

**T.C.**  
**HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI ORANLARDA DİRENÇLİ NİŞASTA İÇEREN EKMEKLERİN  
GLİSEMİK İNDEKS VE İŞTAH PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN  
BELİRLENMESİ**

**Uzm. Dyt. Tuba TEKİN**

**Beslenme ve Diyetetik Programı**  
**DOKTORA TEZİ**

**ANKARA**  
**2024**



T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI ORANLARDA DİRENÇLİ NİŞASTA İÇEREN EKMEKLERİN  
GLİSEMİK İNDEKS VE İŞTAH PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN  
BELİRLENMESİ

Uzm. Dyt. Tuba TEKİN

Beslenme ve Diyetetik Programı  
DOKTORA TEZİ

Danışman  
Doç. Dr. Mehmet FİSUNOĞLU

ANKARA  
2024

FARKLI ORANLARDA DİRENÇLİ NIŞASTA İÇEREN EKMEKLERİN GLİSEMİK İNDEKS VE  
İŞTAH PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Öğrencinin Adı ve Soyadı: Tuba TEKİN

Danışman: Doç. Dr. Mehmet FİSUNOĞLU

Bu tez çalışması 10.06.2024 tarihinde jürimiz tarafından "Beslenme ve Diyetetik  
Programı" nda doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

|               |                                                                      |
|---------------|----------------------------------------------------------------------|
| Jüri Başkanı: | <i>Prof. Dr. Efsun KARABUDAK</i><br><i>Sanko Üniversitesi</i>        |
| Üye:          | <i>Prof. Dr. Aylin AYAZ</i><br><i>Hacettepe Üniversitesi</i>         |
| Üye:          | <i>Doç. Dr. Nesli ERSOY</i><br><i>Hacettepe Üniversitesi</i>         |
| Üye:          | <i>Dr. Öğr. Üyesi Emine DİNÇER</i><br><i>Cumhuriyet Üniversitesi</i> |
| Üye:          | <i>Dr. Öğr. Üyesi Funda TAMER</i><br><i>Hacettepe Üniversitesi</i>   |

Bu tez, Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin  
ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun bulunmuştur.

13 Haziran 2024

*Prof. Dr. Müge YEMİŞÇİ ÖZKAN*  
Enstitü Müdürü

## YAYINLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**” kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. <sup>(1)</sup>
- Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 6 ay ertelenmiştir. <sup>(2)</sup>
- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. <sup>(3)</sup>

10/06/2024

Uzm. Dyt. Tuba TEKİN

i

<sup>1</sup> “Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”

- (1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez **danışmanının** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulu** iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.
- (2) Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez **danışmanının** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulunun** gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.
- (3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, **tezin yapıldığı kurum** tarafından verilir \*. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, **ilgili kurum ve kuruluşun önerisi** ile **enstitü** veya **fakültenin** uygun görüşü üzerine **üniversite yönetim kurulu** tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir. Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.
- Tez **danışmanının** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulu** tarafından karar verilir.

## ETİK BEYANI

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu, Doç. Dr. Mehmet FİSUNOĞLU danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.

Uzm. Dyt. Tuba TEKİN

## TEŞEKKÜR

Doktora eğitim sürecinde, tez çalışmamın planlanmasında, yürütülmesinde ve her konuda bana destek olan değerli danışman hocam Doç. Dr. Mehmet FİSUNOĞLU'na,

Tez izleme komitesinde yer alarak çok değerli katkı ve desteklerini sunan Prof. Dr. Mevlüde KIZIL ve Dr. Öğr. Üyesi Emine DİNÇER'e,

Tez çalışmamın etik kurul dosyasının hazırlanmasında ve katılımcıların sağlık durumlarının değerlendirilmesinde katkılarını sunan Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Genel Dahiliye Anabilim Dalı öğretim üyesi Doç. Dr. Oğuz Abdullah Uyaroglu'na,

Doktora eğitim hayatım boyunca bilgisi ve tecrübesini tereddüt etmeden paylaşan ve her zaman destek olan Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik bölümü öğretim üyesi çok sevgili hocam Dr. Öğr. Üyesi Emine DİNÇER'e,

Tez çalışmam boyunca yardımlarını esirgemeyen ve her zaman destek olan Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik bölümü öğretim üyesi çok sevgili hocam Dr. Öğr. Üyesi Nurcan BAĞLAM'a,

Doktora eğitimim boyunca görevlendirme konusunda desteklerinden dolayı Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi dekanı Prof. Dr. Hatice TEL AYDIN başta olmak üzere fakülte yönetimine, Beslenme ve Diyetetik bölümü bölüm başkanı Prof. Dr. Hayrettin Gezegen ve bölüm öğretim elemanlarına,

Tez çalışmamın ELİSA analizlerinin yapılması konusunda katkılarından dolayı Dr. Öğr. Üyesi Funda TAMER'e,

Doktora eğitim sürecinde birlikte yol aldığım ve her ihtiyacımda yardımına koşan çok sevdiğim arkadaşım Tuba Nur YILDIZ KOPUZ'a, tez sürecim boyunca Ankara'ya her gittiğimde evinin kapılarını açan değerli arkadaşım Emine ELİBOL'a,

Her zaman desteklerini ve sevgilerini hissettiğim başta ablalarım Zehra KILIÇASLAN ve Hatice TEKİN ÇULHAOĞLU olmak üzere canım aileme

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

## ÖZET

**Tekin, T. Farklı Oranlarda Dirençli Nişasta İçeren Ekmeklerin Glisemik İndeks ve İştah Parametreleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beslenme ve Diyetetik Programı Doktora Tezi, Ankara, 2024.** Dirençli nişasta ince bağırsakta sindirilmeden geçerek kalın bağırsakta fermente olmaktadır. Bu nedenle prebiyotik bir besin olarak kabul edilmektedir. Ekmeğe dirençli nişasta eklenmesi, posa içeriğini arttırarak ekmeğin glisemik indeksini (Gİ) düşürebileceği ve dirençli nişasta tüketiminin iştah üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada farklı oranda dirençli nişasta içeren ekmeklerin Gİ'sinin hesaplanması ve dirençli nişastanın iştah parametreleri üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmaya beden kütle indeksi (BKİ) 18,50-24,99 kg/m<sup>2</sup> arasında ve yaş ortalaması 31,30±7,95 yıl olan 18-45 yaş arası 5 kadın ve 5 erkek olmak üzere 10 sağlıklı birey dahil edilmiştir. Bireyler 50 g glukoz, 50 g sindirilebilir karbonhidrat içeren beyaz ekmeğe, %17 ve %24 oranında tip IV dirençli nişasta içeren ekmekleri 8-12 saat açlık sonrası tüketmişlerdir. Bireylerin glukoz ve ekmeğe tüketmeden önce (0. dk) ve ilk lokmayı tükettikten 15, 30, 45, 60, 90 ve 120 dk sonra kapiller kan glukoz ölçümleri yapılarak Gİ hesaplanmıştır. Ayrıca aynı dakikalarda bireylerin 100-mm'lik Görsel Analog Skala (VAS) ölçeği ile açlık, tokluk, ileri dönük besin tüketim isteği ve şekerli besin tüketim isteği sorgulanmıştır. Test ve referans besin tüketiminden önce (0.dk) ve besin tüketiminin ardından 30, 60, 120. dakikalarda venöz glukoz, insülin, glukagon Like Peptit-1 (GLP-1), peptit YY (PYY) ve ghrelin düzeyleri analiz edilmiştir. Glukoza göre Gİ değerleri beyaz ekmekte 61,78±46,90; %17 dirençli nişasta içeren ekmekte 65,73±37,29 ve %24 dirençli nişasta içeren ekmekte 63,72±39,56 olarak bulunmuştur (p>0,05). Beyaz ekmeğe göre Gİ değerleri glukoz için 192,49±70,78 %17 dirençli nişasta içeren ekmekte 101,56±35,69 ve %24 dirençli nişasta içeren ekmekte 102,48±52,13 olarak bulunmuştur (p<0,05). Referans ve test besin tüketimi sonrası VAS yanıtlarının oluşturduğu eğri altındaki artımlı alanlar incelendiğinde tokluk yanıtları bakımından besinler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır (p<0,05). Referans ve test besin tüketimi sonrası 0, 30, 60 ve 120. dakikada GLP-1 değerleri, 0, 30, 60 ve 120. dakika PYY değerleri ve 30 ve 60. dakika ghrelin değerleri bakımından besinler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır (p<0,05). Sonuç olarak ülkemizde üretilen tip IV dirençli nişastanın glukozla göre ekmeğin Gİ'sini düşürdüğü ancak beyaz ekmeğe göre ekmeğin Gİ'sinde istenilen düzeyde iyileşme sağlamadığı görülmüştür. Ancak iştah değerlendirmesinde dirençli nişastanın hem subjektif iştah hem de serum iştah parametreleri üzerinde etkili olabileceği ve iştahı baskılayarak tokluk sağlayabileceği düşünülmektedir. Bu bağlamda farklı oranlarda dirençli nişasta ile zenginleştirilmiş fonksiyonel ürünlerin geliştirilebilmesi için klinik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Dirençli Nişasta, Ekmeğe, Glisemik İndeks, İştah Parametreleri

Bu tez çalışması, Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: 20494)

## ABSTRACT

**Tekin, T. Determination of the Effect of Breads Containing Different Rates of Resistant Starch on Glycemic Index and Appetite Parameters Hacettepe University, Graduate School of Health Sciences, Program of Nutrition and Dietetics, PhD Thesis, Ankara, 2024.** Resistant starch passes undigested in the small intestine and is fermented in the large intestine. Therefore, it is considered a prebiotic food. It is thought that adding resistant starch to bread may decrease the glycemic index (GI) of bread by increasing the fiber content, and the consumption of resistant starch may affect appetite. This study aimed to calculate the GI of breads containing different amounts of resistant starch and examine the effects of resistant starch on appetite parameters. Ten healthy individuals, 5 women and 5 men, aged 18-45, with a body mass index (BMI) between 18.50-24.99 kg/m<sup>2</sup> and an average age of 31.30±7.95 years, were included in the study. Individuals consumed glucose, white bread, bread containing 17% and 24% type IV resistant starch after 8-12 hours of fasting. Reference and test foods were consumed in amounts containing 50 g of digestible carbohydrates. The GI was calculated by measuring capillary blood glucose before consuming the foods (0. min) and 15, 30, 45, 60, 90 and 120 minutes after consuming the first bite. In addition, individuals' hunger, satiety, food consumption desire and sugary food consumption desire were questioned with a 100-mm Visual Analog Scale (VAS) scale at the same minutes. Venous glucose, insulin, Glucagon Like Peptide-1 (GLP-1), Peptide YY (PYY) and ghrelin levels were examined before (0.min) and 30, 60, 120. minutes after the test and reference food consumption. According to glucose, GI values were found to be 61.78±46.90 in white bread, 65.73±37.29 in bread containing 17% resistant starch and 63.72±39.56 in bread containing 24% resistant starch ( $p>0.05$ ). According to white bread, GI values were found to be 192.49±70.78 for glucose, 101.56±35.69 for bread containing 17% resistant starch and 102.48±52.13 for bread containing 24% resistant starch ( $p<0.05$ ). When the incremental areas under the curve formed by the VAS responses after reference and test food consumption were examined, it was found that there was a statistically significant difference between the foods in terms of satiety responses ( $p<0.05$ ). It was determined that there was a statistically significant difference between foods in terms of GLP-1 and PYY values at 0, 30, 60 and 120 minutes after reference and test food consumption, and ghrelin values at 30 and 60 minutes ( $p<0.05$ ). As a result, it was observed that type IV resistant starch produced in our country decreased the GI of bread compared to glucose but did not provide the desired improvement in the GI of bread compared to white bread. However, it is thought that resistant starch may influence both subjective appetite and serum appetite parameters and provide satiety by suppressing appetite. In this context, clinical studies are needed to develop functional products enriched with resistant starch.

**Keywords:** Appetite Parameters, Bread, Glycemic Index, Resistant Starch

This thesis study was supported by Hacettepe University Scientific Research Projects Coordination Unit (Project No: 20494)

## İÇİNDEKİLER

|                                                                         |             |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>ONAY SAYFASI</b>                                                     | <b>iii</b>  |
| <b>YAYINLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI</b>                       | <b>iv</b>   |
| <b>ETİK BEYANI</b>                                                      | <b>v</b>    |
| <b>TEŞEKKÜR</b>                                                         | <b>vi</b>   |
| <b>ÖZET</b>                                                             | <b>vii</b>  |
| <b>ABSTRACT</b>                                                         | <b>viii</b> |
| <b>İÇİNDEKİLER</b>                                                      | <b>ix</b>   |
| <b>SİMGELER VE KISALTMALAR</b>                                          | <b>xiii</b> |
| <b>ŞEKİLLER</b>                                                         | <b>xv</b>   |
| <b>TABLolar</b>                                                         | <b>xvi</b>  |
| <b>1.GİRİŞ</b>                                                          | <b>1</b>    |
| 1.1. Kuramsal Yaklaşımlar                                               | 1           |
| 1.2. Amaç ve Varsayımlar                                                | 3           |
| 1.2.1. Amaç                                                             | 3           |
| 1.2.2. Varsayımlar                                                      | 3           |
| <b>2. GENEL BİLGİLER</b>                                                | <b>4</b>    |
| 2.1. Dirençli Nişasta Tanımı, Yapısı ve Özellikleri                     | 4           |
| 2.2. Dirençli Nişasta Tipleri                                           | 5           |
| 2.2.1. Tip I Dirençli Nişasta                                           | 5           |
| 2.2.2. Tip II Dirençli Nişasta                                          | 6           |
| 2.2.3. Tip III Dirençli Nişasta                                         | 6           |
| 2.2.4. Tip IV Dirençli Nişasta                                          | 6           |
| 2.2.5. Tip V Dirençli Nişasta                                           | 7           |
| 2.3. Dirençli Nişastanın Metabolik Etkileri                             | 7           |
| 2.3.1. Dirençli Nişastanın Prebiyotik Etkisi ve Mikrobiyota Modülasyonu | 8           |
| 2.3.2. Dirençli Nişastanın Obezite Üzerine Etkisi                       | 9           |

|                                                                                                    |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.3.3. Dirençli Nişastanın Glukoz Metabolizması ve Tip 2 Diyabet Üzerine Etkisi                    | 10        |
| 2.3.4. Dirençli Nişastanın İştah Metabolizması Üzerine Etkisi                                      | 13        |
| 2.4. Dirençli Nişastanın Gıda Endüstrisinde Kullanımı                                              | 15        |
| 2.4.1. Ekmek Yapımında Dirençli Nişasta Kullanımı                                                  | 16        |
| 2.4.2. Fırınlanmış Ürünlerde Dirençli Nişasta Kullanımı                                            | 17        |
| 2.4.3. Dirençli Nişastanın Makarna Ürünlerinde Kullanımı                                           | 18        |
| 2.4.4. Dirençli Nişastanın Besin Kaynakları                                                        | 18        |
| 2.5. Glisemik İndeks Kavramı                                                                       | 20        |
| 2.5.1. Glisemik İndeks ve İştah-Tokluk İlişkisi                                                    | 21        |
| 2.6. Dirençli Nişastanın Glisemik İndeks Üzerine Etkisi                                            | 22        |
| <b>3. GEREÇ-YÖNTEM</b>                                                                             | <b>25</b> |
| 3.1. Araştırma Zamanı ve Örneklem Seçimi                                                           | 25        |
| 3.2. Araştırmanın Genel Planı                                                                      | 26        |
| 3.3. Çalışmanın Birinci Aşamasında Ekmek Üretimi                                                   | 29        |
| 3.3.1. Referans ve Test Besinlerin Proksimet Analizleri                                            | 30        |
| 3.3.2. Çalışmada Tüketilecek Ekmek Miktarlarının Belirlenmesi                                      | 32        |
| 3.4. Bireylerden Kan Örnekleri ve Verilerin Toplanması                                             | 34        |
| 3.4.1. Bireylerin Biyokimyasal Parametrelerinin İncelenmesi                                        | 34        |
| 3.4.2. Bireylerin Antropometrik Ölçümlerinin Değerlendirilmesi                                     | 34        |
| 3.4.3. Bireylerin Kapiller Kan Glukoz Düzeyinin Ölçülmesi                                          | 35        |
| 3.4.4. Bireylerin İştah Parametrelerinin Değerlendirilmesi                                         | 35        |
| 3.4.5. Ekmeklerin Duyusal Özelliklerinin Değerlendirilmesi                                         | 36        |
| 3.4.6. Bireylerin Besin Tüketim Kayıtlarının Değerlendirilmesi                                     | 36        |
| 3.4.7. Test ve Referans Besinlerin Glisemik İndekslerinin Hesaplanması                             | 37        |
| 3.5. Verilerin İstatistiksel Analizi                                                               | 38        |
| <b>4. BULGULAR</b>                                                                                 | <b>39</b> |
| 4.1. Bireylerin Genel Özellikleri                                                                  | 39        |
| 4.2. Bireylerin Antropometrik Ölçümlerinin Değerlendirilmesi                                       | 39        |
| 4.3. Bireylerin Sağlık Durumlarının İncelenmesi Amacıyla Değerlendirilen Biyokimyasal Parametreler | 40        |

|                                                                                                                          |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.4. Referans ve Test Besin Tüketimi Sonrası Kapiller Kan Glukoz Ölçümleri                                               | 42         |
| 4.5. Referans Besinlere Göre Test Besinlerin Glisemik İndeks Değerleri                                                   | 46         |
| 4.6. Referans Besinlerin Oluşturduğu Kan Glukoz Yanıtının Varyasyon Katsayısı                                            | 48         |
| 4.7. Referans ve Test Besin Tüketiminden Sonra Venöz Kan Glukoz ve İnsülin Yanıtları                                     | 48         |
| 4.8. Referans ve Test Besin Tüketimi Sonrası Bireylerin Görsel Analog Skala (VAS) Yanıtları                              | 55         |
| 4.9. Referans ve Test Besin Olarak Hazırlanan Ekmeklerin Duyusal Özellikleri                                             | 60         |
| 4.10. Referans ve Test Besin Tüketimi Sonrası Bireylerin Besin Tüketim Kayıtlarının İncelenmesi                          | 61         |
| 4.11. Referans ve Test Besin Tüketimi Sonrası Glukagon Like Peptit-1, Peptit YY ve Ghrelin Düzeyleri                     | 64         |
| <b>5. TARTIŞMA</b>                                                                                                       | <b>74</b>  |
| 5.1. Bireylerin Genel Özellikleri, Antropometrik Ölçümleri ve Biyokimyasal Parametrelerinin Değerlendirilmesi            | 75         |
| 5.2. Referans ve Test Besinlerin Proksimet Analizlerinin Değerlendirilmesi                                               | 78         |
| 5.3. Referans Besinlere Göre Test Besinlerin Glisemik İndeks Değerlerinin Değerlendirilmesi                              | 80         |
| 5.4. Referans ve Test Besin Tüketiminden Sonra Venöz Kan Glukoz ve İnsülin Yanıtlarının Değerlendirilmesi                | 86         |
| 5.5. Referans ve Test Besin Tüketimi Sonrası Bireylerin Görsel Analog Skala (VAS) Yanıtlarının Değerlendirilmesi         | 90         |
| 5.6. Referans ve Test Besin Olarak Hazırlanan Ekmeklerin Duyusal Özelliklerinin Değerlendirilmesi                        | 92         |
| 5.7. Referans ve Test Besin Tüketimi Sonrası Bireylerin Besin Tüketim Kayıtlarının Değerlendirilmesi                     | 93         |
| 5.8. Referans ve Test Besin Tüketimi Sonrası Glukagon Like Peptit-1, Peptit YY ve Ghrelin Düzeylerinin Değerlendirilmesi | 95         |
| <b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER</b>                                                                                              | <b>101</b> |
| 6.1. Sonuçlar                                                                                                            | 101        |
| 6.2. Öneriler                                                                                                            | 106        |

|                                                 |            |
|-------------------------------------------------|------------|
| <b>7. KAYNAKLAR</b>                             | <b>107</b> |
| <b>8. EKLER</b>                                 | <b>123</b> |
| EK-1: Etik Kurul Onayı                          | 123        |
| EK-2: Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu Kararı | 125        |
| EK-3: Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu       | 126        |
| EK-4: Anket Formu                               | 129        |
| EK-5: Görsel Analog Skala (VAS)                 | 130        |
| EK-6: Duyusal Analiz Formu                      | 131        |
| EK-7: Besin Tüketim Kaydı                       | 132        |
| EK-8: Orijinallik raporu                        | 133        |
| EK-9: Dijital Makbuz                            | 134        |
| <b>9. ÖZGEÇMİŞ</b>                              | <b>135</b> |

