeki artışın öğünün ardından 5-14 saat içerisinde oluştuğunu göstermiştir. Garcia-Lopez ve arkadaşları (22) yüksek yağlı diyetle, düşük yağlı diyetle göre daha yüksek ve yavaş düşen bir postprandiyal glisemik yanıt sağlandığını göstermişlerdir. Benzer şekilde Lodefalk ve arkadaşları (24) karbonhidrat içerikleri aynı yağ içerikleri farklı olan öğünlerden yüksek yağlı öğünün başlangıç (ilk 2 saat) postprandiyal glisemik yanıtı azalttığını belirlemişlerdir. Yağların glukoz yanıtı üzerine etkisini ele alan başka bir çalışmada, tip 1 diyabetli bireylerde, yağ eklenmiş öğünün standart veya protein eklenmiş öğüne göre 0-60 dk ve 0-90 dk'da postprandiyal glisemik yanıtının önemli olarak daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle yağlı öğünler kan glukoz düzeylerinin hızlı artırılması gereken durumlarda tercih edilmemelidir (13).

Yağların glisemi üzerine temel etkisinin mide boşalmasını geciktirerek geç glukoz yanıtına yol açması olduğu bilinmekle birlikte, son yıllarda yüksek yağlı öğünlerin aynı miktarda karbonhidrat içeriği olan az yağlı öğünlere göre daha fazla insülin gereksinmesine yol açtığı yönünde bilgiler artmaktadır. Wolpert ve arkadaşları (25) tip 1 diyabetli bireylerde diyetle yağ alımının kan glukoz profilindeki ve insülin gereksinimindeki etkilerini incelediği çalışmada, yüksek yağlı öğünün geç glisemik etkiye yol açtığını, yüksek yağlı öğününün insülin gereksiniminin düşük yağlı öğününe göre %42 daha fazla olduğu (sırasıyla  $12.6 \pm 1.9$  IU ve  $9.0 \pm 1.3$  IU,  $p=0.01$ ) ve insülin eklenmesine rağmen yüksek yağlı öğünde daha fazla hiperglisemi olduğu gösterilmiştir.

Bir çalışmada öğüne yağ eklenmesinin özellikle erken (0-150 dk) postprandiyal glisemide artışa yol açmadığı, yağların karbonhidratlarla birlikte alınması durumunda mide boşalma süresinin uzun olması nedeniyle karbonhidratların emilimini geciktirdiği ve ayrıca karbonhidratla birlikte alındığında geç glisemik etki ile kan glukoz yanıtını ve insülin gereksinmesini arttırdığı belirtilmektedir (13).

### **Yüksek Yağlı ve Yüksek Proteinli Öğünlerin Kan Glukozu Üzerine Etkisi**

Proteinlerin ve yağların karışık bir öğün içerisinde birlikte alındıklarında postprandial kan glukoz artışı üzerine etkilerinin tek başlarına alınmalarından daha fazla olduğu belirtilmektedir. Proteinlerin ve yağların özellikle 6 saatlik periyot gibi uzun dönemde kan glukoz düzeylerini ve öğün sonrası kan glukoz pik zamanını etkilediği belirtilmektedir. Yüksek protein ve yağ içeren öğünlerin, standart öğünlere göre öğün sonrası en yüksek kan glukoz değerine daha geç ulaştığı ve postprandiyal kan glukozunun daha uzun süre yüksek kaldığı gösterilmektedir (22). Son yıllarda yapılan çalışmalar diyabetli bireylerde yüksek proteinli ve yağlı öğünlerin özellikle besin alımını takiben 3-4 saat içerisinde uzamış kan glukoz düzeyi artışlarına yol açtığını göstermektedir. Literatür yağ ve proteinden zengin besinlerin uzamış hiperglisemiye yol açtığını net bir şekilde ortaya koymaktadır (26).

Sağlıklı ve diyabetli bireylerde karbonhidratın zengin besinlerin, hızlı ve kısa glukoz artışına yol açtığını, protein ve yağdan zengin besin tüketiminin ise intersitisyel glukoz düzeylerinde ılımlı fakat uzamış artışa yol açtığı gösterilmiştir. Karbonhidrat, protein ve yağdan zengin yüksek enerjili öğünlerin ise hızlı ve uzamış glukoz artışına yol açtığı belirtilmektedir (27). Freckmann ve arkadaşları (27) farklı diyet örüntülerinin glukoz profili üzerine etkilerini incelemek için yaptıkları çalışmada, yüksek protein ve yüksek yağ içeriği olan öğünlerin düşük yağ ve protein içeren öğünlere göre postprandiyal glukoz düzeylerinde daha yavaş artış ve daha yavaş azalmaya yol açtığı göstermişlerdir. Tip 1 diyabetli bireylerde karbonhidrat içerikleri sabit, yağ ve protein içerikleri arttırılmış öğünlerin postprandiyal kan glukozuna etkilerini inceleyen bir çalışmada, standart öğün, yüksek yağlı öğün ve yüksek proteinli öğünün erken (0-150 dk) glisemik yanıtlarının benzer olduğu, ancak yüksek protein içeren öğünün standart öğüne göre toplam glukoz yanıtının daha fazla olduğu, bunun da geç (150-300 dk) postprandiyal yanıt oluşturmamasından kaynaklandığı belirtilmektedir (13).