## SİMGELER VE KISALTMALAR

|              |                                                                                 |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ALT</b>   | Alanin Aminotransferaz                                                          |
| <b>AUC</b>   | Eğri Altında Kalan Alan                                                         |
| <b>BeBis</b> | Beslenme Bilgi Sistemi                                                          |
| <b>BKİ</b>   | Beden Kütle İndeksi                                                             |
| <b>cm</b>    | Santimetre                                                                      |
| <b>CSIRO</b> | Avustralya İngiliz Milletler Topluluğu Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Örgütü |
| <b>DN</b>    | Dirençli Nişasta                                                                |
| <b>dL</b>    | Desilitre                                                                       |
| <b>EFSA</b>  | Avrupa Gıda ve Güvenlik Kurumu (European Food and Safety Authority)             |
| <b>FAO</b>   | Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization)                        |
| <b>FDA</b>   | Amerika Gıda ve İlaç Dairesi (Food and Drug Administration)                     |
| <b>g</b>     | Gram                                                                            |
| <b>GIP</b>   | Gastrik İnhibitör Polipeptit                                                    |
| <b>GI</b>    | Glisemik İndeks                                                                 |
| <b>GLP-1</b> | Glukagon Like Peptit-1                                                          |
| <b>GLUT2</b> | Glukoz Transport 2                                                              |
| <b>GPR</b>   | G Proteinine Bağımlı Reseptör                                                   |
| <b>IRS-1</b> | İnsülin Reseptör Substrat 1                                                     |
| <b>IRS-2</b> | İnsülin Reseptör Substrat 2                                                     |
| <b>IU</b>    | Uluslararası Ünite                                                              |
| <b>iAUC</b>  | Eğri Altındaki Artımlı Alan                                                     |
| <b>KH</b>    | Karbonhidrat                                                                    |
| <b>KZYA</b>  | Kısa Zincirli Yağ Asitleri                                                      |
| <b>kg</b>    | Kilogram                                                                        |
| <b>kcal</b>  | Kilokalori                                                                      |
| <b>L</b>     | Litre                                                                           |
| <b>m</b>     | Metre                                                                           |
| <b>mm</b>    | Milimetre                                                                       |

|                      |                                                 |
|----------------------|-------------------------------------------------|
| <b>mg</b>            | Miligram                                        |
| <b>m<sup>2</sup></b> | Metrekare                                       |
| <b>ng</b>            | Nanogram                                        |
| <b>PDX-1</b>         | Pankreatik Duodenal Homebox-1                   |
| <b>PEPCK</b>         | Fosfoenol Pürivat Karboksikinaz                 |
| <b>pg</b>            | Pikogram                                        |
| <b>pmol</b>          | Pikomol                                         |
| <b>PYY</b>           | Peptit YY                                       |
| <b>SS</b>            | Standart Sapma                                  |
| <b>SREBP</b>         | Sterol Düzenleyici Element Bağlayıcı Protein    |
| <b>TBSA</b>          | Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması          |
| <b>TİTCK</b>         | Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu              |
| <b>TÜBİTAK</b>       | Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu     |
| <b>VAS</b>           | Görsel Analog Skala                             |
| <b>WHO</b>           | Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization) |
| <b>%</b>             | Yüzde                                           |

## ŞEKİLLER

| Şekil                                                                                                         | Sayfa |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 2.1. Dirençli nişasta tüketiminin glukoz metabolizması üzerindeki etkileri                                    | 11    |
| 2.2. Dirençli nişastanın metabolik yollar üzerindeki etkisi                                                   | 12    |
| 3.1. Çalışma akış şeması                                                                                      | 28    |
| 3.2. Üretilen ekmeklere ait görseller                                                                         | 30    |
| 3.3. Eğri altındaki artımlı alanın (iAUC) örnek eğrisi                                                        | 37    |
| 4.1. Referans ve test besinlerin oluşturduğu zamana karşı kapiller kan glukoz eğrisi                          | 45    |
| 4.2. Glukoza göre besinlerin glisemik indeks değerleri                                                        | 47    |
| 4.3. Beyaz ekmeğe göre besinlerin glisemik indeks değerleri                                                   | 48    |
| 4.4. Referans ve test besin tüketimlerinin zamana karşı oluşturduğu venöz kan glukoz eğrisi                   | 544   |
| 4.5. Referans ve test besin tüketimlerinin zamana karşı oluşturduğu venöz kan insülin eğrisi                  | 555   |
| 4.6. Referans ve test besin tüketimlerinin zamana karşı oluşturduğu GLP-1, PYY ve Ghrelin düzeylerinin eğrisi | 73    |

## TABLOLAR

| Tablo                                                                                                                                   | Sayfa                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| 2.1. Dirençli nişasta tiplerinin tanımı, üretimi ve besin örnekleri                                                                     | 7                                        |
| 2.2. Yaygın tüketilen nişastalı gıdaların dirençli nişasta içeriği                                                                      | 19                                       |
| 2.3. Yaygın tüketilen nişastalı gıdaların dirençli nişasta içeriği ve glisemik indeksleri                                               | 23                                       |
| 3.1. Referans ve test besinlerin proksimet analiz sonuçları (100 g)                                                                     | 33                                       |
| 3.2. Referans ve test besinlerin 50 g sindirilebilir karbonhidrat içeren miktarları                                                     | 33                                       |
| 4.1. Bireylerin cinsiyete göre antropometrik ölçümleri                                                                                  | 40                                       |
| 4.2. Çalışma öncesi bireylerin cinsiyete göre biyokimyasal parametrelerinin ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (SS) değerleri     | 41                                       |
| 4.3. Referans ve test besin tüketimi sonrası kapiller kan glukoz düzeyinin ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (SS) değerleri      | 43                                       |
| 4.4. Referans ve test besin tüketimi sonrası kapiller kan glukoz değerlerinin oluşturduğu eğri altındaki artımlı alan değerleri         | 46                                       |
| 4.5. Referans besinlere göre test besinlerin glisemik indeks değerleri                                                                  | 47                                       |
| 4.6. Referans besinlerin bireyler arasındaki varyasyon katsayısı                                                                        | 48                                       |
| 4.7. Referans ve test besin tüketimi sonrası venöz kan glukoz ve insülin değerleri                                                      | <b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.0</b> |
| 4.8. Referans ve test besin tüketimi sonrası venöz kan glukoz ve insülin değerlerinin oluşturduğu eğri altındaki artımlı alan değerleri | <b>Hata!</b>                             |
| <b>Yer işareti tanımlanmamış.3</b>                                                                                                      |                                          |
| 4.9. Referans ve test besin tüketimi sonrası görsel analog skala (VAS) yanıtlarının oluşturduğu eğri altındaki artımlı alan değerleri   | 56                                       |
| 4.10. Ekmeklerin enerji, protein, yağ ve posa miktarlarıyla görsel analog skala (VAS) yanıtları arasındaki korelasyon ilişkisi          | 59                                       |
| 4.11. Referans ve test besin olarak hazırlanan ekmeklerin duyu özelliklerine ait değerler                                               | 611                                      |

- 4.12.** Referans ve test besin tüketimi sonrası bireylerin takip eden öğün, akşam öğünü ve toplam öğünlerinin enerji, karbonhidrat, protein, yağ ve posa alımlarına ilişkin değerler ..... 644
- 4.13.** Referans ve test besin tüketimi sonrası glukagon like peptit-1, peptit YY ve ghrelin düzeyleri ..... 68
- 4.14.** Referans ve test besin tüketimi sonrası glukagon like peptit-1, peptit YY ve ghrelin düzeylerinin oluşturduğu eğri altındaki artımlı alan değerleri ..... 711



## 1.GİRİŞ

### 1.1. Kuramsal Yaklaşımlar

Günümüzde kardiyovasküler hastalıklar, kanserler, kronik solunum yolu hastalıkları ve tip II diyabet gibi kronik hastalıkların görülme sıklığı artış göstermektedir. Kronik hastalıkların risk faktörleri arasında sigara ve alkol kullanımı, fiziksel hareketsizlik ve sağlıksız beslenme gibi değiştirilebilir yaşam tarzı davranışları yer almaktadır (1). Kronik hastalıklar global bir sağlık sorunu olarak karşımıza çıkmakta ve küresel hastalık yükünün büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Bu nedenle, kronik hastalıkları önlemeyi amaçlayan sağlıklı bir yaşam tarzının benimsemeli ve gerekli diyet modifikasyonlarının yapılması oldukça önemlidir (2). Endüstrileşme ve yaşam standartlarının iyileşmesiyle birlikte beslenme tarzımız değişmiştir. Enerji, yağ ve tuz içeriği yüksek gıdaların tüketiminin giderek artması; kronik hastalıkların görülme sıklığını artırmıştır (3). Glisemik indeksi yüksek karbonhidrat tüketimi de obezite ve tip 2 diyabet gibi çeşitli kronik hastalıkların gelişimine neden olan önemli faktörler arasında bulunmaktadır. Günümüzde pek çok paketli ve işlenmiş gıda önemli miktarda rafine un içermekte ve bu durum gıdanın glisemik indeksini yükseltmektedir (4). Bu sorunu çözmenin anahtarı, tüketilen diyetin içeriğini ve glisemik indeksini sağlıklı yönde değiştirmektir (3).

Tüketicilerin dengeli bir diyet ile sağlık arasındaki ilişkiye dair artan farkındalığı, fonksiyonel özelliklere sahip yeni gıdaların popülaritesinin artmasına neden olmuştur. Bu bağlamda temel beslenme işlevlerinin yanı sıra fizyolojik fayda sağlayan ve/veya kronik hastalık riskini azaltan fonksiyonel gıdaların önemi her geçen gün artmaktadır (5). Fonksiyonel gıda, doğal bir bileşik veya başka bir gıdadan ekstrakt edilmiş veya sentetik olarak üretilmiş, sağlık açısından olumlu yarar sağlayan ilave bir bileşik içeren gıdalar olarak tanımlanmaktadır. Fonksiyonel gıdalarda yer alan bu fonksiyonel bileşenler, kolon kanseri, diyabet, hipertansiyon ve obezite gibi birçok patolojik hastalığı veya durumu önlemek için kullanılmaktadır (2). Son yıllarda, insan sağlığını iyileştirmek amacıyla ekmek, erişte, bisküvi gibi tüketim oranı yüksek olan gıdalar fonksiyonel bir bileşen olan diyet posası ile zenginleştirilmektedir. Bununla birlikte, gıdalara sıradan diyet posası ilave edilmesi gıdanın tadı, görünümü ve dokusu üzerinde olumsuz bir etki oluşturmaktadır. Bu

durum sıradan diyet posasının gıdalarda geniş çapta uygulanmasını sınırlandırmış ve alternatif bileşenlerin kullanımını artırmıştır. Bu kapsamda dirençli nişastanın gıda takviyesi olarak kullanılmasına dair yapılan çalışmalar umut vaat etmektedir (3).

Dirençli nişasta üst sindirim kanalındaki  $\alpha$ -amilaz sindirim enzimlerine fiziksel veya kimyasal olarak direnç göstermekte ve kalın bağırsakta fermente olabilen bir nişasta türüdür (6). Dirençli nişasta Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization-FAO)/Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization-WHO) Ortak Uzmanlar Komitesi ve CODEX Alimentarius Komisyonu tarafından diyet posası olarak kabul edilmektedir (7, 8). Besinlerin posa içeriğini artırmak amacıyla fonksiyonel bir bileşen olarak gıdalara dirençli nişasta eklenmektedir (9). Dirençli nişasta gıdaların reolojik özelliklerini olumsuz etkilememekte ve gıda endüstrisinde gevrekliği arttırmada kullanılmaktadır. Ayrıca daha düşük su tutma kapasitesi sağlama, viskoziteyi artırma, jel oluşturma, hacim artırma gibi özellikleri de bulunmaktadır. Dirençli nişasta sahip olduğu fonksiyonel özellikler nedeniyle düşük karbonhidratlı ticari gıdalar, ekmek, kek ve kahvaltılık gevrekler, fırınlanmış ürünler ve makarna ürünleri gibi çok çeşitli gıdaların üretiminde kullanılmaktadır (10).

Dirençli nişastanın ekmek, un vb. ürünlere eklenmesi ile ekmeğin posa içeriği artmakta ve glisemik indeksi düşmektedir. Dirençli nişasta, besinlerin glisemik indeksini düşürmenin yanı sıra tüketim sonrasında bireylerde oluşan glisemik yanıtın düşmesini ve iştahın azalmasını da sağlamaktadır. Dirençli nişasta ince bağırsakta sindirilmeyip kalın bağırsakta fermente olduğunda, kısa zincirli yağ asitleri oluşmaktadır. Oluşan kısa zincirli yağ asitleri, bağırsaktaki epitel hücrelerinde bulunan G proteinine bağımlı reseptörleri aktive etmektedir. Aktifleşen reseptörler aracılığıyla kas ve karaciğerde glukoz tutulumunun artması, gastrik boşalmayı geciktiren ve tokluk artışı sağlayan bağırsak hormonların salgılanması ve insülin duyarlılığının artmasıyla dirençli nişasta metabolik yollarda etkinlik göstermektedir (11). Literatürde dirençli nişasta tiplerinin çeşitli gıdalara eklenmesinin glisemik indeks veya iştah parametreleri üzerine etkisini inceleyen çalışmalar bulunmakla birlikte, ülkemizde üretilen tip IV dirençli nişastanın in vivo glisemik indeks veya iştah üzerine etkisini inceleyen herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

## **1.2. Amaç ve Varsayımlar**

### **1.2.1. Amaç**

Bu çalışma, farklı oranda tip IV dirençli nişasta içeren beyaz ekmeklerin referans olarak alınan glukoz ve beyaz ekmeğe göre glisemik indeksinin hesaplanması, dirençli nişastanın iştah parametreleri üzerine etkilerinin incelenmesi amacıyla planlanmıştır.

### **1.2.2. Varsayımlar**

Çalışmanın temel aldığı varsayımlar şu şekildedir;

1. Beyaz buğday ekmeğine tip IV dirençli nişasta eklenmesi ekmeğin posa içeriğinin artmasını sağlayarak ekmeğin glisemik indeksi düşürmektedir.
2. Farklı oranlarda tip IV dirençli nişasta içeren ekmek tüketimi glukoz ve beyaz ekmeğe göre iştah parametrelerinde değişikliğe yol açarak tokluğun artmasını sağlamaktadır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Dirençli Nişasta Tanımı, Yapısı ve Özellikleri

Beslenmemizde diyetin ana enerji kaynağını karbonhidratlar oluşturmaktadır. Diyetle alınan günlük enerjinin %45-60'ının karbonhidratlardan gelmesi önerilmektedir. Karbonhidratlar basit ve kompleks karbonhidratlar olarak ikiye ayrılmaktadır. Kompleks karbonhidratlar grubunda; nişasta ve diyet posası yer almaktadır (12). Nişasta, bitkiler tarafından enerji depolanması amacıyla üretilen polimerik bir karbonhidrattır. Nişasta granülleri düz yapıda olan amiloz ve dallı yapı gösteren amilopektin olarak iki polisakkaritten oluşmaktadır (13). Yapısal özelliklerine göre değerlendirildiğinde nişasta; hızlı sindirilebilir, yavaş sindirilebilir ve dirençli nişasta olarak üç ana sınıfa ayrılmaktadır. Hızlı sindirilebilir ve yavaş sindirilebilir nişasta tüketildikten sonra 20-120 dakika içinde  $\alpha$ -amilaz ile dekstrinlere hidrolize edilmektedir. Dirençli nişasta ise, sağlıklı bireylerin ince bağırsağında 120 dakika sonra hidrolize edilmeyen, ancak kalın bağırsakta fermente olabilen nişasta olarak tanımlanmaktadır (14).

Dirençli nişasta hidrolize dirençli  $\alpha$ -bağlı glukoz moleküllerini içermektedir. Bu nedenle üst sindirim kanalındaki  $\alpha$ -amilaz sindirim enzimlerine fiziksel veya kimyasal olarak direnç göstererek kalın bağırsakta fermente olabilmektedir (6, 13). Dirençli nişasta terimi ilk olarak 1982 yılında Englyst ve ark. tarafından, in vitro ortamda amilolitik enzimler (amilaz ve pullulanaz) kullanılarak "hidrolize dirençli bir nişasta fraksiyonu" olarak tanımlanmıştır (15). Sonraki yıllarda sağlıklı ileostomi denekleri kullanılarak in vivo ortamda yapılan çalışmada aynı nişastanın hidrolize direnç gösterdiği doğrulanmıştır (16). Sonuç olarak dirençli nişasta, sağlıklı bir insanın ince bağırsağında sindirilmeyen parçalanma ürünlerinin toplamı şeklinde kabul edilmiştir (17). Besinlerdeki dirençli nişasta miktarı, toplam nişasta miktarından hızlı sindirilebilir nişasta ve yavaş sindirilebilir nişasta miktarının çıkarılmasıyla ölçülebilmektedir (18). Enerji yoğunluğu bakımından incelendiğinde; dirençli nişasta sindirilebilir nişastaya göre daha az enerji sağlamaktadır. Sindirilebilir nişasta 17 kJ/g enerji sağlarken, dirençli nişasta ortalama 8-10 kJ/g enerji sağlamaktadır (13).

Nişastanın yapısında bulunan amiloz ve amilopektin doğrusal glukoz zincirleri şeklinde  $\alpha$  (1  $\rightarrow$  4) bağlarıyla bağ yapmaktadır. Amilopektin ise dallı zincir yapısında olup,  $\alpha$  (1  $\rightarrow$  6) bağlarıyla kompleks bir yapı oluşturmaktadır (19). Nişastanın %15-20'sini amiloz oluşturmaktadır. Farklı oranlarda amilopektin içeren A ve B tipi olmak üzere iki temel kristal nişasta yapısı tanımlanmıştır. A tipi nişastalar tahıllarda bulunurken, B tipi nişastalar yumru köklerde ve amilozdan zengin besinlerde bulunmaktadır. Ayrıca C tipi olarak adlandırılan üçüncü bir tip, hem A hem de B formlarının bir karışımı olarak baklagillerde bulunmaktadır (20). Dirençli nişastanın sindirime direnç göstermesi yapısındaki amiloz ve amilopektin oranına göre değişmektedir. Amiloz yavaş sindirilirken amilopektin hızlı sindirilmektedir. Bu nedenle dirençli nişastanın içeriğindeki amiloz oranının artması daha yavaş sindirilebilirlik oranı ile ilişkilidir (20). Besinlerde bulunan dirençli nişasta miktarını pek çok faktör etkilemektedir. Tahılların ve tohumların fiziksel formu, nişastanın diğer diyet bileşenleri ile olan ilişkisi, nişasta granüllerinin boyutu ve tipi, pişirme ve öğütme gibi besin hazırlama işlemleri besinlerdeki dirençli nişasta miktarını etkileyebilmektedir (21). Ayrıca pH, ısıtma sıcaklığı ve süresi, ısıtma ve soğutma döngüleri sayısı, donma ve kurutma gibi bazı işlem koşullarını değiştirerek gıdalardaki dirençli nişasta içeriğini arttırmak da mümkündür (22).

## **2.2. Dirençli Nişasta Tipleri**

Besinlerde bulunan dirençli nişastanın beş tipi bulunmakta ve yapısına göre dirençli nişasta tip I-II-III-IV-V olarak adlandırılmaktadır (2, 3, 23). Tablo 2.1'de dirençli nişasta tiplerinin tanımı, üretimi ve besin kaynakları gösterilmiştir (17, 20, 24).

### **2.2.1. Tip I Dirençli Nişasta**

Tip I dirençli nişasta, tahıl tanelerinin veya tohumlarının endosperminde sentezlenmektedir. Nişasta granülleri, protein matriksi ve hücre çeperi ile çevrili bir yapıdadır. Bu fiziksel yapı nişastanın sindirilmesini engellemekte ve nişastanın oluşturacağı glisemik yanıtı azaltmaktadır. Kaba ğtlmş tahıl/tohumlar veya baklagiller pişirildiğinde hücre çeperi ve protein matriksi, matristeki nişastanın içine su girmesini önlemektedir. Böylece nişasta kolayca jelatinleşmek ve şişmek için

yeterli neme ulaşamamaktadır. Nişasta moleküllerini açığa çıkarmak için yeterli neme ulaşmadığında enzimatik hidrolize dirençli hale gelmektedir. Tip I dirençli nişasta içeren besinlere baklagiller, kaba öğütülmüş tahıllar ve bu tahıllardan yapılan ekmek ve makarna örnek olarak verilebilir (24).

### **2.2.2. Tip II Dirençli Nişasta**

Pişmemiş patates nişastası, yeşil muz nişastası, ginkgo nişastası ve yüksek amilozlu mısır nişastası tip II dirençli nişastaya örnektir. Ancak pişirildikten sonra patates ve muzdaki nişastanın çoğu jelatinleşme, B ve C tipi kristallerin kaybı ile sindirilebilir hale gelmektedir (24). Yüksek amilozlu mısır nişastası küçük boyutlu granüllerden oluşmaktadır. Ayrıca düşük su tutma ve yüksek su bağlama özelliklerine sahiptir. Yüksek amilozlu mısır nişastası besinlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini önemli ölçüde değiştirmeden, toplam diyet posası alımını arttırmanın bir yolu olarak besinlere eklenebilmektedir (25).

### **2.2.3. Tip III Dirençli Nişasta**

Tip III dirençli nişasta retrograde amiloz ve retrograde nişastadır. Üç aşamalı bir işlem ile doğal nişastadan üretilir. Jelatinleşme adı verilen ilk adım, granül yapının fazla su ile ısıtılarak bozulmasını içermektedir. Retrogradasyon adı verilen ikinci adım, nişasta çözeltisinin soğutulması veya dehidrasyonu üzerine amiloz moleküllerinin yavaş yeniden kristalleştirilmesini içermektedir. Son olarak dirençli kısım amorf fazın kısmi enzimatik sindirimi kullanılarak izole edilmektedir. Elde edilen tip III dirençli nişasta nispeten yüksek bir kristallenme derecesine sahip amilozdan oluşmaktadır (26).

### **2.2.4. Tip IV Dirençli Nişasta**

Tip IV dirençli nişastaya, çapraz bağlanma veya kimyasal türevler ilave edilerek oluşturulan kimyasal olarak modifiye edilmiş bazı nişasta eterleri, nişasta esterleri ve çapraz bağlı nişasta örnek verilebilir (27). Tip IV dirençli nişasta; sodyum trimetafosfat, sodyum tripolifosfat, epiklorohidrin veya fosforil klorür kullanılarak pirinç, buğday, mısır, patates, tapyoka, yulaf ve maş fasulyesinden nişastaların çapraz bağlanması sonucu üretilmektedir (28). Yüksek seviyede çapraz bağlanma içeren nişasta, pişirme sırasında şişme özelliğini kaybetmektedir. Sonuç

olarak, yüksek çapraz bağlanma içeren nişasta pişirmeden sonra enzimatik duyarlılığı az olan granül formda kalmakta ve amilazlar tarafından hidrolize edilememektedir (24).

### 2.2.5. Tip V Dirençli Nişasta

Tip V dirençli nişasta, enzimatik sindirime dirençli amiloz ve lipidler arasındaki kompleks sonucu oluşmaktadır. Lipitler (yağ asitleri, monogliseritler vb.) amilozun heliks boşluğunda bulunan hidrokarbon kısımları arasında kompleksler oluşturmaktadır. Bu yapıda dallanmamış glukoz zincirleri bulunmaktadır. Amiloz-lipit kompleksi karmaşık bir yapı oluşturduğundan amilaz ile hidrolize olması önlenmekte ve nişasta granüllerinin şişmesini sınırlandırmaktadır (23, 24).

**Tablo 2.1.** Dirençli nişasta tiplerinin tanımı, üretimi ve besin örnekleri

| Dirençli Nişasta Tipi | Tanımı                                                                     | Üretim Yöntemi                                                           | Besin Örneği                                                     |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Tip I                 | Sindirim için fiziksel olarak erişilemeyen ve matrikste bulunan nişasta    | Öğütme veya kısmi öğütme                                                 | Kısmi öğütülmüş tahıllar veya tohumlar, baklagiller              |
| Tip II                | B tipi kristal yapıya sahip çiğ nişasta granülleri                         | Termal işlem ile jelatinizasyon                                          | Yüksek amilozlu mısır nişastası, çiğ patates, çiğ muz nişastası  |
| Tip III               | Retrogradasyon süreci ile elde edilen nişasta                              | Tekrarlanan ısıtma işlemiyle retrogradasyon (pişirme ve soğutma)         | Pişmiş, soğutulmuş gıdalar (patates, makarna, pirinç)            |
| Tip IV                | Kimyasal reaktiflerle çapraz bağlı olarak elde edilen nişasta              | Kimyasal, enzimatik veya ısıtma işlemi sonucunda fosfatlarla bağlanma    | Özel olarak tasarlanmış nişasta ürünleri ve gıda katkı maddeleri |
| Tip V                 | Lipidler veya yağ asitleri ile amiloz komplekslerinden elde edilen nişasta | Gıda işleme sırasında veya yüksek amilozlu gıdalarda doğal olarak oluşma | Amiloz içeriği yüksek ürünler                                    |

### 2.3. Dirençli Nişastanın Metabolik Etkileri

Dirençli nişastanın en önemli fizyolojik etkisi, bağırsak mikrobiyotası tarafından kalın bağırsakta fermente edildiğinde ortaya çıkmaktadır. Fermantasyon sonucunda metan, hidrojen ve esas olarak asetik, propiyonik ve bütirik asit olmak üzere kısa zincirli yağ asitleri (KZYA) üretilmektedir. KZYA'lar öncelikle kolonositler için enerji sağlamak ve kolonik epitel dokunun korunmasına yardımcı

olmaktadır. Dirençli nişasta, KZYA üretimi üzerinden metabolizmada pek çok fizyolojik etki göstermektedir (29). Dirençli nişastanın fizyolojik etkileri incelendiğinde; glisemik ve insülinemik yanıtın kontrolü ile diyabette, artan tokluk ve daha az enerji alımı ile obezitede, prebiyotik ve diyet posası olarak bağırsak sağlığının iyileşmesi, kolorektal kanser ve mikrobiyota modülasyonunda, kolesterol ve trigliserit düzeylerini etkileyerek kardiyovasküler hastalıklarda etkileri bulunmaktadır (6, 29, 30).

### **2.3.1. Dirençli Nişastanın Prebiyotik Etkisi ve Mikrobiyota Modülasyonu**

Prebiyotikler, sağlığa fayda sağlayan, konakçı mikroorganizmalar tarafından seçici olarak kullanılan substratlar olarak tanımlanmaktadır. İnülin ve oligosakkaritler, soğan, sarımsak, muz, hindiba, yer elması, buğday ve pırasa gibi besinlerde doğal olarak bulunan yaygın prebiyotik örnekleridir. Son zamanlarda dirençli nişastanın prebiyotik özellikleri incelenmeye başlamış ve dirençli nişastanın, gastrointestinal kanalda Laktobasillerin ve Bifidobakterilerin büyümesini desteklediği gösterilmiştir. Dirençli nişasta sindirilmeden ince bağırsığı geçtiğinden, probiyotiklerin büyümesi ve yaşayabilirliği için bir substrat görevi görebilmektedir. Dirençli nişasta bakımından zengin bir diyetin Lactobacilli, Bifidobacteria ve Streptococci popülasyonlarını önemli ölçüde artırdığı; Enterobacteria popülasyonunu azalttığı gösterilmiştir (18).

Dirençli nişasta tüketiminin kolonik pH, bakteriyel parçalanma yollarıyla ilişkili enzimatik aktivite ve ana bakteri gruplarının işlevinde veya yoğunluğunda artış gibi değişiklikler sağladığı ortaya konmuştur. Dirençli nişasta tüketiminin Actinobacteria ve Bacteroidetes yoğunluğunda artış, Firmicutes yoğunluğunda azalma sağladığı belirtilmiştir (24). Dirençli nişastanın kolonik fermentasyonu sonucunda KZYA, karbondioksit ve metan gibi bazı gazlar oluşmaktadır. Asetat, propiyonat ve bütirat, toplam KZYA üretiminin %80'ini oluşturan başlıca KZYA ürünleridir. Bu ürünlerden, özellikle propiyonat ve bütirat farklı metabolik ve fizyolojik aktiviteye sahiptir. Bütirat, bağıışıklığı modüle etme ve gastrointestinal bariyer bütünlüğünü korumada görev almaktadır. Ayrıca normal epitel hücrelerinin çoğalmasını ve farklılaşmasını etkilemeden apoptozu hızlandırabilir ve kanser hücrelerinin çoğalmasını engelleyebilmektedir. Propiyonat, lipit ve glukoz

metabolizması ile ilgili biyolojik faktörleri modüle etmek için portal ven yoluyla karaciğere taşınmaktadır (31). Dirençli nişasta prebiyotik bir bileşen olarak hem probiyotik bakterilerin büyümesini desteklemesi hem de KZYA üretimiyle mikrobiyota ana bakteri yoğunluklarını etkilemesi bakımından önemli roller üstlenmektedir.

### **2.3.2. Dirençli Nişastanın Obezite Üzerine Etkisi**

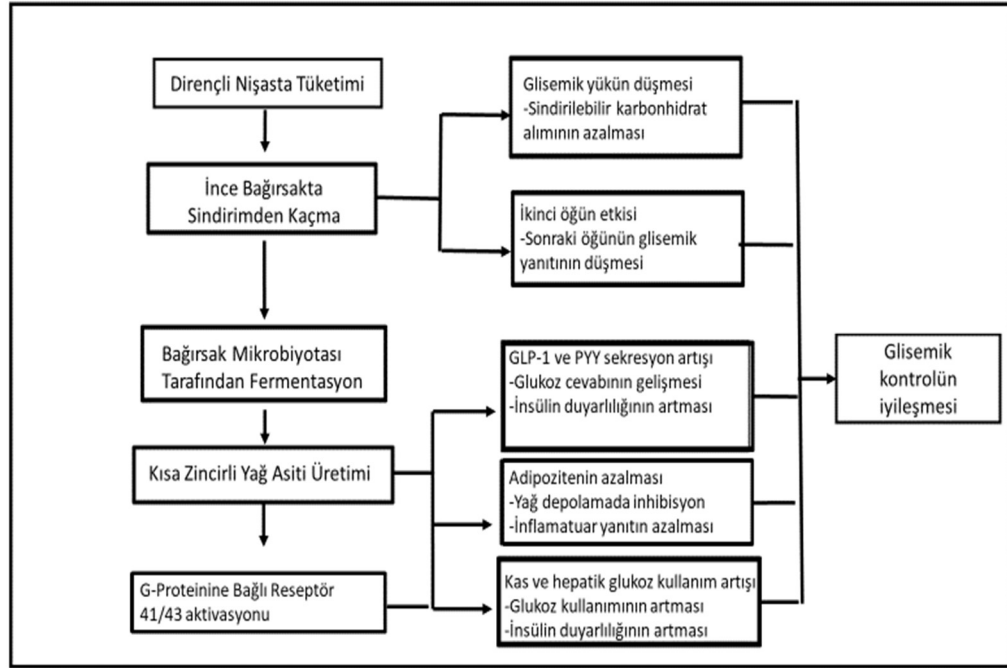
Obezite ve tip 2 diyabet insülin direnci, yüksek tansiyon, kronik düşük dereceli inflamasyon ve anormal kan lipid profilleri gibi metabolik ve kardiyovasküler rahatsızlıklarla ilişkilendirilmiştir. Dirençli nişastanın sahip olduğu metabolik etkiler düşünüldüğünde obezite üzerine etkileri olabileceği düşünülmektedir (32). Dirençli nişastanın obezite üzerine etki mekanizması incelendiğinde; bağırsaktan salgılanan hormon düzeylerine etki ederek obezitede rol oynayabilmektedir. Buradaki mekanizmada dirençli nişastanın fermentasyonu sonucu üretilen KZYA, G proteinine bağımlı reseptörleri (GPR41 ve GPR43) aktifleştirmektedir. Aktifleşen reseptörlerden peptit YY (PYY) ve Glukagon Like Peptit-1 (GLP-1) salgılanmaktadır. Salgılanan bu hormonlar adipositlerdeki adipogenesi azaltmaktadır (33). Fareler üzerinde yürütülen bir çalışmada dirençli nişasta alımının hipotalamik iştah düzenleme merkezlerinde nöronal aktivitede değişikliklere yol açtığı ve bu durumun farelerde doyma hissi sağladığı bildirilmiştir. Bu doyma hissinin, besin alımını azaltacağı ve obeziteyle ilgili bozuklukların görülme sıklığının azalmasına yol açacağı öngörülmektedir (34). Ratlarda kitosan dirençli nişastasının peroksizom proliferatör ile aktive edilen reseptör- $\gamma$ , sterol düzenleyici element bağlayıcı protein (SREBP)'nin ekspresyonu düzeylerinde ve lipogenez ile ilişkili yağ asidi sentaz, karaciğer X reseptörü, SREBP-c ve Asetil-CoA karboksilazın mRNA düzeylerinde azalma sağladığı gösterilmiştir (35). Dirençli nişastanın obezite ve dislipidemi üzerine etkisi lipogenez (SREBP-1c, LXR'ler), kolesterol metabolizması (SREBP-2, LXR'ler) ve yağ asidi oksidasyonunda (PPAR $\alpha$ ) yer alan transkripsiyon faktörlerinin bazal ekspresyon seviyelerinin iyileştirilmesi ile ilişkilendirilmiştir. Bazal ekspresyon seviyelerindeki iyileşme genel olarak, normal düzeyde kolesterol çıkışı ve azalmış yağ asidi oksidasyon kapasitesi ile sonuçlanmıştır (36).

Dirençli nişasta mikrobiyota modülasyonu sağlayarak da obezite üzerinde etkili olabilmektedir. Mikrobiyotada *Lactobasillus*, *Akermansia muciniphila*, *Clostridium* ve bütirat üreten bakterilerde azalma, Bacteriodes, gram negatif bakterilerde ve Firmicutes:Bacteriodes oranındaki artış ağırlık kazanımı, düşük dereceli inflamasyonda artış, yağ metabolizmasında ve insülin duyarlılığında azalma ile sonuçlanmaktadır. Dirençli nişasta müdahalesiyle birlikte mikrobiyota Firmicutes:Bacteriodes oranında azalma, Firmicutes ve Proteobacteria yoğunluğunda azalma, *Bifidobacterium* türlerinde, *Ruminococcus bromii*, *Eubacterium rectale* ve bütirat üreten bakterilerde artış gözlemlenmektedir. Mikrobiyotadaki bu değişiklikler KZYA metabolizmasında artış ve vücut yağ miktarında azalma ile sonuçlanmaktadır (33). Dirençli nişastanın çeşitli metabolik yollar üzerinden obezite üzerinde etkin olabileceği düşünülmektedir.

### **2.3.3. Dirençli Nişastanın Glukoz Metabolizması ve Tip 2 Diyabet Üzerine Etkisi**

Dirençli nişasta fiziksel ve kimyasal özellikleri nedeniyle diğer nişasta türlerine göre daha yavaş sindirilmektedir. Dirençli nişasta içeren bir öğünün tüketiminden sonra karbonhidrat emiliminin gecikmesiyle birlikte öğüne verilen tokluk glukoz ve insülin yanıtı azalmaktadır. Bu durumun insülin direnci gelişimi bakımından yararlı sağlık etkileri sağlayacağı düşünülmektedir (37). Dirençli nişasta tüketiminin glukoz metabolizması üzerine etkinliği konusunda birkaç olası mekanizmanın olabileceği varsayılmaktadır. Dirençli nişasta tüketimi sonucunda ilk olarak sindirilebilir karbonhidrat alımı düşürerek glisemik yükü azaltmaktadır. Dirençli nişastanın ince bağırsaklarda sindirime uğramadan kalın bağırsakta fermente olması ikinci öğün etkisi yaratarak sonraki öğünün glisemik yanıtını düşürmektedir. Sonraki aşamada dirençli nişasta ince bağırsakta absorbe edilemeyip kalın bağırsakta fermente olduğunda, KZYA'ya dönüşmektedir. Üretilen KZYA, ince bağırsak L hücrelerinden salgılanan PYY ve GLP-1 sekresyonunu artırmaktadır. Salgılanan bağırsak hormonları insülin duyarlılığının ve insülin cevabının artışını sağlamaktadır. Bağırsak mikrobiyotası tarafından dirençli nişastanın fermantasyonu sonucu üretilen KZYA, karaciğer ve kas dokularındaki glukoz homeostazı üzerinde de etkinlik göstermektedir. KZYA, G proteinine bağımlı reseptörleri (GPR41 ve GPR43) aktifleştirmektedir. Bu reseptörler hem kas hem de karaciğer hücrelerinin

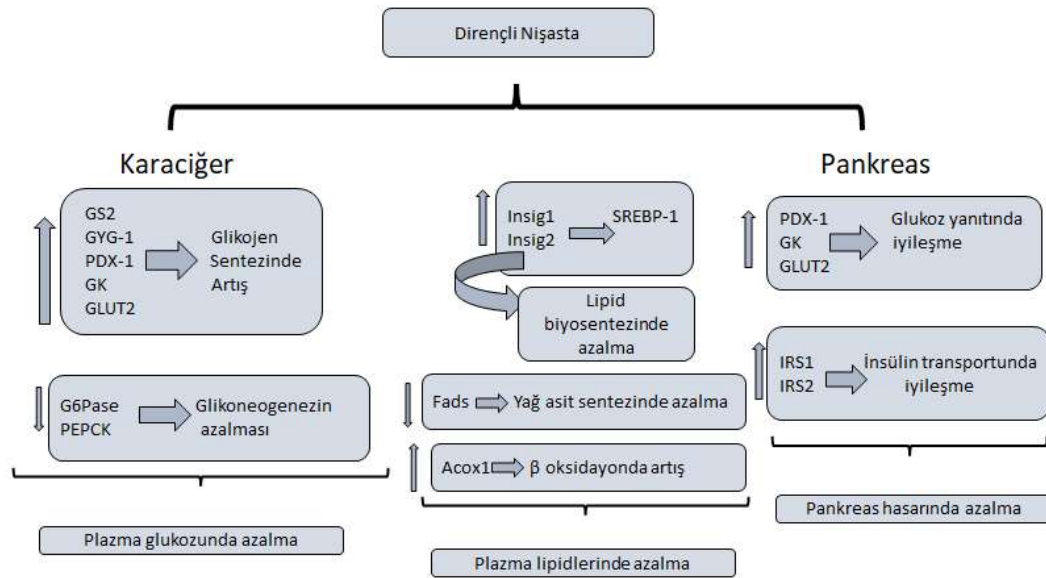
membranlarında yer almaktadır. Kas ve karaciğer hücrelerinde bulunan G proteinine bağlı reseptörlerin aktifleşmesi, kas ve karaciğer dokularında glukoz alımı ve glikojen depolanmasında artış sağlamaktadır. Böylece dirençli nişasta tüketimi çeşitli yollarla glisemik kontrolü iyileştirerek glukoz metabolizmasında etkin olmaktadır (11). Şekil 2.1’de dirençli nişasta tüketiminin glukoz metabolizması üzerindeki etkileri gösterilmiştir.



**Şekil 2.1.** Dirençli nişasta tüketiminin glukoz metabolizması üzerindeki etkileri (11)

Dirençli nişastanın kolonik fermentasyon sürecinin, daha yüksek bir insülin duyarlılığı, daha düşük postprandiyal plazma glukozu ve daha düşük insülin düzeyleri sağlayarak tip 2 diyabette etkili olabileceği düşünülmektedir (32). Diyabetik ratlar üzerinde yürütülen bir çalışmada toplam diyetin yaklaşık %8'i kadar dirençli nişasta tüketiminin, glukoz ve lipid metabolik bozukluklarını hafiflettiği rapor edilmiştir. Bu etki, glikojen sentez genlerinin (GS2 ve GYG1), lipid oksidasyon geninin (Acox1) ve insülin kaynaklı genlerin (Insig-1 ve Insig-2) ekspresyonunun yukarı regülasyonu ile ilişkilendirilmiştir. Bununla birlikte, trigliserit sentezi ve metabolizması (SREBP-1), yağ asidi sentezi (Fads1) ve glukoneogenez (G6PC1) ile ilgili genlerin önemli ölçüde aşağı regüle edildiği

bildirilmiştir (38). Burada bahsi geçen dirençli nişastanın glisemik yanıt üzerindeki etkisi karaciğer ve pankreasta bulunan metabolik yollar aracılığıyla gerçekleşmektedir. Karaciğerde glikojen sentezinde görev alan genlerin (GS2 ve GYG1) ve insülini indükleyen genlerin (Insig-1 ve Insig-2) ekspresyonunun yukarı regülasyonu yoluyla glukoz homeostazını etkilemektedir. Ayrıca glikojen sentezinde görev alan glukoz-6-fosfataz (G6Pase) ve fosfoenol pürivat karboksikinas (PEPCK) enzimlerinin aşağı regülasyonunu sağlayarak glukoneogenezi azaltmaktadır. Dirençli nişasta glisemik yanıtta etkisini pankreastaki metabolik yollarda da göstermektedir. Pankreasta insulin reseptör substrat-1 (IRS-1) ve insulin reseptör substrat-2 (IRS-2) ekspresyonunun yukarı regüle edilmesiyle insulin transportunu iyileştirmektedir. Pankreatik duodonal homeobox-1 (PDX-1), glukoz kinaz ve glukoz transport 2 (GLUT2) ekspresyonunun yukarı regüle edilmesiyle glukoz yanıtını iyileştirmektedir. Şekil 2.2’de dirençli nişastanın glisemik yanıt üzerinde etkili olduğu metabolik yollar gösterilmiştir (32). Dirençli nişastanın, glukoneojenezi azaltarak, glikojenezi destekleyerek, glukoz ve lipid homeostazını koruyarak ve pankreas işlev bozukluğunu iyileştirerek hiperglisemik, hiperinsülinemik ve hiperlipidemik yanıtı azalttığı söylenebilmektedir.