Smart ve arkadaşları (28) yağların ve proteinlerin öğün sonrası kan glukoz düzeylerine etkilerini ayrı ayrı gözlemleyebilmek için 33 tip 1 diyabetli çocuk ve adolesanda karbonhidrat içerikleri aynı yağ ve protein içerikleri farklı 4 kahvaltı



öğününün (düşük yağlı ve düşük proteinli öğün, yüksek proteinli ve düşük yağlı öğün, yüksek yağlı ve düşük proteinli öğün ve yüksek proteinli ve yüksek yağlı öğün) öğün sonrası glisemik kontrole etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada, bireylerin kan glukozu 300 dk süresince izlenmiştir. Yüksek yağlı yüksek proteinli öğünde düşük yağlı düşük proteinli öğüne göre 150. dk'dan sonra daha yüksek glukoz düzeyleri olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Çalışmada yağların ve proteinlerin tek başına kan glukoz artışı üzerinde etkileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı ve yüksek yağlı düşük proteinli öğün ile düşük yağlı yüksek proteinli öğün arasında 120.dk'daki glisemik profilin farklı olmadığı gösterilmiştir. Ancak yağlar ve proteinlerin glukoz artışına etkilerinin birlikte alındığında daha etkili olduğu belirtilmektedir. Örneğin 180. dk'da yüksek yağlı ve yüksek proteinli öğünde ortalama kan glukoz artış miktarının (75.6 mg/dL) aynı dakikadaki düşük yağlı yüksek proteinli öğün (43.2 mg/dL) ile yüksek yağlı düşük proteinli öğündeki (32.4 mg/dL) ortalama kan glukoz artış miktarının toplamı olduğu belirlenmiştir. Çalışmada tüketilen öğünün hem yüksek yağ ve hem de yüksek protein içermesi durumunda öğün tüketiminden 3-5 saat sonra sadece yağ veya sadece yüksek protein içermesine göre ortalama kan glukozunu istatistiksel olarak daha fazla arttırdığı belirtilmiştir. Bu sonuç yüksek yağlı ve yüksek proteinli öğünlerin kan glukozunu, yağ ve proteinlerin tek başına etkilerinden veya yağ ve protein içeriği düşük olan öğünlerden daha fazla arttırdığını göstermektedir.

Yüksek proteinli ve yağlı öğünlerin uzamış hiperglisemik etkisini gösteren diğer bir konu da öğün tüketiminden sonra kan glukozunun ulaştığı en yüksek değerden düşüş profilidir. Yüksek proteinli ve yağlı öğün sonrasında kan glukoz eğrisinde, tepe değerinden yavaş bir düşme eğilimi olduğu bilinmektedir. Çeşitli çalışmalarda yağdan ve proteinden zengin öğünlerin öğün sonrası en yüksek değerden düşüş eğrilerinin standart öğüne göre daha düz olduğunu olduğu belirtilmektedir (13,22,28). Yapılan bir çalışmada diyabetli bireylere verilen standart öğünde bireylerin ortalama kan glukoz düzeyi 120.dk'da açlık düzeylerine dönmüşken, yüksek yağlı yüksek proteinli öğünde 3 saatlik periyotta kan glukozu açlık düzeylerine dönmediği belirtilmiştir (22). Benzer şekilde Smart ve arkadaşları (28)