**Şekil 2.2.** Dirençli nişastanın metabolik yollar üzerindeki etkisi (32)

Dirençli nişasta mikrobiyota modülasyonu sağlayarak da glukoz metabolizması üzerinde etkili olabilmektedir. Mikrobiyotada *Lactobasillus*,

*Akermansia muciniphila*, *Clostridium* ve bütirat üreten bakterilerde azalma, *Bacteriodes*, gram negatif bakterilerde ve *Firmicutes:Bacteriodes* oranındaki artış insülin duyarlılığında azalma ile sonuçlanmaktadır. Dirençli nişasta müdahalesiyle birlikte mikrobiyota *Firmicutes:Bacteriodes* oranında azalma, *Firmicutes* ve *Proteobacteria* yoğunluğunda azalma, *Bifidobacterium* türlerinde, *Ruminococcus bromii*, *Eubacterium rectale* ve bütirat üreten bakterilerde artış gözlemlenmektedir. Mikrobiyotadaki bu değişiklikler glukoz toleransında artış,  $\beta$ -hücre yoğunluğunda artış, insülin direncinde ve HbA1c düzeyinde azalma ile sonuçlanmaktadır (33).

Dirençli nişasta glisemik ve insülinemik yanıtın kontrolü ile glukoz metabolizmasında etki gösterebilmektedir. Bir öğünde 6-12 g dirençli nişasta alımının yemek sonrası glukoz ve insülin seviyeleri üzerinde olumlu etkileri olduğu gösterilmiştir. Ancak sağlığı iyileştirmek için yaklaşık 20 g/gün dirençli nişasta alımının gerekli olduğu düşünülmektedir (39). Avustralya İngiliz Milletler Topluluğu Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Örgütü (CSIRO), toplam dirençli nişasta alımını 15-20 g/gün olarak önermektedir (40). Avrupa Gıda ve Güvenlik Kurumu (EFSA), ‘‘Sindirilebilir nişastayı dirençli nişasta ile değiştirmek, yemekten sonra daha düşük kan glukoz seviyeleri sağlar. ’’sağlık beyanını onaylamıştır. Ancak bu durum gıdalardaki toplam dirençli nişasta içeriği toplam nişastanın en az %14’ü kadar olduğunda ortaya çıkmaktadır (41). 2016 yılından itibaren Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) yüksek amilozlu mısır nişastası için ‘‘Bir lif türü olan yüksek amiloz mısır nişastası, tip 2 diyabet riskini azaltabilir, ancak FDA bu sağlık beyanı için sınırlı bilimsel kanıt olduğunu belirtmektedir.’’ şeklinde bir sağlık beyanının üreticiler tarafından kullanılmasına izin vermiştir (42).

#### 2.3.4. Dirençli Nişastanın İştah Metabolizması Üzerine Etkisi

Bireyin tüketebileceği besin miktarı porsiyon boyutu gibi çevresel ipuçları, lezzet gibi duyuşsal ipuçları, besinlerle ilgili önceki deneyimler gibi bilişsel faktörler, mide ve bağırsak hormonlarını kapsayan metabolik sinyaller dahil olmak üzere birçok faktörden etkilenmektedir (43). İştah metabolizmasında etkin olan gastrointestinal sistem hormonları arasında kolesistokinin, ghrelin, GLP-1, PYY bulunmaktadır. GLP-1, besin alımını takiben ince bağırsağın L hücrelerinden salgılanmaktadır. Besin alımını inhibe ederek doyumluk hissini oluşturmaktadır

(44). Ayrıca GLP-1, insülin sekresyonunu uyarabilen ve glukagon sekresyonunu inhibe edebilen bir tür inkretin hormonudur. GLP-1'in fonksiyonları arasında pankreatik beta hücre çoğalması ve periferik insülin duyarlılığının artması da bulunmaktadır (11). Peptit YY, GLP-1 gibi ince bağırsak L hücrelerinden salgılanmaktadır. İştahın baskılanması, gastrik boşalmanın ve gastrik sekresyonların salgılanmasının gecikmesi üzerine etkinlik göstermektedir. Bununla birlikte, son araştırmalarda, PYY'nin pankreatik adacık hücreleri üzerinde parakrin ve ekzokrin etkiler sergilediği ve bunun da artmış insülin sekresyonuna yol açtığı ortaya konmuştur (11, 44). Ghrelin iştahın artışı üzerinde etkinlik göstermektedir. Mide, kolon ve bağırsaklardan salgılanmakta olup, açlıkla birlikte artmakta ve besin alımı ile düzeyleri düşmektedir. Ghrelinin, safra kesesi sekresyonu, bağırsak motilitesi ve pankreatik sekresyonu azaltma veya inhibe etme gibi ilave etkileri de bulunmaktadır (44, 45).

Dirençli nişastanın iştah metabolizması üzerine etkileri birkaç potansiyel mekanizma ile açıklanabilmektedir. Dirençli nişastanın fermentasyonu sonucu oluşan propiyonat gibi KZYA'ların adipositler ve kolonik endokrin hücrelerde (L-hücreleri) bulunan ve PYY ve GLP-1 salgılayan spesifik G proteinine bağımlı reseptörler (GPR41 ve GPR43) için ligand görevi görmektedir (43). KZYA, bu reseptörleri aktifleştirmekte ve aktifleşen reseptörler bağırsak boşalmasını geciktiren ve tokluk artışı sağlayan hormonların salgılanmasını sağlamaktadır (46). Dirençli nişasta iştah metabolizması üzerine etkili olduğu diğer bir mekanizma ise mide boşalma hızındaki gecikmedir. Mide boşalma hızındaki gecikme, kan glukoz yanıtının gecikmesi ve kanda uzun süreli glukoz varlığı, tokluktaki artışla ilişkilendirilmektedir. Gastrointestinal sistemden salgılanan kolesistokinin, pankreatik polipeptit, GLP-1 ve PYY'nin mide boşalmasını geciktirdiği düşünülmektedir (43). Dirençli nişastanın tokluk üzerine etkileri akut olarak ölçülmüştür. Nefeste hidrojen artışı veya KZYA'ların artması sonucu dirençli nişastanın kolonik fermentasyonu tarafından üretilen sinyaller bağırsak hormonu salımını kolaylaştırmaktadır. Salgılanan bağırsak hormonları mide boşalma hızında gecikme sağlayarak tokluk üzerine etki sağlayabileceği düşünülmektedir (47). Yapılan çalışmalar KZYA'lardan propionatın bağırsak hücrelerinden PYY ve GLP-1 salınımını in vitro olarak uyardığını ve insanlarda günde 10 g inülin-propiyonat ester tüketiminin plazma PYY ve GLP-1

düzeylerini arttırdığını ve akut enerji alımını azalttığını göstermiştir (48, 49). Elde edilen bu sonuçlar dirençli nişastayı kapsamamakla birlikte, dirençli nişastanın fermentasyonu sonucunda üretilen KZYA'ların benzer etkilere sahip olduğunu düşündürmektedir.

#### **2.4. Dirençli Nişastanın Gıda Endüstrisinde Kullanımı**

Dirençli nişasta, gıda endüstrisinde geleneksel olarak çözünmeyen liflerle elde edilemeyen yüksek kaliteli ürünlerin geliştirilmesine olanak sağlayan fonksiyonel özellikleri nedeniyle oldukça ilgi çekmektedir. Dirençli nişastanın gıda bileşeni olarak kullanılması genellikle tadı veya dokuyu değiştirmeden, duyuusal özellikleri kepek ve gum gibi geleneksel liflerden daha fazla geliştirmektedir (18). Dirençli nişasta, çeşitli gıda ürünlerinde kullanıldığında kabarma, viskoziteyi artırma, jel oluşturma, daha düşük su bağlama kapasitesi sağlama, kalınlaştırıcı, kolloidal stabilizör, hacim arttırıcı ve yapıştırıcı olarak pek çok avantaj sağlamaktadır. Su tutma kapasitesinin yüksek olması, su tutma oranını artırmakta ve nihai ürünün kalitesini artırmaktadır (18, 50). Dirençli nişasta, belirli ürünlerde gevreklik ve kabarma sağlayarak bazı geleneksel, çözünmeyen liflere göre daha iyi renk ve tat hissi sağlamaktadır. Bu durum, tüketicilerin bu gıdaları kabul etme ve dolayısıyla diyet lifi alımlarını artırma olasılığını büyük ölçüde artırmaktadır. Bu özellikler, hamurun reolojik özelliklerini olumsuz etkilemeden unun yerine 1'e 1 esasına göre dirençli nişastaların kullanılmasını mümkün kılmaktadır (9). Dirençli nişastanın tatlı, beyaz renkli ve ürün dokusunu azami düzeyde etkileyen partikül boyutuna sahip olması nedeniyle farklı besinlerde kullanımı avantaj sağlamaktadır (51).

Dirençli nişastanın endüstriyel uygulamaları esas olarak nemsiz gıda ürünlerinin hazırlanmasını içermektedir. Ekmek, kekler ve kahvaltılık gevrekler gibi unlu mamuller, posa kaynağı olarak dirençli nişasta kullanılarak hazırlanabilir. Unun yerini almak için kullanılan dirençli nişasta miktarı, kullanılan özel nişastaya, uygulamaya ve istenen lif seviyesine bağlı olarak değişmektedir. Dirençli nişastanın fırınlanmış ürünlere, makarna ürünlerine ve içeceklere dahil edilmesi, gelişmiş dokusal özellikler ve sağlık yararları sağlamaktadır (9, 10).

#### 2.4.1. Ekmek Yapımında Dirençli Nişasta Kullanımı

Ekmek, dünya çapında pek çok farklı biçimde tüketilmekte ve önemli bir nişasta ve enerji kaynağı olarak diyetle yer almaktadır (52). Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması (TBSA) 2019 yılı sonuçlarına göre; ülkemizde 15 yaş ve üzeri erkek bireylerde günlük ekmek tüketimi ortalama  $226.3 \pm 144.14$  g, kadın bireylerde ortalama  $179.8 \pm 130.39$  g olarak saptanmıştır. Tüm bireylerden alınan veriler doğrultusunda ekmek ve tahıl grubunda yer alan beyaz ekmek %72,1 sıklıkla her gün tüketilmektedir. Yetişkin bireylerde günlük ortalama enerji alımının %39,5' ini ekmek ve tahıllar oluşturmaktadır (53). Avrupa ülkelerinde ise günlük tüketilen beyaz ekmek miktarı ortalama 170 g olarak hesaplanmıştır (54). Ekmek, insan beslenmesinde temel bir besin olmasına rağmen; beyaz ekmek < %2,5 posa içermektedir (55). Beyaz ekmek tüketiminin sağlık üzerine etkileri incelendiğinde, yapılan bir kohort çalışmasında beyaz ekmek tüketimi ile fazla kiloluluk/obezite riski arasında doğrudan bir ilişki olduğu gösterilmiştir (56). Tüketim miktarı ve besin ögesi içeriği göz önüne alındığında beyaz ekmek gastrik boşalma ve post-prandial insülin cevabını etkileyerek obezite ve insülin direnci gelişimine katkı sağlamaktadır (57). Ekmek günlük tüketimi nedeniyle fonksiyonel bileşenlerin potansiyel bir taşıyıcısı olarak dikkat çekmektedir. Ekmeğe posa eklenmesi, gastrointestinal bozukluklar, obezite, diyabet ve kardiyovasküler hastalıklarla ilişkili riski azaltabilmektedir (58). Ekmek diyet posası ile takviye edildiğinde, ekmek hacminde azalma, koyu renk ve lezzetin maskelenmesi gibi bazı olumsuz özellikleri ortaya çıkmaktadır. Bu olumsuz özellikler ekmeğe dirençli nişasta eklenmesini alternatif bir seçenek olarak düşündürmektedir (59). Dirençli nişastanın keşfedilmesinden sonra 1994 yılından itibaren ekmeğe dirençli nişastanın eklendiği çalışmalar literatürde yer almaktadır. Ekmeğin dirençli nişasta ile zenginleştirilerek fonksiyonel özellik kazandırılması ise giderek yaygınlaşmaktadır (60).

Dirençli nişasta hem enerji değeri hem de sağladığı avantajlar nedeniyle çeşitli fonksiyonel gıdaların geliştirilmesinde potansiyel olarak önemli rol oynamaktadır. Dirençli nişasta ve kepek eklenen ekmekler ile yürütülen bir çalışmada dirençli nişasta eklenen ekmeklerin diyet posa içeriğinde artış olduğu bildirilmiştir. Ayrıca dirençli nişasta eklenen ekmeklerin bayatlama süresinin daha uzun olduğu saptanmıştır. Tip IV dirençli nişasta takviyeli ekmeklerin dokusunun ve

görümünün daha iyi olmasının yanı sıra, bayatlama özelliklerindeki gelişme, dirençli nişastanın kepeğe göre daha iyi bir posa kaynağı olduğunu göstermiştir (61). Başka bir çalışmada ekmeklere %5, %10, %15, %20, ve %25 oranında tip IV dirençli nişasta eklenmiştir. Genel olarak, hamurun dayanıklılığı ve elastikiyeti tip IV dirençli nişasta ilavesinden etkilenmemiştir. Ekmek hacmi ise %20 dirençli nişasta oranına ulaşınca kadar olumsuz etkilenmemiştir. Tüketicilerin duyusal analizlerinde ise, %15, %20 ve %25 dirençli nişasta içeren ekmeklerin tat, doku veya genel beğeni açısından kontrolden farklı olmadığı bildirilmiştir. Ekmeğin dirençli nişasta içeriği artışı ile total diyet posa içeriği doğrusal olarak artış göstermiştir (62). Yapılan çalışmalarda dirençli nişasta miktarı %30'a ulaştığında hamurun reolojik özellikleri ve yapılan ekmeklerin kalitesinin olumsuz etkilenmediği görülmüştür (63, 64). Başka bir çalışmada ise; dirençli nişasta ekleme oranı %10 ve %30 olduğunda yapılan ekmeklerin hacim ve görünümleri bakımından kontrol grubu ile benzer bulunmuştur. Ancak dirençli nişasta oranı %50'ye ulaştığında ekmeğin hacminin azaldığı ve dokusunun olumsuz etkilendiği bildirilmiştir (65). Dirençli nişastanın ekmekte belirli oranlarda kullanılması, gıda endüstrisi ve tüketiciler için yeni fonksiyonel ürünlerin gelişmesine olanak sağlayabilecektir.

#### **2.4.2. Fırınlanmış Ürünlerde Dirençli Nişasta Kullanımı**

Dirençli nişasta kek ve kurabiye gibi çok çeşitli fırınlanmış gıdalara dahil edilmiştir (18). Sertlik ve yapışkanlık, fırınlanmış tahıl ürünlerinin pişirme kalitesi için en önemli parametreler olan tekstür özellikleridir. Dirençli nişasta fırınlanmış ürünlere uygun gevreklik veya yumuşaklık vermek için bir doku düzenleyici olarak kullanılmaktadır (59).

Keklerin ve kurabiyelerin kalitesinin, malzemelerin kalitesinden ve miktarından büyük ölçüde etkilendiği bilinmektedir. Bu ürünlerin dokusal özellikleri çoğunlukla yüksek yağ içeriklerinden kaynaklanmaktadır. Yağ, kurabiye gibi fırınlanmış ürünlere tat, yumuşaklık ve lezzet hissi veren temel bileşendir. Bu nedenle unlu mamullerde yağ ikame maddesi olarak dirençli nişasta kullanımı oldukça ilgi çekmektedir (59).

### 2.4.3. Dirençli Nişastanın Makarna Ürünlerinde Kullanımı

Birçok besin değeri içeren ve diyetle sıklıkla tüketilerek temel bir gıda maddesi olan makarna, kolay üretilabilen, uzun süre saklanabilen ve yemeye hazır olan bir üründür. Makarna üretiminde ekstrüzyon işlemiyle oluşturulan kompakt yapı,  $\alpha$ -amilaz tarafından hidrolize edilecek nişasta granüllerini azaltarak sıkıştırılmış bir protein ağına neden olmaktadır. Optimum pişirme süresi, düşük su emilimi, uygun doku ve ek besin değeri içeren iyi bir ürün tüketicilerin makarna seçimlerini etkilemektedir (66). Dirençli nişasta makarna ürünlerine %20 oranına kadar eklenebilmektedir. Hamurun su tutma oranı dirençli nişasta miktarının artmasıyla artmaktadır. Yaklaşık %5 oranında eklenen dirençli nişasta, makarna ürünlerinde ürün rengini iyileştirmiş ve ürünün visko-elastisitesini azaltmıştır. Ancak eklenen dirençli nişastanın pişirme özellikleri üzerinde çok az etkisi bulunmaktadır (67).

### 2.4.4. Dirençli Nişastanın Besin Kaynakları

Temel gıdalar olan patates, tahıllar, kepekli tahıllar, fasulye, baklagiller, pirinç ve muz dirençli nişasta içermektedir. Bu gıdalardaki dirençli nişasta miktarı, hazırlama veya pişirme yöntemi, saklama sıcaklığı ve süresi veya servis sıcaklığı dahil olmak üzere çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (68). Patates, pirinç, makarna, kahvaltılık gevrekler ve ekmek gibi gıdaların dirençli nişasta içeriği düşüktür (kuru madde bazında  $<2,5$ ). Pişmiş baklagiller, bezelye ve pişmiş ve soğutulmuş nişastalı yiyecekler dirençli nişasta bakımından yüksektir (%5,0-15, kuru madde bazında). Yayınlanan literatürden elde edilen veriler incelendiğinde dirençli nişasta içeriğinin ( $> 3$  g / 100 g pişmiş porsiyon) kızarmış İtalyan ekmeği, balkabağı ekmeği, mısır gevreği, müsli, buğday gevreği, pirinç gevreği, patates cipsi, çiğ muz, beyaz fasulye ve mercimekte yüksek olduğu görülmüştür. Yaygın besin maddelerindeki dirençli nişasta içeriğine dair standart bir veri tabanı bulunmamakla birlikte, besinlerdeki dirençli nişasta miktarını ölçme yöntemleri de standartlaştırılmamıştır. Analiz yöntemi, pişirme yöntemi gibi uygulamalar besinlerdeki dirençli nişasta miktarının farklı hesaplanmasına yol açmaktadır. Ayrıca, dirençli nişasta miktarının besinin toplam diyet lifi içeriğine eklenmesi gerekip gerekmediği de tam olarak netlik kazanmamıştır (69). Yaygın tüketilen nişastalı gıdaların dirençli nişasta içeriği Tablo 2.2’de gösterilmiştir (24, 68, 69).

**Tablo 2.2.** Yaygın tüketilen nişastalı gıdaların dirençli nişasta içeriği

| Besinler                        | Dirençli Nişasta Miktarı (g/100 g)<br>Ortalama (En düşük-En yüksek miktar) |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tahıl ve Tahıl Ürünleri</b>  |                                                                            |
| Karabuğday (kabuksuz ve pişmiş) | 1.8 (1.1-2.6)                                                              |
| Ekmek (Beyaz)                   | 1.2 (0.1-4.4)                                                              |
| Ekmek (Tam Tahıllı)             | 1.0 (0.5-1.5)                                                              |
| Yulaf (Pişmemiş)                | 11.3 (7.8-14.8)                                                            |
| Arpa (Taneli ve pişmiş)         | 2.4 (1.1-4.2)                                                              |
| Darı (Pişmiş)                   | 1.7                                                                        |
| Pirinç (Kahverengi ve pişmiş)   | 1.7 (0- 3.7)                                                               |
| Pirinç (Beyaz ve pişmiş)        | 1.2 (0-3.7)                                                                |
| Makarna (Pişmiş)                | 1.1 (0.5-1.5)                                                              |
| Makarna (Tam tahıllı)           | 1.7 (0-3.7)                                                                |
| <b>Kahvaltılık Gevrekler</b>    |                                                                            |
| Mısır Gevreği                   | 3.2 (1.8-6.3)                                                              |
| Granola                         | 0.1                                                                        |
| Müsli                           | 3.3 (2.3-4.3)                                                              |
| <b>Sebzeler</b>                 |                                                                            |
| Bezelye (Pişmiş)                | 1.9 (0.9-2.2)                                                              |
| Patates (Kaynamış)              | 1.3 (0.3-4.5)                                                              |
| Patates (Pişmiş)                | 1.0 (0.8-1.4)                                                              |
| Tatlı patates (Fırında pişmiş)  | 0.7 (0.3-1.1)                                                              |
| Kızarmış patates                | 2.8 (1.3-5.5)                                                              |
| Mısır (Pişmiş)                  | 0.3                                                                        |
| Yam                             | 1.5                                                                        |
| Muz (Çiğ)                       | 4.0 (0.3-6.2)                                                              |
| Muz (Pişmiş/plantain)           | 3.5                                                                        |
| <b>Baklagiller</b>              |                                                                            |
| Beyaz Fasulye (Pişmiş)          | 4.2 (1.8-8.3)                                                              |
| Maş fasulyesi (Pişmiş)          | 1.6 (1.3-1.8)                                                              |
| Nohut (Konserve/pişmiş)         | 2.6 (0.8-4.3)                                                              |
| Mercimek                        | 3.4 (1.6-9.1)                                                              |

Bireylerin günlük dirençli nişasta alımı incelendiğinde, Amerika’da bireylerin günlük ortalama 4,9 g/gün (aralık: 2,8-7,9 g/gün) dirençli nişasta tükettiği bulunmuştur (70). Literatür verileri incelendiğinde bireylerin günlük dirençli nişasta

alım miktarının Avrupa'da 3-6 g/gün, Avustralya'da 5-7 g/gün olduğu düşünülmektedir (9). Ülkemizde ise bireylerin günlük dirençli nişasta alım miktarına ilişkin herhangi bir veriye rastlanmamıştır.

## 2.5. Glisemik İndeks Kavramı

Glisemik indeks (Gİ), karbonhidratlı gıdaların kan glukozunu yükseltme potansiyelinin bir sınıflandırmasıdır. Aynı kişi tarafından tüketilen referans veya test besininin 50 gramlık sindirilebilir karbonhidrat kısmının ortaya çıkardığı, kan glukoz yanıt eğrisi altındaki artan alan olarak tanımlanmaktadır. Gıda formu, partikül boyutu, pişirme, işleme ve nişasta yapısı gibi birçok faktör Gİ'yi etkilemektedir (71). 50 g sindirilebilir karbonhidrat içeren test gıdaları ve beyaz ekmek porsiyonları, bir gece boyunca aç kaldıktan sonra, normal veya diyabetik deneklere ayrı zamanlarda, rastgele tüketirilmektedir. Normal deneklerden aç (0. dk) ve test yemeğinin tüketiminden itibaren 15, 30, 45, 60, 90 ve 120 dakikadan sonra, diyabetik deneklerden aç (0. dk) ve 30 dakika aralıklarla 3 saat boyunca parmak ucundan kan örnekleri alınmaktadır. Her yiyecek için glisemik yanıt eğrisinin altındaki alan, aynı özne tarafından alınan standart yiyeceğe verilen ortalama yanıtın yüzdesi olarak ifade edilmekte ve sonuçtaki değerlerin ortalaması alınarak Gİ değeri elde edilmektedir. Elde edilen Gİ değerini etkileyen önemli değişkenler, gıda porsiyon büyüklüğü, standart gıda seçimi, standart gıdanın tekrarlanan testi, kan alma sıklığı ve süresi ve alan hesaplama yöntemini içermektedir. Denek özellikleri, tedavi ve kontrol derecesi elde edilen mutlak glisemik yanıt üzerinde önemli etkilere sahip olsa da, eğer standardize edilirlerse, tüm gıdalara verilen yanıt benzer şekilde etkilenmektedir (72). Glisemik indeks değeri 1 ile 100 arasında değişmektedir. Gıdaların düşük (<55), orta (55-69) veya yüksek Gİ (>70) olarak sınıflandırıldığı bir Gİ sınıflandırma sistemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Referans besinin glisemik indeksi 100 kabul edilmekte ve test edilen besinin kan glukoz düzeyinde neden olduğu artış referans besin ile kıyaslanarak belirlenmektedir. Referans besin olarak ise glukoz veya beyaz ekmek kullanılmaktadır (73).

Genel olarak, düşük glisemik indeksli gıdaların metabolik avantajları, glukozun ince bağırsaktan emilim hızı ile ilişkilendirilmektedir. Düşük glisemik indeksli gıdaların tüketimi, glukoz emilim oranını düşürmekte ve bu durum

dolaşımdaki insülin ve inkretinlerin (gastrik inhibitör polipeptit (GIP) ve GLP) salınımında daha düşük bir artışa neden olmaktadır. Daha düşük postprandial sürekli insülin sekresyonu, serbest yağ asitlerinin daha uzun süre baskılanması ve yüksek kan glukozu dalgalanmalarını düzenleyen mekanizmanın tepkisinin azalması gibi birçok avantaj sağlamaktadır. Serbest yağ asidi düzeylerindeki azalma, dolaşımdan daha büyük bir oranda geri çekilen glukoz ile hücresel glukoz metabolizmasını geliştirmektedir. Sonuç olarak, ince bağırsaktan glukoz emiliminin devam etmesine rağmen, kan glukoz seviyeleri başlangıca yakın kalmaktadır. Bu iyileştirilmiş kan glukozu kontrolü, insülin direnci (örn. obez, sedanter denekler), prediyabeti ve diyabeti olan bireyler için önem arz etmektedir. Öte yandan, yüksek glisemik indeksli diyetler insülin sekresyonunu artırabilmekte, bu durum da postprandiyal hiperinsülinemiye yol açabilmektedir. Hiperinsülineminin devam etmesi periferik hücre insülin reseptörü aşağı regülasyonu ile kısır döngüye girerek insülin direncini tetiklemektedir (74, 75).

Glukoz olarak hızla emilen karbonhidratların ve yüksek glisemik indeksli diyetlerin, uzun süreli tüketimi kronik hastalıklarla ilişkilendirilmektedir. Yapılan meta-analiz çalışmalarında düşük glisemik indeksli diyetin sağlıklı bireylerde kan basıncında önemli bir düşüşü sağladığı (76); koronar arter hastalığında ise glisemik indeks ile hastalık arasında nedensel ilişki olduğu gösterilmiştir (77). Diyabet ve glisemik indeks arasındaki ilişkiyi inceleyen meta-analiz çalışmalarında; düşük glisemik indeksli diyetin glisemik kontrol sağladığı (78); yüksek glisemik indeksli beslenmenin diyabet insidansını etkilediği ortaya konmuştur (79). Ayrıca düşük Gİ'li beslenmenin, daha yüksek Gİ'li beslenmeye veya kontrole kıyasla glikolize hemoglobin ve açlık kan glukozunu kontrol etmede daha etkili olduğu belirlenmiştir (80). Glisemik indekste önemli düşüş sağlayan beslenme planları uygulandığında düşük Gİ'li beslenmenin vücut ağırlığı kaybında orta derecede etkili olduğu saptanmıştır (81).

### **2.5.1. Glisemik İndeks ve İştah-Tokluk İlişkisi**

Düşük Gİ gıdaların genel sağlık yararının önemli bir gerekçesi, düşük Gİ gıdaların tokluğu artırdıkları için ağırlık kontrolüne yardımcı olabileceğidir (73). Literatürde yer alan bazı çalışmalarda, düşük Gİ besinlerin yüksek Gİ besinlere göre

daha fazla tokluk sağladığı gösterilmiş olsa da besinlerin GI'sinin iştah ve tokluk üzerine etkisi henüz netlik kazanmamıştır. Yürütülen bir çalışmada, bir gecelik açlıktan sonra denekler, benzer makro besin bileşimine, lif içeriğine ve lezzete sahip yüksek, orta veya düşük GI test öğünleri tüketmişlerdir. Tüketimden 5 saat sonra yüksek GI test öğünlerinin alınmanın daha yüksek açlık derecesi ve enerji tüketimine yol açtığı gösterilmiştir (82). Yapılan başka bir çalışmada düşük GI gıdaların, yemekten sonra glukozun yavaş ve uzun süreli salınmasına yol açarak, yüksek glisemik ve insülin yanıtı olan gıdalardan daha fazla tokluk ürettiğini göstermektedir. Bununla birlikte, test edilen yüksek ve düşük GI gıdaların makro besin bileşimi ve enerji yoğunluğunda farklılıklar bulunmaktadır (83). İzo-kalorik 38 gıdanın tokluk derecesi, glukoz ve insülin yanıtı açısından test edildiği bir çalışmada tokluk puanı en yüksek olan besin haşlanmış patates olmuştur. Aynı miktar karbonhidrat içeren yüksek GI'li besin (patates) düşük GI'li besine (makarna) göre daha yüksek tokluk derecesine sahip olmuştur. Portakal (düşük GI) ve beyaz ekmek (yüksek GI) karşılaştırıldığında ise, düşük GI'e sahip besinin daha yüksek tokluk derecesine sahip olduğu gösterilmiştir. Bu sonuçlar, eşit enerji içeriğine sahip yiyeceklerin GI ile tokluk arasında çok az ilişki olduğunu veya hiç olmadığını göstermektedir (84). Eşit miktardaki izo-kalorik karbonhidrat içeren içeceklerin değerlendirildiği bir çalışmada, yüksek GI'li içeceklerin bir sonraki öğünde daha düşük enerji alımı sağladığı, düşük GI'li içeceklerin ise akut olarak iştahı ve yiyecek alımını baskılamadığı gösterilmiştir (85).

## **2.6. Dirençli Nişastanın Glisemik İndeks Üzerine Etkisi**

Gıda endüstrisi, fonksiyonel gıdalara yönelik artan talebi karşılamak için ek sağlık yararları olan yenilikçi fonksiyonel gıda üretmenin yollarını araştırmaktadır. Beslenme ve hastalıklar arasındaki ilişkiye dair artan farkındalık nedeniyle, tüketiciler herhangi bir gıdanın ek sağlık yararı sağlamasını talep etmektedir. Karbonhidrattan zengin gıdaların çoğu yüksek glisemik indekse sahip olarak kabul edilmekte, bu durum düşük glisemik indeksli, karbonhidrat bazlı fonksiyonel gıdaların geliştirilmesine yol açmaktadır (86). Gıdaların GI'sini düşürmek için çeşitli uygulamalar yapılmaktadır. Posa içeriğinin artırılması, nişastanın jelatinleştirilmesi, nişastaların suda çözünür hale getirilmesi, düşük veya sıfır kalorili

şekerler kullanılarak temel fonksiyonel içerik maddelerinin değiştirilmesi, nişasta lipid komplekslerinin oluşturulması veya ısı-nem işlemleri ve ekstrüzyon tekniklerinin uygulanması gibi işlemler glisemik indeksi modifiye eden faktörlerdir (73, 87). Bu bağlamda besinlerin glisemik indeksini düşürmek için gıdalara dirençli nişasta eklenmektedir (9). Yaygın tüketilen nişastalı gıdaların dirençli nişasta içeriği ve glisemik indeksleri Tablo 2.3'te gösterilmiştir (24).

**Tablo 2.3.** Yaygın tüketilen nişastalı gıdaların dirençli nişasta içeriği ve glisemik indeksleri

| Besinler                       | Dirençli Nişasta<br>Miktarı (g/100 g) | Glisemik<br>İndeks |
|--------------------------------|---------------------------------------|--------------------|
| Ortalama                       |                                       |                    |
| <b>Tahıl ve Tahıl Ürünleri</b> |                                       |                    |
| Karabuğday                     | 1.8                                   | 51                 |
| Ekmek (Beyaz)                  | 1.2                                   | 69                 |
| Ekmek (Tam Tahıllı)            | 1.0                                   | 72                 |
| Arpa                           | 2.4                                   | 71                 |
| Pirinç (Kahverengi ve pişmiş)  | 1.7                                   | 66                 |
| Pirinç (Beyaz ve pişmiş)       | 1.2                                   | 72                 |
| Makarna (Beyaz)                | 1.1                                   | 50                 |
| Makarna (Tam tahıllı)          | 1.4                                   | 42                 |
| <b>Kahvaltılık Gevrekler</b>   |                                       |                    |
| Mısır Gevreği                  | 3.2                                   | 80                 |
| Müsli                          | 3.3                                   | 66                 |
| <b>Sebzeler</b>                |                                       |                    |
| Bezelye                        | 2.6                                   | 36                 |
| Patates (Beyaz)                | 1.3                                   | 80                 |
| Tatlı patates                  | 0.7                                   | 48                 |
| Mısır (Pişmiş)                 | 0.3                                   | 59                 |
| Yam                            | 1.5                                   | 1.5                |
| <b>Baklagiller</b>             |                                       |                    |
| Beyaz Fasulye (Pişmiş)         | 4.2                                   | 40                 |
| Meksika fasulyesi              | 2.0                                   | 29                 |
| Mercimek                       | 3.4                                   | 29                 |

Dirençli nişastanın ekmek veya una eklenmesi ekmeğin posa içeriğini artırmakta ve glisemik indeksini düşürmektedir. Kontrol ekmeği ile %15, %20 ve %25 oranında tip IV dirençli nişasta içeren ekmeklerin in vitro glisemik indeksinin hesaplandığı bir çalışmada, dirençli nişasta ilaveli ekmeklerin glisemik indeksi anlamlı olarak düşük bulunmuştur. Çalışma sonuçlarına göre, %20 veya daha fazla tip IV dirençli nişasta eklendiğinde ekmeklerin glisemik indeksinin, orta veya düşük olarak kategorize edildiği saptanmıştır (61). Başka bir çalışmada ekmeğe eklenen dirençli nişasta in vitro glisemik indekste yaklaşık %15 azalmaya yol açmıştır.

Ayrıca dirençli nişasta enerji, toplam şeker ve protein içeriğinde azalma sağlamıştır (88). Dirençli nişastanın glisemik indeks üzerinde etkisinin olmadığı çalışmalarda literatürde yer almaktadır. Dirençli nişastanın glisemik indeks üzerine etkisinin in vivo olarak incelendiği bir çalışmada beyaz ekmeğin GI'si 100 kabul edildiğinde, yüksek amilozlu mısır nişastası içeren ekmeğin GI'si 99.4 olarak bulunmuştur (89).



### 3. GEREÇ-YÖNTEM

#### 3.1. Araştırma Zamanı ve Örneklem Seçimi

Bu araştırma Haziran-Ekim 2022 tarihleri arasında Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümünde gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya 10 sağlıklı (5 kadın, 5 erkek) yetişkin birey dahil edilmiştir. Araştırmaya katılan bireylerin çalışmaya başlamadan hekim tarafından genel muayeneleri ve 8-12 saat açlık sonrası alınan kan örnekleri ile çeşitli biyokimyasal parametrelerin analizleri yapılarak sağlık durumları değerlendirilmiştir. Gönüllü bireylerin araştırmaya katılmalarında bir sakınca bulunmadığı hekim tarafından teyit edildikten sonra çalışma örnekleme oluşturulmuştur. Araştırmaya katılacak bireylerin seçiminde, literatürdeki diğer araştırmalarda yer alan dahil edilme ve dışlanma kriterleri göz önüne alınarak belirlenmiştir (90, 91). Ancak menopoz dönemindeki kadınların iştah vb. durumları etkilenebileceğinden dolayı katılımcıların yaş aralığı 18-45 olarak belirlenmiştir (92, 93). Araştırmaya dahil edilecek gönüllülerin yaş aralığı geniş tutulmamakla birlikte, örneklem sayısının küçük olması nedeniyle benzer yaş aralığındaki bireylerin dahil edilmesi sağlanmıştır. Araştırmaya katılacak bireylerin seçiminde kan glukoz düzeyini etkilediği için bireylerin fiziksel aktivite düzeyleri de sorgulanarak bireyler çalışmaya dahil edilmiştir. Örneklemin belirlenmesi göz önünde bulundurulan dahil edilme ve dahil edilmeme kriterleri aşağıda belirtilmiştir.

##### Dahil Edilme Kriterleri:

- 18-45 yaş arası,
- Beden kütle indeksi (BKİ) 18,50-24,99 kg/m<sup>2</sup> arasında,
- Fiziksel aktivite düzeyi sedanter, hafif ve orta düzeyde olan,
- Araştırma doktoru tarafından sağlıklı olarak belirlenen bireyler

##### Dahil Edilmeme Kriterleri:

- İstenen yaş aralığında olmayanlar,
- İstenen BKİ aralığında olmayanlar,
- Sigara kullanan bireyler,
- Düzenli ilaç kullanan bireyler,

- Profesyonel veya amatör sporcular,
- Gebe veya emziren kadınlar
- Tanısı konulmuş endokrin veya metabolik hastalığı olan bireyler (bozulmuş glukoz toleransı, tip 1 veya tip 2 diyabet, tiroid veya diğer endokrin hastalıklar)
- Tanısı konulmuş sistemik hastalığı olan bireyler (kalp yetmezliği, karaciğer, böbrek veya akciğer hastalığı)
- Akut veya kronik inflamatuvar bir hastalığa sahip bireyler
- Son 1 ay içerisinde Covid-19 geçiren bireyler
- Yeme davranışı bozukluğu olan ve psikolojik tedavi alan bireyler

Çalışmanın örneklem büyüklüğü belirlenirken literatürdeki benzer bir çalışmadan yararlanılmıştır (94). Literatür bilgileri kapsamında Glisemik İndeks Test Protokolü'ne göre herhangi bir besinin glisemik indeks değerinin belirlenmesinde örneklem sayısının 10 ve üzeri olması gerektiği vurgulanmıştır (72). Çalışmanın örneklem hesabında G-Power programı kullanılarak GLP-1 düzeyleri arasında anlamlı fark bulmak için (cohen  $d=1.30$ ) %80 güç ve  $\alpha=0,05$  iken olması gereken en az katılımcı sayısı 6 olarak hesaplanmıştır. Örneklem hesabında GLP-1 parametresi kullanılmış olup; PYY ve ghrelin için hesaplama yapılmamıştır. Tüm bu bilgiler ışığında örneklem hesabına göre bulunan sayıdan daha yüksek bir sayı belirlenerek 10 (5 kadın, 5 erkek) katılımcı alınmasına karar verilmiştir.

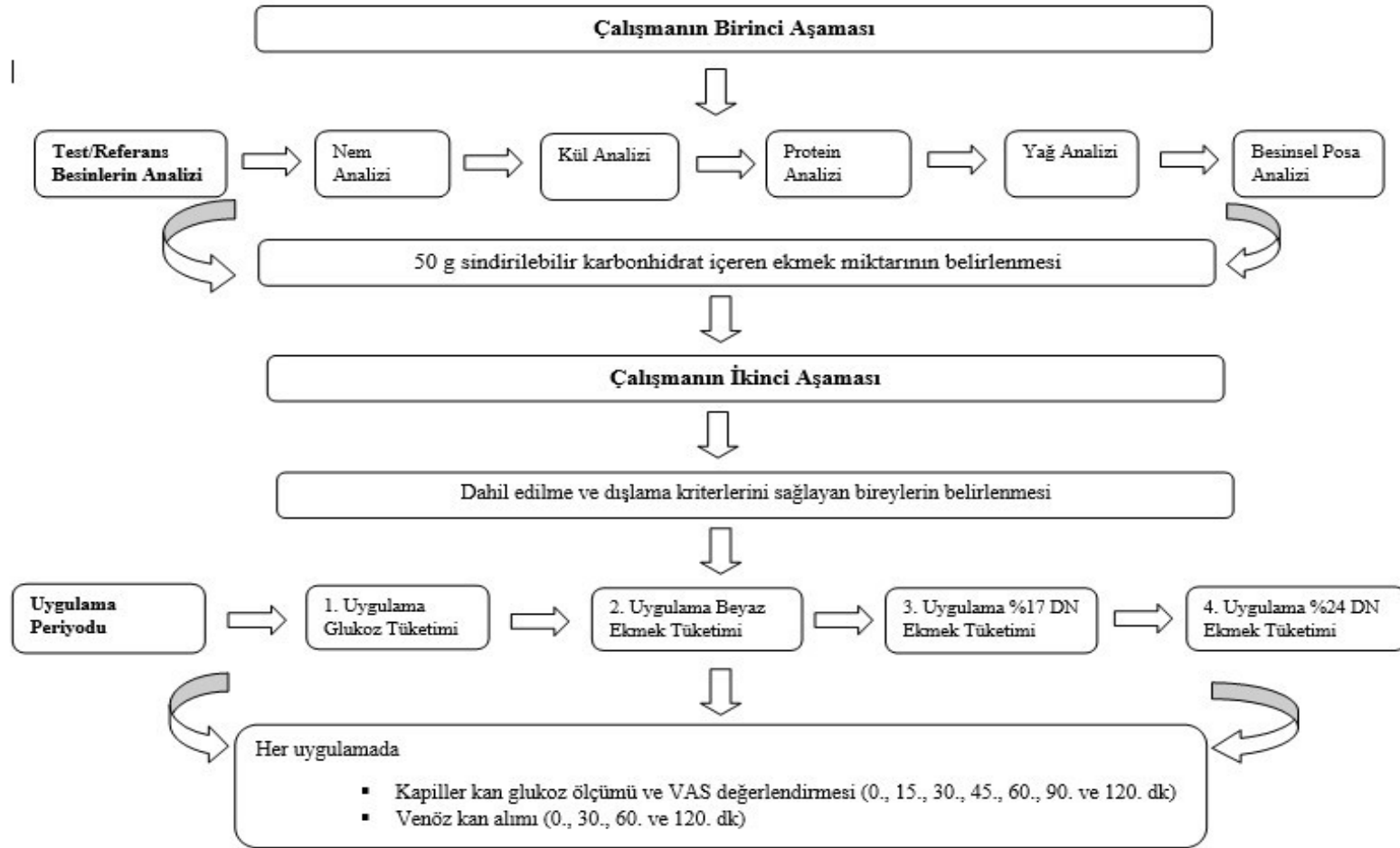
Araştırmanın yürütülebilmesi için Hacettepe Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 29.06.2021 tarih ve KA-21078 sayılı etik kurul izni alınmıştır (EK-1). Etik kurul izniyle beraber Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'na da (TİTCK) başvuru yapılmıştır. Kurumun 14.06.2021 tarih ve E-66175679-514.99-458777 sayılı kararında araştırmanın ilgili etik kurul onayı doğrultusunda yürütülebileceği bildirilmiştir (EK-2).