çalışmasında da düşük yağlı düşük proteinli ve düşük yağlı yüksek proteinli öğünde kan glukoz düzeyleri açlık düzeylerine dönerken, yüksek yağlı düşük proteinli ve yüksek yağlı yüksek proteinli öğünde açlık düzeylerine dönmediği gösterilmiştir.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Proteinlerin ve yağların iyi bir uzun dönem enerji kaynağı olduğu, proteinden ve yağdan zengin besinlerin kan glukozunda geç ancak uzun süre devam eden bir artışa yol açtığı belirtilmektedir (13). Proteinlerin yeterli insülin varlığında kan glukoz düzeylerinde az bir artışa yol açtığı, ancak diyabetli bireylerde özellikle insülin dozu yeterli olmadığına yüksek proteinli öğünlerin, öğün sonrası kan glukoz yanıtını standart öğüne göre daha fazla arttırdığı ancak bu artışın geç dönemde (150-180 dk ve sonrası) ve uzun süre devam eden bir artış olduğu gösterilmektedir. Yağların mide boşalmasını geciktirerek glukoz düzeylerinde geç artışa yol açabileceği, hem yağdan hem de proteinden zengin olan bir öğün tüketildiğine ise bu etkinin artacağı, insülin gereksinmesinin de artışı ile birlikte geç başlayan ve daha uzun devam eden kan glukoz artışına yol açabileceği belirtilmektedir. Yüksek yağlı ve yüksek proteinli öğünlerin kan glukozundaki bu etkilerinden dolayı son yıllarda yapılan sınırlı sayıda çalışmada böyle bir öğün tüketildiği zaman öğünün insülin dozunun hesaplanmasında besinin sadece karbonhidrat içeriğinin değil yağ ve protein içeriğinin de insülin dozu hesaplama algoritmasına dahil edilmesi düşüncesi ağırlık kazanmıştır. Tip 1 diyabetli bireylerle yapılan çalışmalar yağdan ve proteinden zengin öğünlerin, öğün sonrası insülin gereksinmesini arttırdığını göstermektedir. Öğünün insülin dozunun hesaplanmasında yağ ve protein sayımı yapılması ile ilgili çalışmalar, yüksek yağlı ve yüksek proteinli bir öğün için insülin dozunun yağ ve protein içeriği de dikkate alınarak öğüne özgü olarak belirlenmesinin sadece karbonhidrat sayımıyla belirlenmesine göre glisemik yanıtta daha iyi sonuçlar verdiğini göstermektedir (26,29-31). Proteinden ve yağdan zengin öğün tüketiminin etkilerinin ve insülin uygulamasında yapılacak değişikliklerin tedaviye aktarılabilmesi için çalışmalara gereksinim vardır..

**Çıkar çatışması/Conflict of interest:** Yazarlar ya da yazı ile ilgili bildirilen herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