### 3.2. Araştırmanın Genel Planı

Çalışma iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında test ve referans besinlerin nem, yağ, protein, besinsel posa ve kül analizleri yapılmıştır. Çalışmanın ilk aşaması için halk ekmek fırınında beyaz ekmek, %17 ve %24

oranında dirençli nişasta içeren ekmekler üretilmiştir. Yapılan analizler sonucunda besinlerin sindirilebilir karbonhidrat miktarları belirlenerek ve 50 g sindirilebilir karbonhidrat miktarına göre tüketilecek ekmek miktarı hesaplanmıştır (Şekil 3.1).

Çalışmanın ikinci aşamasında 50 g sindirilebilir karbonhidrat içeren miktarlarda test ve referans besinler (50 g glukoz, beyaz ekmek, %17 ve %24 oranında tip IV dirençli nişasta içeren ekmek) haftada bir kez bir test veya referans besin olmak üzere 4 hafta boyunca bireylere 8-12 saat açlık sonrası tüketirilmişdir. Referans ve test besin tüketimlerinde farklı zaman aralıklarında olmak üzere hem kapiller hem de venöz kan alınmıştır. Bireylerin kapiller kan glukoz ölçümleri ekmek tüketmeden önce 0. dakika ve ilk lokmayı tükettikten 15, 30, 45, 60, 90 ve 120 dakika sonra yapılmıştır. Test (beyaz ekmek ve glukoz) ve referans besin (%17 ve %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmek) tüketiminden önce 0. dakika ve besin tüketiminden sonra 30, 60 ve 120. dakikalarda olmak üzere bireylerden 4 kez bir tüp venöz kan alınarak GLP-1, PYY, ghrelin, glukoz ve insülin düzeyleri incelenmiştir (Şekil 3.1). Bireylerin test veya referans besin tüketiminden önce (0.dk) ve besin tüketiminin ardından 15, 30, 45, 60, 90 ve 120. dakikalarda 100-mm'lik Görsel Analog Skala (VAS) ölçeğiyle subjektif iştah durumları sorgulanmıştır. Bireylerin ekmek tüketimlerinden sonra duyuşsal analiz formu ile ekmeklerin renk, görünüş, tat, koku, sıklık-yapışkanlık (doku) ve genel beğeni durumu değerlendirilmiştir. Şekil 3.1'de çalışmanın akış şeması gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışma akış şeması

### 3.3. Çalışmanın Birinci Aşamasında Ekmek Üretimi

Test besinleri olarak %17 ve %24 oranında tip IV dirençli nişasta içeren beyaz ekmekler kullanılmıştır. Test besinlerinde kullanılan dirençli nişasta miktarlarının belirlenmesinde literatürde yer alan bilgilerden yararlanılmıştır (41, 63). Bilimsel literatür gıdalardaki toplam dirençli nişasta toplam nişastanın en az %14'ü kadar olduğunda kan glukoz düzeylerinde düşüş sağladığını (41), dirençli nişasta oranının %30 ve üzerine çıkması durumunda ise ekmeğin hacim ve görünümünün olumsuz etkilendiği belirtmektedir (63, 64). Bu nedenlerle çalışmada %17 ve %24 oranında dirençli nişasta içeren unlardan yapılan ekmekler kullanılmıştır.

Araştırmada kullanılan dirençli nişasta, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) Marmara Araştırma Merkezi tarafından geliştirilmiştir. Geliştirilen dirençli nişasta basit lisans ile Demirpolat Tarım Ürünleri Nakliyat Otomotiv İthalat İhracat Sanayi ve Ticaret Limited Şirketine lisanslanmış, bu sayede seri üretimi ve pazarlaması firma tarafından gerçekleştirilmektedir. Üretim lisansı bulunan firma tarafından ürüne yönelik ISO 9000, ISO 22000 ve TSE 13811 belgelerinin bulunduğu belirtilmiştir. Üretilen dirençli nişasta %90±5 saflıkta olup buğday, mısır ve patates nişastasından elde edildiği ifade edilmiştir. Çalışma için Demirpolat Tarım Ürünleri Nakliyat Otomotiv İthalat İhracat Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi'nden %17 ve %24 oranında tip IV dirençli nişasta içeren unlar temin edilmiştir. Dirençli nişasta içeren ekmek yapımı ise; %17 ve %24 oranında tip IV dirençli nişasta içeren unlarla belirlenen porsiyonlarda yapılmıştır. Türk Gıda Kodeksi'ne göre ekmek; buğday ununa su, tuz, maya (*Saccharomyces cerevisiae*) ilave edilip bu karışımın tekniğine uygun olarak yoğrulması, şekillendirilmesi, fermentasyona bırakılması ve pişirilmesi ile yapılan bir üründür. Türk Gıda Kodeksi'ne göre ekmekler kuru maddede en çok %1,5 tuz içermelidir (95). Çalışmaya başlamadan önce standart bir ekmek tarifi oluşturmak için çeşitli denemeler yapılmıştır. Üretilen ekmeklere ait görseller Şekil 3.2'de gösterilmiştir. Elde edilen standart tarife ve Türk Gıda Kodeksi ekmek tanımı ve şartlarına uygun olarak 1 kg dirençli nişasta içeren una 25 g hamur mayası, 10 g tuz, 500 mL su eklenerek %17 ve %24 oranında dirençli nişasta içeren unlardan ekmekler

yapılmıştır. Beyaz ekmek ise, Türk Gıda Kodeksi ekmek tanımı ve şartlarına uygun olarak ekmeklik buğday ununa su, tuz ve maya eklenerek yapılmıştır. Ekmek üretiminde halk ekmek olarak üretim yapan bir ekmek fırınından destek alınmış ve ekmeklerin standart üretimi sağlanmıştır. Uygulama periyotlarında ekmekler belirtilen tarife uygun olarak geceden yoğurulup mayalandırılarak sabah erken saatlerde pişirilmiştir. Üretim yapılan fırında ortalama pişirme sıcaklığı 230-270°C arasında değişmektedir. Üretilen ekmeklerin oda sıcaklığına gelmesi beklenmiş ve oda sıcaklığındaki ekmekler sabah saatlerinde fırından teslim alınarak, hava geçirmez kutularda ve hijyen kurallarına uyularak çalışmaya katılacak bireylerin bulunacağı laboratuvarlara taşınmıştır. Tüketilecek ekmekler 0.1 g'a duyarlı terazi ile uygun porsiyonlara ayrılarak sabah saatlerinde (fırından alındıktan 60-90 dk. sonra) bireylere tüketirilmişdir.



**Şekil 3.2.** Üretilen ekmeklere ait görseller

### 3.3.1. Referans ve Test Besinlerin Proksimet Analizleri

Test ve referans besinlerin nem, kül, protein, yağ ve besinsel posa tayinlerini içeren proksimet analizleri TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi'nde hizmet alımı yoluyla gerçekleştirilmiştir. Üretimi yapılan test ve referans ekmekleri üretimden sonra dondurularak, soğuk zincir ile TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi'ne gönderilmiştir. TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi'ne ulaşan test ve referans besinler -20°C'de saklanarak analiz edilmiştir. Tüm parametreler (nem, kül, protein, yağ ve besinsel posa) için her örnek iki kez çalışılarak iki ölçümün ortalaması alınmıştır. Ekmekler analiz edilmeden önce öğütücü yardımıyla homojenize edilmiştir.

**Nem Analizi:** TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi'nde homojen hale getirilmiş olan örnekler 1 saat boyunca  $130 \pm 3$  °C'ye getirilmiş olan etüvde tutularak kurutulmuştur. Daha sonra nem yüzdesi hesaplanmıştır (96).

**Kül Analizi:** TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi'nde homojen hale getirilmiş olan örnekler 550°C'de 3 saat boyunca açık gri renkte kül kalıncaya kadar yakılmıştır. Elde edilen kül sabit ağırlığa gelene kadar soğumaya bırakılmıştır. Sabit ağırlığa gelen külün ağırlığı ölçülerek yüzde olarak hesaplanmıştır (96).

**Protein Analizi:** TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi'nde örneklerin protein miktarı, gıdanın azot (N) içeriğinin Kjeldahl yöntemiyle tespit edilerek "azot dönüştürme faktörü" ile çarpılmasıyla hesaplanmıştır. Öğütülmüş örneklerden yaklaşık 1,0 g parçalama balonuna alınmıştır. Balona 10 mL konsantre sülfürik asit ve 8 g parçalama karışımı ilave edilerek ısıtıcıya yerleştirilmiştir. Karışımda 2 saat 30 dakikada tam sindirim sağlanarak damıtma tüpüne aktarılmıştır. Damıtma tüpüne 10 mL 0.5 N NaOH yavaş yavaş ilave edilmiştir. Damıtma işlemine devam edilerek üretilen  $\text{NH}_3$ , birkaç damla metil kırmızısı indikatörü ile birlikte 20 ml %4'lük borik asit çözeltisi içeren tüpte  $\text{NH}_4\text{OH}$  olarak toplanmıştır. Damıtma ürünü standart 0.1 N HCl çözeltisi ile pembe renk alana kadar titre edilmiştir. Belirtilen işlemler kör uygulaması için de tekrar edilmiştir. Örnek ve kör uygulamadan elde sonuçlar,  $\%N \times 6.25$  (düzeltme faktörü) protein miktarı hesaplanmıştır (96).

**Yağ Analizi:** Örneklerin yağ miktarı Soxhlet cihazında ekstraksiyon yöntemi kullanılarak TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi'nde analiz edilmiştir. Homojenleştirilmiş örnekler damıtma şişesine yerleştirilerek Soxhlet kolonuna bağlanmıştır. Çözücü madde olarak dietil eter kullanılmış olup, sistem geri soğutucuya bağlanarak 6 saat süresince ekstrakte edilmiştir. Dietil eterin uzaklaştırılması için sistem evaporatöre bağlanmıştır. Ekstraksiyondan sonra, ekstrakt 104 °C'de etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiştir. Daha sonra desikatörde soğutulan örnekler tartılarak yağ miktarı hesaplanmıştır (96).

**Besinsel Posa Analizi:** Örneklerin besinsel posa tayininde "Megazyme total dietary fiber" kiti kullanılarak TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi'nde analiz edilmiştir. Diyet posası tayininde kullanılacak bu kitin çalışma prensibi AOAC 991.43 yöntemindeki prosedürlere dayanmaktadır. Posa tayininde kit kullanılmasının

temel nedeni; kullanılacak kitte yer alan enzimlerin yüksek saflıkta olması ve bu sayede besinde bulunan ve posa içeriği sonuçlarını etkileyebilecek diğer besin öğelerinin aktivitelerini engelleyebilmesidir. Kullanılan yöntemde nişastanın jelatinizasyon, hidroliz ve depolimerizasyonunu sağlamak için 1 g ağırlığındaki örnekler 100°C’de  $\alpha$ -amilaz enzimi ile ısıtılma tabi tutulmuştur. Ardından proteinlerin çözünmesi ve depolimerize edilmesi için proteaz, nişasta fragmentlerinin glukozu hidrolize olması için amiloglikosidaz enzimleriyle inkübe edilmiştir. Bu işlemlerin ardından örnekler çözünür posayı çöktürmek, depolimerize olan protein ve glukozu uzaklaştırmak için etanolla yıkanmıştır. Yıkanan örnekler 105°C’ye ayarlanmış etüvde kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan örneklerin tartımı yapılarak posa miktarı saptanmış ve yüzde olarak hesaplanmıştır (97).

**Sindirilebilir Karbonhidrat Miktarı:** Proksimet analizleri sonucu hesaplanan nem, kül, protein, yağ ve besinsel posa miktarı toplanıp 100’den çıkartılarak örneklerin toplam sindirilebilir karbonhidrat miktarı hesaplanmıştır (98).

Sindirilebilir Karbonhidrat Miktarı=100- (nem + kül + protein + yağ + besinsel posa miktarı)

### 3.3.2. Çalışmada Tüketilecek Ekmek Miktarlarının Belirlenmesi

Referans ve test besinlerin 100 g’da bulunan enerji, nem, kül, protein, yağ, posa ve sindirilebilir karbonhidrat miktarları TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi’nde yapılan analizler sonucunda belirlenmiştir. Referans ve test besinlerin 100 gramında bulunan enerji, nem, kül, protein, yağ, posa ve sindirilebilir karbonhidrat miktarlarına ilişkin değerler Tablo 3.1’de verilmiştir.

**Tablo 3.1.** Referans ve test besinlerin proksimet analiz sonuçları (100 g)

| Analizler                       | Beyaz Ekmek (g/100g) | %17 Dirençli Nişasta İçeren Ekmek (g/100g) | %24 Dirençli Nişasta İçeren Ekmek (g/100g) |
|---------------------------------|----------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Enerji (kkal)                   | 260                  | 223                                        | 228                                        |
| Nem (%)                         | 33,02                | 36,72                                      | 34,40                                      |
| Kül (%)                         | 1,61                 | 0,86                                       | 0,97                                       |
| Protein (g)                     | 8,61                 | 7,47                                       | 7,47                                       |
| Yağ (g)                         | 1,51                 | 0,84                                       | 0,87                                       |
| Posa (g)                        | 4,57                 | 15,29                                      | 17,28                                      |
| Sindirilebilir Karbonhidrat (g) | 50,68                | 38,82                                      | 39,01                                      |

100 g Beyaz Ekmekte Bulunan Sindirilebilir Karbonhidrat Miktarı = 100- (33,02+1,61+8,61+1,51+4,57) = 100-49,32= 50,68

100 g %17 Dirençli Nişasta İçeren Ekmekte Bulunan Sindirilebilir Karbonhidrat Miktarı = 100- (36,72+0,86+7,47+0,84+15,29) = 100-61,18= 38,82

100 g %24 Dirençli Nişasta İçeren Ekmekte Bulunan Sindirilebilir Karbonhidrat Miktarı = 100- (34,40+0,97+7,47+0,87+17,28) = 100-60,99= 39,01

Ekmeklerin proksimet analizlerinin gerçekleştirilmesinin ardından, 50 g sindirilebilir karbonhidrat içeren ekmek miktarları hesaplanmıştır. Referans ve test besinlerin 50 g sindirilebilir karbonhidrat içeren miktarları Tablo 3.2’de verilmiştir.

**Tablo 3.2.** Referans ve test besinlerin 50 g sindirilebilir karbonhidrat içeren miktarları (50 g)

| Referans ve Test Besinler         | 50 g Sindirilebilir Karbonhidrat İçeren Miktar (g) |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------|
| Glukoz                            | 50                                                 |
| Beyaz Ekmek                       | 98,66                                              |
| %17 dirençli nişasta içeren ekmek | 128,8                                              |
| %24 dirençli nişasta içeren ekmek | 128,2                                              |

### 3.4. Bireylerden Kan Örnekleri ve Verilerin Toplanması

#### 3.4.1. Bireylerin Biyokimyasal Parametrelerinin İncelenmesi

Bu araştırmaya 10 sağlıklı (5 kadın, 5 erkek) yetişkin birey dahil edilmiştir. Araştırmaya katılan bireylerin çalışmaya başlamadan hekim tarafından genel muayeneleri ve 8-12 saat açlıktan sonra alınan kan örnekleriyle glukoz, insülin, HOMA-IR, total kolesterol, trigliserit, HDL kolesterol, LDL kolesterol, TSH, ALT, total protein, albümin, kreatinin analizi ve tam kan sayımı analizleri yapılarak sağlık durumları değerlendirilmiştir. Ayrıca açlık glukoz ve insülin değerleriyle insülin direncinin göstergesi olan HOMA-IR skoru hesaplanmıştır. HOMA-IR skoru  $>2,5$  olan bireyler çalışmaya dahil edilmemiştir. Gönüllü bireylerin araştırmaya katılmalarında bir sakınca bulunmadığı hekim tarafından teyit edildikten sonra çalışma örneklemi oluşturulmuştur.

#### 3.4.2. Bireylerin Antropometrik Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Bireylerin sağlık durumları değerlendirilip çalışmaya katılmaları onaylandıktan sonra, bireyler en az 8-12 saat açlık sonrası araştırmacı tarafından bireylerin antropometrik ölçümleri alınmıştır. Vücut ağırlığı, boy uzunluğu, bel çevresi, kalça çevresi ve vücut bileşim analizi yapılan antropometrik ölçümlerdir.

**Vücut Ağırlığı ve Boy Uzunluğu:** Bireylerin vücut ağırlığı sabah aç karnına, ince kıyafetlerle ve ayakkabısız olarak  $\pm 0.10$  kg duyarlılığı olan TANİTA BC 730 (TANITA Corporation, Japonya) marka tartı ile ölçülmüştür. Bireylerin boy uzunluğu dik pozisyonda, baş Frankfort düzleminde, ayaklar topuklardan bitişik, sırt, kalça ve topuklar duvara değecek şekilde Seca 220 Scale (Almanya) cihazıyla ölçülmüştür. Elde edilen vücut ağırlığı ve boy uzunluğu değerlerinden ağırlık (kg)/boy ( $m^2$ ) cinsinden BKİ değeri hesaplanmıştır (99).

**Bel ve Kalça Çevresi:** Bireylerin bel ve kalça çevresi esnemeyen mezüra kullanılarak ölçülmüştür. Bel çevresi en alt kaburga kemiği ile kristailiyak arası bulunarak, orta noktadan ölçüm yapılmıştır. Kalça çevresi ise bireyin yan tarafında durularak en geniş noktadan çevre ölçümü yapılmıştır Bel çevresi için sınır olarak erkeklerde 102 cm, kadınlarda 88 cm kabul edilmiştir. Elde edilen bel çevresi ve kalça çevresi değerlerinden bel/kalça oranı hesaplanmıştır. Dünya Sağlık Örgütü

bel/kalça oranının kadınlarda 0,85'ten, erkeklerde 0,90'dan düşük olması gerektiğini önermektedir (99).

**Vücut Bileşimi:** Çalışmaya katılan bireylerin vücut bileşimi biyoelektriksel impedans yöntemi ile TANİTA BC 730 (TANITA Corporation, Japonya) marka tartı kullanılarak analiz edilmiştir. Vücut yağ oranı, vücut su oranı ve iç organ yağı yüzde olarak, yağsız vücut kütlesi ise ağırlık olarak değerlendirilmiştir.

### 3.4.3. Bireylerin Kapiller Kan Glukoz Düzeyinin Ölçülmesi

Dirençli nişasta içeren ekmeklerin glisemik indeks ve iştah parametreleri üzerine etkisinin incelemek amacıyla çalışmaya dahil edilen bireylerden haftada bir kez olmak üzere 4 hafta boyunca en az 8-12 saat açlık sonrası uygulamaya alınmıştır. Uygulama gününden önce bireylerden diyet örüntülerinde değişiklik yapmamaları, aşırı fiziksel aktiviteden kaçınmaları, kafein ve alkol içeren içecek tüketmemeleri istenmiştir. Uygulama günlerinde 50 g sindirilebilir karbonhidrat içeren test veya referans besinleri tüketmeden önce (0. dk) ve ilk lokmayı tükettikten 15, 30, 45, 60, 90 ve 120 dk sonra glukometri cihazı ile kapiller kan glukoz ölçümleri yapılmıştır. Kapiller kan glukoz ölçümleri Optima marka kan glukozu ölçüm cihazıyla yapılmıştır. Her ölçüm iki kez tekrarlanmış olup, iki ölçümün ortalaması alınmıştır. Uygulama periyotlarında bireylerin 10 dakika içinde verilen test veya referans besini tüketmeleri istenmiştir. Bireylerin kapiller kan glukozu ölçümünde yine aynı markanın stripleri ve lansetleri kullanılmıştır. Her uygulamadan sonra cihazın kalibrasyonu kontrol edilmiştir.

Uygulama sırasında tüm bireylere 200 mL su verilmiştir. Yapılan tüm uygulamalarda bireyler verilen suyun tamamını tüketmişlerdir. Referans besin olarak glukozun yer aldığı uygulamada glukoz 200 mL su ile sulandırıldığı için bireylere ayrıca su verilmemiştir.

### 3.4.4. Bireylerin İştah Parametrelerinin Değerlendirilmesi

İştah ile ilgili peptitler (GLP-1, PYY ve Ghrelin), glukoz ve insülin düzeylerinin belirlenmesi amacıyla venöz arterden test veya referans besin tüketiminden önce (0.dk) ve besin tüketiminin ardından 30, 60 ve 120. dakikalarda olmak üzere 4 kez 5 ml kan uygun tüplere alınmıştır. Kan alımında ilk olarak bir

hemşire tarafından venöz artere intraket takılmıştır. İntraket yardımıyla tek bir iğne girişi sağlanarak 4 kez kan alımı gerçekleştirilmiştir. Kan alımı sırasında bireyler dinlenme durumunda beklemişlerdir. Alınan kanlar 10 dakika içerisinde 4000 rpm’de, 10 dk, +4°C’de santrifüj edilmiştir. İştah ile ilgili peptitlerin düzeylerinin belirlenmesi amacıyla santrifüje edilen kanların serum kısımları eppendorf tüplere bölünerek -80°’de ELİSA analizi için saklanmıştır. Santrifüj edilen kanların kalan miktarları ise glukoz ve insülin düzeylerini belirlemek amacıyla Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Hastanesi Biyokimya Laboratuvarı’nda çalışılmıştır. Bu analiz hizmet alımı yoluyla gerçekleştirilmiştir.

Test veya referans besinlerin subjektif iştah düzeylerini belirlemek amacıyla bireylerin test veya referans besin tüketiminden önce (0.dk) ve besin tüketiminin ardından 15, 30, 45, 60, 90 ve 120. dakikalarda 100-mm’lik VAS ölçeği ile açlık, tokluk, ileri dönük besin tüketim isteği ve şekerli besin tüketim isteği sorgulanmıştır. Bireylerin VAS skor grafikleri eğri altında kalan alan ile hesaplanmıştır (100). (EK-5).

#### **3.4.5. Ekmeklerin Duyusal Özelliklerinin Değerlendirilmesi**

Bireylerin beyaz ekmek %17 ve %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmek tüketimlerinden sonra ekmeklerin duyusal özellikleri incelenmiştir. Duyusal analiz formuyla ekmeklerin renk, görünüş, tat, koku, sıklık-yapışkanlık ve genel beğeni durumları likert tipi değerlendirme (1-kötü, 2-fena değil, 3-kabul edilebilir, 4-iyi ve 5-oldukça iyi) yoluyla değerlendirilmiştir. Ekmeklerin duyusal özellikleri duyusal analiz formu ile değerlendirilmiştir (100) (EK-6). Duyusal analizler uygulamanın yapıldığı laboratuvarın ayrı bir odasında 2-3 kişilik gruplar halinde örneklerin üzerine yerleştirildiği bir laboratuvar bankosunda yapılmıştır. Duyusal analizin yapıldığı panel odası olarak yeterince ışık alan ve havalandırma olanağı bulunan bir oda seçilmiştir. Duyusal analizin yapıldığı esnada katılımcılar birbirilerini ve verilen yanıtları göremeyecek şekilde laboratuvar bankosuna yerleştirilmiştir.

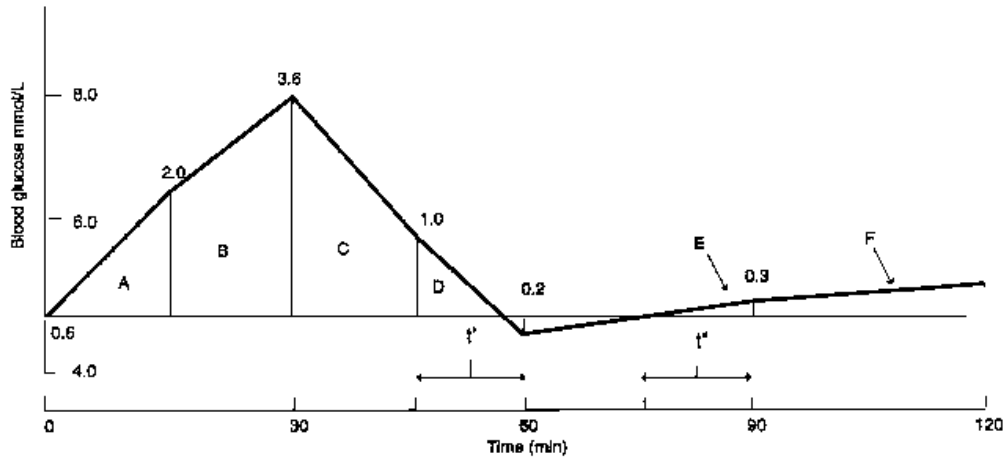
#### **3.4.6. Bireylerin Besin Tüketim Kayıtlarının Değerlendirilmesi**

Bireylerin referans/test besini tüketiminden sonra takip eden öğün (öğle) ve akşam öğününü kapsayan besin tüketim kayıtları alınarak Beslenme Bilgi Sistemi (BeBis) programında değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda bireylerin takip

eden öğün, akşam öğünü, ara öğünler ve toplam olmak üzere almış oldukları enerji, karbonhidrat, yağ ve protein alımları hesaplanarak referans/test besin tüketiminin toplam enerji, karbonhidrat, yağ ve protein alımına etkisi değerlendirilmiştir.

### 3.4.7. Test ve Referans Besinlerin Glisemik İndekslerinin Hesaplanması

Bireyler tarafından 50 g sindirilebilir karbonhidrat içeren test veya referans tüketimiyle birlikte 0, 15, 30, 45, 60, 90 ve 120. dakikalarda elde edilen kan glukoz değerleri kullanılarak bir eğri oluşturulmuştur. Oluşturulan eğride 0. dakikadaki kan glukoz değerinden yatay bir çizgi çekilerek çizginin üzerinde kalan alan (eğri altında kalan artan alan) hesabı yapılmıştır. Bu alan hesabında, FAO/WHO Uzmanlar Komitesi tarafından önerilen glisemi eğrisi ve eğri altı alan hesaplama yöntemi kullanılmıştır (Şekil 3.3) (101).



**Şekil 3.3.** Eğri altındaki artan alanın (iAUC) örnek eğrisi

$$A \text{ alanı} = t \times 15/2$$

$$B \text{ alanı} = (2.0 + 3.6) \times 15/2$$

$$C \text{ alanı} = (3.6 + 1.0) \times 15/2$$

$$D \text{ alanı} = t' \times 1/2$$

$$E \text{ alanı} = 0.3 \times t''/2$$

$$D \text{ alanı} = 0.3 \times 18/2$$

$$F \text{ alanı} = (0.3 + 0.6) \times 30/2$$

$$\text{Eğri Altındaki Artan Alan (iAUC)} = A+B+C+D+E+F$$

Dirençli nişasta içeren ekmeklerin glisemik indeks değerleri glukoz ve beyaz ekmeğe göre hesaplanmıştır. Dirençli nişasta içeren ekmeklerin glisemik indeks değerleri, bu ekmeklerin eğri altı toplam alanlarının glukoz veya beyaz ekmeğin eğri altı toplam alanına oranı alınıp, 100 ile çarpılması ile belirlenmiştir (101).

$$GI = \frac{\text{Test besin tüketildikten sonra kan glukoz düzeyi}}{\text{Referans besin tüketildikten sonra kan glukoz düzeyi}} \times 100$$

### 3.5. Verilerin İstatistiksel Analizi

Verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS 25.0 istatistik paket programı kullanılmıştır. Katılımcılardan elde edilen sürekli değişkenler ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (SS); kategorik değişkenler frekans (s) ve yüzde (%) değerler olarak verilmiştir. Normal dağılım gösteren veriler  $\bar{x} \pm SS$ , normal dağılım göstermeyen veriler ortanca ve alt-üst değerler olarak gösterilmiştir. Verilerin normalliği Kolmogorov-Sminov testi ile değerlendirmiştir. İki deneme arasında elde edilen ölçümlerin değerlendirilmesinde veriler normal dağılıyorsa tekrarlı ölçümlerde varyans analizi, veriler normal dağılmıyorsa Friedman testi kullanılmıştır. Friedman analizi sonrası gerekli durumlarda ikili karşılaştırmalar Wilcoxon testi ile incelenmiştir. Glukoz, iştah parametreleri (GLP-1, PYY, Ghrelin) ve insülin düzeyleri yamuk kuralı ile eğri altında kalan alan hesaplanarak karşılaştırılmıştır. Referans besinlerin eğri altında kalan alanları için bireysel ve bireyler arası varyasyon katsayısı [ $VK = (SS/\text{ortalama}) \times 100$ ] ile hesaplanmıştır. Sayısal değişkenler arasındaki ilişkiler veriler normal dağılıyorsa Pearson korelasyon katsayısı kullanılarak, veriler normal dağılmıyorsa Spearman korelasyon katsayısı kullanılarak analiz edilmiştir.  $p < 0,05$  istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Bireylerin Genel Özellikleri

Çalışmaya 5 kadın ve 5 erkek olmak üzere toplam 10 birey dahil edilmiştir. Araştırmaya dahil edilen bireylerin yaş aralığı 20-45 yıldır. Çalışmaya katılan bireylerin yaş ortalaması  $31,30 \pm 7,95$  yıl olarak bulunmuştur. Kadın bireylerin yaş ortalaması  $29,20 \pm 6,94$  yıl olarak saptanırken, erkek bireylerin yaş ortalaması  $33,40 \pm 9,12$  yıl olduğu görülmüştür ( $p=0,437$ ).

### 4.2. Bireylerin Antropometrik Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Çalışmaya katılan bireylerin antropometrik ölçümlerine ait değerler Tablo 4.1'de verilmiştir. Kadın bireylerin ortalama vücut ağırlığı  $61,30 \pm 5,11$  kg, erkek bireylerin ortalama vücut ağırlığı  $71,36 \pm 5,43$  kg olarak saptanmıştır. Katılımcıların BKİ ortalaması  $21,26 \pm 1,91$  kg/m<sup>2</sup> olarak bulunurken, erkek bireylerin  $22,65 \pm 1,22$  kg/m<sup>2</sup>'dir. Çalışmaya katılan bireylerin vücut kompozisyonları incelendiğinde kadınlarda vücut yağ yüzdesi ortalaması  $27,66 \pm 6,19$  iken, erkeklerde bu değer  $16,26 \pm 2,40$  olarak bulunmuştur. Yağsız vücut kütlelerinin kadın bireylerde  $41,86 \pm 0,57$  kg, erkek bireylerde  $56,74 \pm 3,61$  kg olduğu bulunmuştur. Bel ve kalça çevresi ölçümlerinin ortalama değerleri erkek bireylerde kadın bireylerden daha yüksek bulunmuştur. Bel/kalça oranı incelendiğinde ise kadın bireylerde bel/kalça oranı  $0,72 \pm 0,04$ , erkek bireylerde  $0,83 \pm 0,02$  olarak saptanmıştır.

**Tablo 4.1.** Bireylerin cinsiyete göre antropometrik ölçümleri

| Ölçümler                 | Kadın (n=5)      | Erkek (n=5)      |
|--------------------------|------------------|------------------|
|                          | $\bar{x} \pm SS$ | $\bar{x} \pm SS$ |
| Yaş (yıl)                | 29,20 $\pm$ 6,94 | 33,40 $\pm$ 9,12 |
| Vücut Ağırlığı (kg)      | 61,30 $\pm$ 5,11 | 71,36 $\pm$ 5,43 |
| Boy Uzunluğu (m)         | 1,69 $\pm$ 0,01  | 1,77 $\pm$ 0,03  |
| BKİ (kg/m <sup>2</sup> ) | 21,26 $\pm$ 1,91 | 22,65 $\pm$ 1,22 |
| Vücut Yağ Oranı (%)      | 27,66 $\pm$ 6,19 | 16,26 $\pm$ 2,40 |
| Vücut Su Oranı (%)       | 50,64 $\pm$ 4,30 | 57,78 $\pm$ 2,12 |
| Vücut İç O.Yağ O. (%)    | 2,40 $\pm$ 1,91  | 4,30 $\pm$ 2,41  |
| Yağsız Vücut Küt.(kg)    | 41,86 $\pm$ 0,57 | 56,74 $\pm$ 3,61 |
| Bel Çevresi (cm)         | 66,80 $\pm$ 7,62 | 78,80 $\pm$ 3,89 |
| Kalça Çevresi (cm)       | 91,80 $\pm$ 4,14 | 93,40 $\pm$ 4,27 |
| Bel/Kalça Oranı          | 0,72 $\pm$ 0,04  | 0,83 $\pm$ 0,02  |

#### 4.3. Bireylerin Sağlık Durumlarının İncelenmesi Amacıyla Değerlendirilen Biyokimyasal Parametreler

Araştırmaya katılan bireylerin Tablo 4.2’de çalışma öncesi biyokimyasal parametrelerine ilişkin değerleri verilmiştir. Bireylerin değerlendirilen biyokimyasal parametreleri referans değerler arasında yer almaktadır. Çalışmaya katılan bireylerin tam kan sayımına ait değerler referans değerler aralığında olup, tabloda yer verilmemiştir.

**Tablo 4.2.** Çalışma öncesi bireylerin cinsiyete göre biyokimyasal parametrelerinin ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (SS) değerleri

| Biyokimyasal Parametreler    | Kadın (n=5)        | Erkek (n=5)        | Toplam (n=10)      | Referans Aralığı |
|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------|
|                              | $\bar{x} \pm SS$   | $\bar{x} \pm SS$   | $\bar{x} \pm SS$   |                  |
| <b>Glukoz (mg/dl)</b>        | 89,20 $\pm$ 3,83   | 87,80 $\pm$ 7,59   | 88,50 $\pm$ 5,72   | 70-100           |
| <b>İnsülin (mU/L)</b>        | 6,44 $\pm$ 2,11    | 5,87 $\pm$ 2,97    | 6,16 $\pm$ 2,45    | 2,60-24,90       |
| <b>HOMA-IR</b>               | 1,41 $\pm$ 0,49    | 1,29 $\pm$ 0,68    | 1,35 $\pm$ 0,56    | 0-2,50           |
| <b>Total kolest. (mg/dl)</b> | 175,20 $\pm$ 22,49 | 155,60 $\pm$ 16,92 | 165,40 $\pm$ 21,42 | 100-200          |
| <b>Trigliserit (mg/dl)</b>   | 83,40 $\pm$ 26,34  | 66,20 $\pm$ 23,11  | 74,80 $\pm$ 25,06  | 40-150           |
| <b>LDL (mg/dl)</b>           | 103,00 $\pm$ 22,43 | 94,72 $\pm$ 19,06  | 98,86 $\pm$ 20,10  | 40-130           |
| <b>HDL (mg/dl)</b>           | 69,00 $\pm$ 6,36   | 59,26 $\pm$ 14,18  | 64,13 $\pm$ 11,56  | 50-85            |
| <b>ALT (U/L)</b>             | 15,00 $\pm$ 8,45   | 20,42 $\pm$ 5,76   | 17,71 $\pm$ 7,39   | 0-33             |
| <b>TSH (mIU/L)</b>           | 1,85 $\pm$ 0,47    | 2,31 $\pm$ 1,31    | 2,08 $\pm$ 0,96    | 0,27-4,20        |
| <b>Albümin (g/L)</b>         | 45,48 $\pm$ 2,31   | 49,80 $\pm$ 2,23   | 47,64 $\pm$ 3,12   | 35-52            |
| <b>Kreatinin (mg/dl)</b>     | 0,77 $\pm$ 0,05    | 0,87 $\pm$ 0,07    | 0,82 $\pm$ 0,07    | 0,5-0,9          |
| <b>Total protein (g/L)</b>   | 72,68 $\pm$ 1,54   | 75,36 $\pm$ 3,01   | 74,02 $\pm$ 2,66   | 64-83            |

#### 4.4. Referans ve Test Besin Tüketimi Sonrası Kapiller Kan Glukoz Ölçümleri

Referans ve test besin tüketiminde sonra kapiller kan glukoz ölçümlerine ait değerler Tablo 4.3'te verilmiştir. Referans veya test besin tüketiminden önce (0. dk) ve besin tüketimini takiben 15, 30, 45, 60, 90 ve 120. dakikalarda kapiller kan glukoz ölçümleri yapılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlarda 15, 30 ve 45. dakikalarda ölçülen kapiller kan glukoz düzeyleri ile referans veya test tüketimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ( $p < 0,05$ ). Referans veya test besin tüketiminden önce (0. dk) ve besin tüketimini takiben 60, 90 ve 120. dakikalarda ölçülen kapiller kan glukoz düzeyleri ile referans veya test tüketimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p > 0,05$ ). Referans veya test besin tüketimiyle anlamlı ilişki saptanan kan glukoz düzeyleri arasındaki farkın hangi besin tüketiminden kaynaklandığını incelendiğinde 15. dakika ölçülen kapiller kan glukoz ölçümleri incelendiğinde glukoz ve %17 oranında dirençli nişasta içeren ekmek ( $p = 0,035$ ) arasında anlamlı bir fark olduğu ortaya konmuştur. Kapiller kan glukoz ölçümünün 30. dakikasındaki ölçümler incelendiğinde glukoz ve beyaz ekmek ( $p = 0,007$ ), glukoz ve %17 oranında dirençli nişasta içeren ekmek ( $p = 0,011$ ), glukoz ve %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmek ( $p = 0,017$ ) arasında anlamlı bir fark saptanmıştır. Kapiller kan glukoz ölçümünün 45. dakikasındaki ölçümler incelendiğinde glukoz ve beyaz ekmek ( $p = 0,048$ ) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu gösterilmiştir.

**Tablo 4.3.** Referans ve test besin tüketimi sonrası kapiller kan glukoz düzeyinin ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (SS) değerleri

|                          | Glukoz                           | Beyaz Ekmek                       | %17 DN<br>İçeren Ekmek          | %24 DN İçeren<br>Ekmek           |                          |
|--------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| Dakika                   | $\bar{x} \pm SS$                 | $\bar{x} \pm SS$                  | $\bar{x} \pm SS$                | $\bar{x} \pm SS$                 | p <sub>1</sub><br>değeri |
| 0.                       | 76,90 $\pm$ 7,99 <sup>A</sup>    | 81,10 $\pm$ 8,93 <sup>A</sup>     | 77,80 $\pm$ 8,82 <sup>A</sup>   | 81,40 $\pm$ 9,02 <sup>A</sup>    | 0,276                    |
| 15.                      | 98,70 $\pm$ 16,81 <sup>Ba</sup>  | 83,90 $\pm$ 8,11 <sup>A</sup>     | 79,50 $\pm$ 9,08 <sup>ACb</sup> | 84,20 $\pm$ 5,94 <sup>A</sup>    | 0,008**                  |
| 30.                      | 133,30 $\pm$ 21,17 <sup>Ca</sup> | 97,40 $\pm$ 11,71 <sup>Bb</sup>   | 97,80 $\pm$ 13,35 <sup>Bb</sup> | 98,70 $\pm$ 8,27 <sup>Bb</sup>   | 0,001**                  |
| 45.                      | 140,60 $\pm$ 27,72 <sup>Ca</sup> | 111,00 $\pm$ 13,87 <sup>BCb</sup> | 115,60 $\pm$ 17,23 <sup>B</sup> | 119,30 $\pm$ 20,21 <sup>B</sup>  | 0,008**                  |
| 60.                      | 134,40 $\pm$ 31,27 <sup>C</sup>  | 118,70 $\pm$ 18,57 <sup>BC</sup>  | 118,50 $\pm$ 21,29 <sup>B</sup> | 121,90 $\pm$ 19,82 <sup>B</sup>  | 0,191                    |
| 90.                      | 110,40 $\pm$ 21,35 <sup>BC</sup> | 102,00 $\pm$ 16,88 <sup>AB</sup>  | 99,10 $\pm$ 14,89 <sup>BC</sup> | 106,70 $\pm$ 16,70 <sup>BC</sup> | 0,425                    |
| 120.                     | 88,60 $\pm$ 17,10 <sup>AB</sup>  | 100,20 $\pm$ 17,94 <sup>AB</sup>  | 98,70 $\pm$ 11,16 <sup>B</sup>  | 97,10 $\pm$ 9,45 <sup>BC</sup>   | 0,231                    |
| p <sub>2</sub><br>değeri | 0,001**                          | 0,001**                           | 0,001**                         | 0,001**                          |                          |