## KAYNAKLAR

- 1- Bantle JP, Wylie-Rosett J, Albright AL, Apovian CM, Clark NG, Franz MJ, et al. Nutrition recommendations and interventions for diabetes, A position statement of the American Diabetes Association. *Diab Care* 2008;31:61-78.
- 2- Rovner AJ, Nansel TR, Lauren Gellar L. The effect of a low-glycemic diet vs a standard diet on blood glucose levels and macronutrient intake in children with type 1 diabetes. *Am J Clin Nutr* 2009;109:303-307.
- 3- Pi-Sunyer FX. Glycemic index and disease. *Am J Clin Nutr* 2002;76:290-298.
- 4- Venn BJ, Green TJ. Glycemic index and glycemic load: measurement issues and their effect on diet-disease relationships. *Eur J Clin Nutr* 2007;61(1):122-131.
- 5- Brouns F, Bjorck I, Frayn KN, Gibbs AL, Lang V, Slama G et al. Glycaemic index methodology. *Nutr Res Rev* 2005;18:145-171.
- 6- Sugiyama M, Tang AC, Wakaki Y, Koyama W. Glycemic index of single and mixed meal foods among common Japanese foods with white rice as a reference food. *Eur J Clin Nutr* 2003;57:743-752.
- 7- Henry CJ, Lightowler HJ, Kendall FL, Storey M. The impact of the addition of toppings/fillings on the glycaemic response to commonly consumed carbohydrate foods. *Eur J Clin Nutr* 2006;60:763-769.
- 8- Gannon MC, Nuttall FQ, Saeed A, Jordan K, Hoover H. An increase in dietary protein improves the blood glucose response in persons with Type 2 diabetes. *Am J Clin Nutr* 2003;78:734-741.
- 9- Smart C, Aslander-Van Vliet E, Waldron S. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2009 Compendium. Nutritional management in children and adolescents with diabetes. *Pediatr Diab* 2009;10(12):100-117.
- 10- Nuttall FQ, Gannon MC. Dietary Protein and the Blood Glucose Concentration. *Diabetes* 2013;62:1371-1372.
- 11- Franz MJ. Protein: metabolism and effect on blood glucose levels. *Diabetes Educ* 1997;23(6):643-646.
- 12- Franz MJ. Protein Controversies in Diabetes. *Diabetes Spectr* 2000;13(3):132.
- 13- Peters AL, Davidson MB. Protein and fat effects on glucose responses and insulin requirements in subjects with insulin-dependent diabetes mellitus. *Am J Clin Nutr* 1993;58:555-560.
- 14- Altınışık M. Karbonhidrat Metabolizması Bozukluklarına Biyokimyasal Yaklaşım. *ADÜ Tıp Fakültesi Dergisi* 2010;1:51-59.
- 15- Alphan Tüfekçi E. Diabetes Mellitus ve Beslenme Tedavisi. Alphan Tüfekçi E, Baş M, Baysal A, Kutluay Merdol T, Kızıltan G, Pekcan G ve ark. (Haz). *Hastalıklarda Beslenme Tedavisi*. Hatipoğlu Yayınevi; 2013. s. 415-507.
- 16- Nyrop JE. The effect of protein source in postprandial glycemia. Master Thesis, The State University of New York, Buffalo, 2006.
- 17- Satman İ, İmamoğlu Ş, Yılmaz C. Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği. *Diabetes Mellitus ve Komplikasyonlarının Tanı, Tedavi ve İzlem Kılavuzu*. Bayt Bilimsel Araştırmalar Basın Yayın; 2009. s. 1-190. ISBN: 978-605-4011-09-4.
- 18- Jones SM, Quarry JL, Caldwell-McMillan M, Mauer DT, Gabbay RA. Optimal insulin pump dosing and postprandial glycemia following a pizza meal using the continuous glucose monitoring system. *Diabetes Technol Ther* 2005;7(2):233-240.
- 19- Wylie Rosett J, Delahanty LM. The Role of Diet in the Prevention and Treatment of Diabetes, Nutrition in the Prevention and Treatment of Disease. 3rd ed. 2013;32:615-628. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-391884-0.00032-9>.
- 20- Vesseby B, Uusitupa M, Hermansen K, Riccardi G, Rivellese AA, Tapsell LC et al. Substituting dietary saturated for monounsaturated fat impairs insulin sensitivity in healthy men and women: The KANWU Study. *Diabetologia* 2001;44:312-319.
- 21- Maffei C, Morandi A, Ventura E, Sabbion A, Contreas G, Tomasselli F et al. Diet, physical, and biochemical characteristics of children and adolescents with type 1 diabetes: relationship between dietary fat and glucose control. *Pediatr Diabetes* 2012;13:137-146.
- 22- Garcı'a-Lo'pez JM, Gonza'lez-Rodriguez M, Pazos-Couselo M, Gude F, Prieto-Tenreiro A, Casanueva F. Should the amounts of fat and protein be taken into consideration to calculate the lunch prandial insulin bolus? Results from a randomized crossover trial. *Diabetes Technol Ther* 2013;15(2):166-171.
- 23- Lee SW, Cao M, Sajid S, Hayes M, Choi L, Rother C et al. The dual-wave bolus feature in continuous subcutaneous insulin infusion pumps controls prolonged post-prandial hyperglycaemia better than standard bolus in type 1 diabetes. *Diabetes Nutr Metabol* 2004;17(4):211-216.
- 24- Lodefalk M, Aman J, Bang P. Effects of fat supplementation on glycaemic response and gastric emptying in adolescents with type 1 diabetes. *Diabet Med* 2008;25:1030-1035.
- 25- Wolpert HA, Atakov-Castillo A, Smith SA, Steil GM. Dietary fat acutely increases glucose concentrations and insulin requirements in patients with type 1 diabetes. *Diab Care* 2013;36:810-816.
- 26- Pankowska E, Blazik M, Groele L. Does the fat-protein meal increase postprandial glucose level in type 1 diabetes patients on insulin pump: The conclusion of a randomized study. *Diabetes Technol Ther* 2012;14:16-22.
- 27- Freckmann G, Hagenlocher S, Baumstark A, Jendrike N, Gillen RC, Rössner K et al. Continuous glucose profiles in healthy subjects under everyday life conditions and after different meals. *J Diabetes Sci Technol* 2007;1:695-703.
- 28- Smart CEM, Evans M, O'Connell SM, McElduff P, Lopez PE, Jones TW et al. Both dietary protein and fat increase postprandial glucose excursions in children with type 1 diabetes and the effect is additive. *Diab Care* 2013;36:3897-3902.
- 29- Kordonouri O, Hartmann R, Remus K, Blasig S, Sadeghian E, Danne T. Benefit of supplementary fat plus protein counting as compared with conventional carbohydrate counting for insulin bolus calculation in children with pump therapy. *Pediatr Diabetes* 2012;13:540-544.
- 30- Carstensen S HJ, Sch'onaue M, Thomas A. Effects of evening meals with complex nutrient content on the nocturnal blood glucose levels of type 1 diabetes patients. *Diabetologia* 2010;52(1):403-404.
- 31- Pankowska E, Blazik M, Groele L, Bak M. New Algorithm of Prandial Insulin Dosing in Dual-Wave Bolus. The Results of Randomized Study. professional. [diabetes.org/Abstracts\\_Display.asp](http://diabetes.org/Abstracts_Display.asp). Abstract Number: 1919-P. 2010 (Erişim:30.02.2014, saat:12:20).