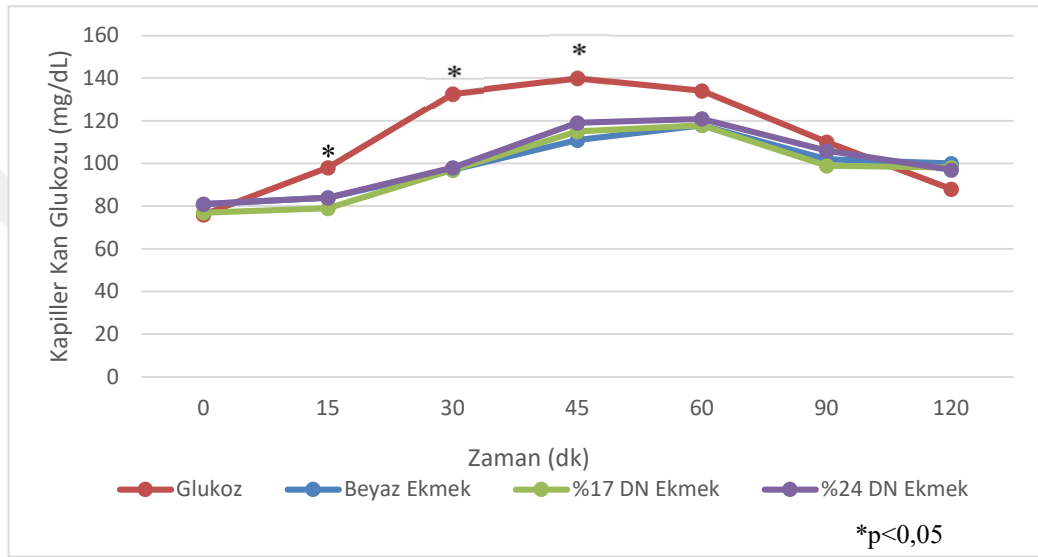
*Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi, p<sub>1</sub>; Test ve Referans Besinler arasındaki p değeri, p<sub>2</sub>; Besin Tüketimini Takiben Dakikalar Arasındaki p değeri, \*p<0,05, \*\*p<0,01. Aynı satırda gösterilen küçük farklı harfler ve aynı sütunda gösterilen büyük farklı harfler, değerler arasındaki farkın anlamlı olduğunu göstermektedir.*

Besin tüketimini takiben test veya referans besinlerin dakikalar arasındaki kapiller kan glukoz ölçüm değerleri arasındaki istatistiksel ilişki incelenmiştir. Test veya referans besinlerin tüketimini takiben dakikalar arasındaki kan glukoz ölçüm değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır (p<0,05). Glukoz tüketiminde 0. dakika kapiller kan glukoz değeri ile 15, 30, 45, 60 ve 90. dakika kapiller kan glukoz değeri arasında, 15. dakika kapiller kan glukoz değeri ile 0, 30, 45 ve 60. dakika kapiller kan glukoz değeri arasında, 30. dakika kapiller kan glukoz değeri ile 0, 15 ve 120. dakika kapiller kan glukoz değeri arasında, 45. dakika kapiller kan glukoz değeri ile 0, 15 ve 120. dakika kapiller kan glukoz değeri arasında, 60. dakika kapiller kan glukoz değeri ile 0, 15 ve 120. dakika kapiller kan glukoz değeri, 90. dakika kapiller kan glukoz değeri ile 0. dakika kapiller kan glukoz değeri, 120. dakika kapiller kan glukoz değeri ile 30, 45 ve 60. dakika kapiller kan glukoz değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu bulunmuştur (p<0,05). Beyaz ekmek tüketiminde 0. dakika kapiller kan glukoz değeri ile 30, 45, 60, 90 ve 120. dakika kapiller kan glukoz değeri arasında, 15. dakika kapiller kan glukoz

değeri ile 30, 45 ve 60 dakika kapiller kan glukoz değeri arasında, 30. dakika kapiller kan glukoz değeri ile 0, 15, 45 ve 60. dakika kapiller kan glukoz değeri arasında, 45. dakika kapiller kan glukoz değeri ile 0, 15 ve 30. dakika kapiller kan glukoz değeri arasında, 60. dakika kapiller kan glukoz değeri ile 0, 15, 30 ve 90. dakika kapiller kan glukoz değeri, 90. dakika kapiller kan glukoz değeri ile 0 ve 60. dakika kapiller kan glukoz değeri, 120. dakika kapiller kan glukoz değeri ile 0. dakika kapiller kan glukoz değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminde ise %17 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminde 0. dakika kapiller kan glukoz değeri ile 30, 45, 60, 90 ve 120. dakika kapiller kan glukoz değeri arasında, 15. dakika kapiller kan glukoz değeri ile 30, 45, 60 ve 120. dakika kapiller kan glukoz değeri arasında, 30. dakika kapiller kan glukoz değeri ile 0, 15, ve 45. dakika kapiller kan glukoz değeri arasında, 45. dakika kapiller kan glukoz değeri ile 0, 15 ve 30. dakika kapiller kan glukoz değeri arasında, 60. dakika kapiller kan glukoz değeri ile 0 ve 15. dakika kapiller kan glukoz değeri, 90. dakika kapiller kan glukoz değeri ile 0. dakika kapiller kan glukoz değeri, 120. dakika kapiller kan glukoz değeri ile 0 ve 15. dakika kapiller kan glukoz değeri arasında istatistiksel olarak fark olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). %24 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminde 0. dakika kapiller kan glukoz değeri ile 30, 45, 60, 90 ve 120. dakika kapiller kan glukoz değeri arasında, 15. dakika kapiller kan glukoz değeri ile 30, 45, 60, 90 ve 120. dakika kapiller kan glukoz değeri arasında, 30. dakika kapiller kan glukoz değeri ile 0 ve 15. dakika kapiller kan glukoz değeri arasında, 45. dakika kapiller kan glukoz değeri ile 0 ve 15. dakika kapiller kan glukoz değeri arasında, 60. dakika kapiller kan glukoz değeri ile 0, 15, 90 ve 120. dakika kapiller kan glukoz değeri, 90. dakika kapiller kan glukoz değeri ile 0, 15 ve 60. dakika kapiller kan glukoz değeri, 120. dakika kapiller kan glukoz değeri ile 0, 15 ve 60. dakika kapiller kan glukoz değeri arasında istatistiksel olarak fark olduğu bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Bireylerin referans ve test besin tüketimlerinin zamana karşı oluşturduğu kapiller kan glukoz eğrisi Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Oluşan glukoz eğrisinde besinlerin 0. dakikadaki kan glukozlarının benzer olduğu görülmüştür. Kan glukoz eğrisinde en yüksek değerin 45. dakikada glukoz tüketiminde ortaya çıktığı saptanmıştır. Glukozun oluşturduğu kan glukoz yanıtı 45. dakikadan itibaren

azalmaya başlarken; beyaz ekmek ve dirençli nişasta içeren ekmeklerin oluşturduğu kan glukoz yanıtının 60. dakikadan itibaren azalmaya başladığı gözlenmiştir. Referans ve test besinlerin 90. dakikada oluşturduğu kan glukoz yanıtları azalmaya devam etmiştir. Referans ve test besin tüketimlerinin 120. dakikasında ise beyaz ekmek ve dirençli nişasta içeren ekmeklerin kan glukoz yanıtı benzer bulunurken; glukoz tüketiminin oluşturduğu kan glukoz yanıtının ekmeklerden daha düşük olduğu bulunmuştur.



**Şekil 4.1.** Referans ve test besinlerin oluşturduğu zamana karşı kapiller kan glukoz eğrisi

Bireylerin referans ve test besin tüketimlerinin zamana karşı oluşturduğu kapiller kan glukoz eğrisi altındaki artımlı alana ilişkin değerler Tablo 4.4'te gösterilmiştir. Eğri altındaki artımlı alan değerinin en yüksek glukozda olduğu görülürken, en düşük değerin beyaz ekmekte olduğu görülmüştür. Referans ve test besin tüketimlerinin oluşturduğu eğri altındaki artımlı alanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ( $p<0,05$ ). Eğri altındaki artımlı alanlar arasındaki farkın hangi besinden kaynaklandığı incelendiğinde ise bu istatistiksel farkın glukoz ve beyaz ekmek ( $p=0,048$ ), glukoz ve %17 dirençli nişasta içeren ekmek ( $p=0,042$ ), glukoz ve %24 dirençli nişasta içeren ekmek ( $p=0,037$ ) arasında olduğu görülmüştür.

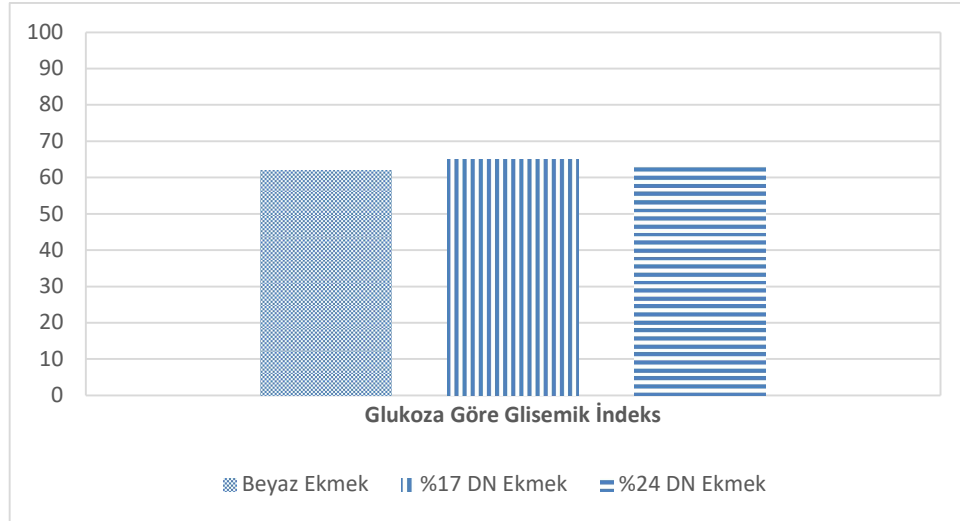
**Tablo 4.4.** Referans ve test besin tüketimi sonrası kapiller kan glukoz değerlerinin oluşturduğu eğri altındaki artımlı alan değerleri

| Eğri Altındaki Artımlı Alan (iAUC) |                                    |
|------------------------------------|------------------------------------|
| Referans/Test Besinler             | $\bar{x} \pm SS$                   |
| Glukoz                             | 2494,77 $\pm$ 1027,72 <sup>a</sup> |
| Beyaz Ekmek                        | 1313,34 $\pm$ 578,05 <sup>b</sup>  |
| %17 Dirençli Nişasta İçeren Ekmek  | 1418,54 $\pm$ 454,63 <sup>b</sup>  |
| %24 Dirençli Nişasta İçeren Ekmek  | 1428,18 $\pm$ 605,18 <sup>b</sup>  |
| p değeri                           | 0,003**                            |

*Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi, \*p<0,05, \*\*p<0,01; Aynı sütunda gösterilen farklı harfler, değerler arasındaki farkın anlamlı olduğunu göstermektedir.*

#### 4.5. Referans Besinlere Göre Test Besinlerin Glisemik İndeks Değerleri

Referans besin olarak belirlenen glukoz ve beyaz ekmeğe göre test besinler olan dirençli nişasta içeren ekmeklerin glisemik indekslerine ait değerler Tablo 4.5'te gösterilmiştir. Referans besin glukozu göre beyaz ekmeğin glisemik indeksi 61,78 $\pm$ 46,90, %17 oranında dirençli nişasta içeren ekmeğin glisemik indeksi 65,73 $\pm$ 37,29 ve %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmeğin glisemik indeksi 63,72 $\pm$ 39,56 olarak bulunmuştur. Şekil 4.2.'de glukozu göre diğer besinlerin glisemik indeks değerleri gösterilmiştir. Glukozu göre ekmeklerin glisemik indeksi orta kategoride sınıflandırılmıştır. Referans besin beyaz ekmeğe göre glukozun glisemik indeksi 192,49 $\pm$ 70,78, %17 oranında dirençli nişasta içeren ekmeğin glisemik indeksi 101,56 $\pm$ 35,69 ve %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmeğin glisemik indeksi 102,48 $\pm$ 52,13 olarak bulunmuştur. Şekil 4.3.'de beyaz ekmeğe göre diğer besinlerin glisemik indeks değerleri gösterilmiştir. Beyaz ekmeğe göre hem glukozun hem de dirençli nişasta içeren ekmeklerin glisemik indeksi yüksek kategoride sınıflandırılmıştır. Referans besin beyaz ekmeğe göre test besinlerin glisemik indeks değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır (p<0,05). İstatistiksel bu farkın hangi besinlerden kaynaklandığı incelendiğinde glukoz-%17 oranında dirençli nişasta içeren ekmek (p=0,003) ve glukoz-%24 dirençli nişasta içeren ekmek arasında fark olduğu saptanmıştır (p=0,004).

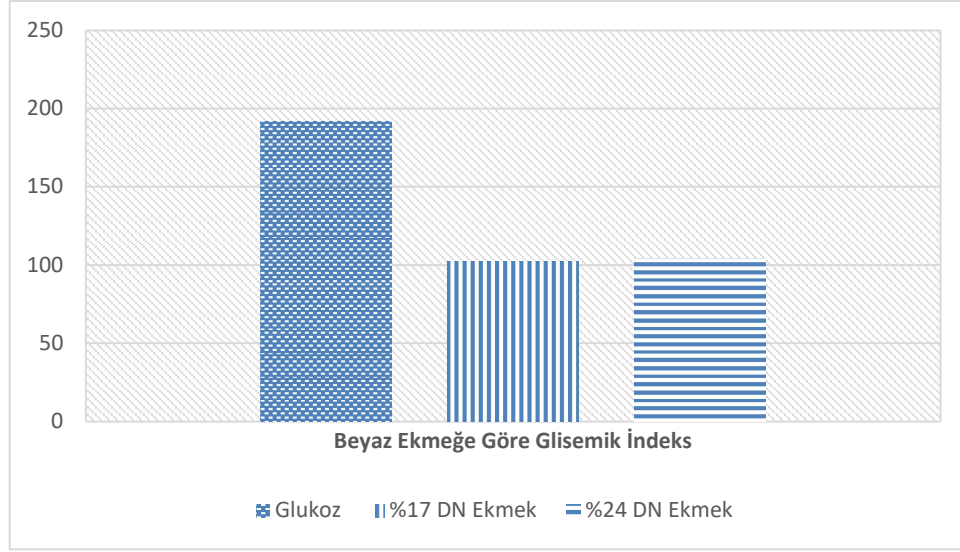


**Şekil 4.2.** Glukoza göre besinlerin glisemik indeks değerleri

**Tablo 4.5.** Referans besinlere göre test besinlerin glisemik indeks değerleri

| Glisemik İndeks Değerleri |                            |                                 |
|---------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| Referans/Test Besinler    | Glukoz<br>$\bar{x} \pm SS$ | Beyaz Ekmek<br>$\bar{x} \pm SS$ |
| Glukoz                    | -                          | 192,49±70,78 <sup>a</sup>       |
| Beyaz Ekmek               | 61,78±46,90                | -                               |
| %17 DN Ekmek              | 65,73±37,29                | 101,56±35,69 <sup>b</sup>       |
| %24 DN Ekmek              | 63,72±39,56                | 102,48±52,13 <sup>b</sup>       |
| p değeri*                 | 0,874                      | 0,001                           |

\*Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi; Aynı sütunda gösterilen farklı harfler, değerler arasındaki farkın anlamlı olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.3.** Beyaz ekmeğe göre besinlerin glisemik indeks değerleri

#### 4.6. Referans Besinlerin Oluşturduğu Kan Glukoz Yanıtının Varyasyon Katsayısı

Referans besinlerin (glukoz ve beyaz ekmeğin) kan glukoz yanıtlarının oluşturduğu eğri altındaki artımlı alan değerleri için bireyler arası varyasyon katsayısı Tablo 4.6’da gösterilmiştir. Referans besinlerin kan glukoz yanıtlarının oluşturduğu eğri altındaki artımlı alan değerleri normal dağılım göstermediğinden veriler log dönüşümü uygulanarak sunulmuştur. Bireyler arası varyasyon katsayısı glukoz için %5,65 ve beyaz ekmeğin için %6,17 olarak bulunmuştur.

**Tablo 4.6.** Referans besinlerin bireyler arasındaki varyasyon katsayısı

| Referans Besinler | Varyasyon Katsayısı (%) |
|-------------------|-------------------------|
| Glukoz            | 5,65                    |
| Beyaz Ekmek       | 6,17                    |

#### 4.7. Referans ve Test Besin Tüketiminden Sonra Venöz Kan Glukoz ve İnsülin Yanıtları

Bireylerin referans ve test besin tüketimlerinden önce (0. dk) ve tüketimlerini takiben 30, 60 ve 120. dakikalarda venöz kan alınarak glukoz yanıtı

değerlendirilmiştir. Referans ve test besin tüketimi sonrası venöz kan glukoz ve insülin değerleri Tablo 4.7’de gösterilmiştir. Venöz kan glukoz değerleri incelendiğinde besin tüketiminden önce 0. dakikada en yüksek kan glukoz değeri %24 dirençli nişasta içeren ekmekte görülürken bunu sırasıyla %17 dirençli nişasta içeren ekmek, beyaz ekmek ve glukoz takip etmiştir. Besin tüketiminden önce (0. dk) kan glukoz değerleri arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p>0,05$ ). Referans ve test besin tüketimini takiben 30. dakikadaki kan glukoz değerlerine bakıldığında en yüksek değer glukozda görülürken bunu sırasıyla %24, %17 dirençli nişasta içeren ekmekler ve beyaz ekmek takip etmiştir. Venöz kan glukoz değerleri incelendiğinde besin tüketiminden sonra 30. dakikada kan glukoz değerleri arasında anlamlı bir fark saptanmıştır ( $p<0,05$ ). Yapılan istatistiksel analiz sonucunda bu farkın glukoz-beyaz ekmek ( $p=0,001$ ) ve glukoz-%17 dirençli nişasta içeren ekmek ( $p=0,021$ ) arasında olduğu bulunmuştur. Venöz kan glukoz değerleri incelendiğinde besin tüketiminden sonra 60. dakikada kan glukoz değerleri arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p>0,05$ ). Referans ve test besin tüketimini takiben 120. dakikadaki kan glukoz değerlerine bakıldığında en yüksek değer %24 dirençli nişasta içeren ekmekte görülürken bunu sırasıyla beyaz ekmek, %17 dirençli nişasta içeren ekmek ve glukoz takip etmiştir. Venöz kan glukoz değerleri incelendiğinde besin tüketiminden sonra 120. dakikada kan glukoz değerleri arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p>0,05$ ).

Bireylerin referans ve test besin tüketimlerinden önce (0. dk) ve tüketimlerini takiben 30, 60 ve 120. dakikalarda venöz kan alınarak insülin yanıtı incelenmiştir. Venöz kan insülin değerleri incelendiğinde besin tüketiminden önce 0. dakika ve tüketimi takiben 120. dakika kan insülin değerleri arasında anlamlı bir fark saptanmazken ( $p>0,05$ ); besin tüketimini takiben 30. dakika ve 60. dakika venöz kan insülin değerleri arasında anlamlı bir fark olduğu görülmüştür ( $p<0,05$ ). Venöz kan insülin değerleri incelendiğinde 30. dakikada en yüksek değer glukozda görülürken, bunu %24 dirençli nişasta içeren ekmek takip etmiştir. Beyaz ekmek ve %17 dirençli nişasta içeren ekmeğin 30. dakikadaki venöz kan insülin değerlerinin ise benzer olduğu görülmüştür. Referans ve test besin tüketimini takiben 30. dakikada ortaya çıkan istatistiksel anlamlı farkın glukoz ve beyaz ekmek ( $p=0,013$ ) arasında olduğu bulunmuştur. Referans ve test besin tüketimini takiben 60. dakika venöz insülin

değerleri incelendiğinde %17 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminde  $52,27 \pm 18,80$  mU/L, %24 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminde  $56,55 \pm 20,91$  mU/L, beyaz ekmek tüketiminde  $43,22 \pm 24,34$  mU/L ve glukoz tüketiminde  $61,18 \pm 23,63$  mU/L insülin değerleri elde edilmiştir. Elde edilen bu insülin değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda bu farkın glukoz ve beyaz ekmek ( $p=0,041$ ) arasında olduğu saptanmıştır.

**Tablo 4.7.** Referans ve test besin tüketimi sonrası venöz kan glukoz ve insülin değerleri

| Dakika                 | Glukoz                  | Beyaz Ekmek             | %17 DN İçeren Ekmek    | %24 DN İçeren Ekmek     | P <sub>1</sub> değeri |
|------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|
|                        | $\bar{x} \pm SS$        | $\bar{x} \pm SS$        | $\bar{x} \pm SS$       | $\bar{x} \pm SS$        |                       |
| <b>Glukoz (mg/ dl)</b> |                         |                         |                        |                         |                       |
| 0.                     | $87,50 \pm 4,40^A$      | $88,50 \pm 5,94^A$      | $90,30 \pm 5,55$       | $90,60 \pm 4,52^A$      | 0,301                 |
| 30.                    | $131,00 \pm 17,78^{Ba}$ | $100,20 \pm 8,36^{BCb}$ | $101,00 \pm 12,82^b$   | $106,30 \pm 12,36^{BC}$ | 0,001**               |
| 60.                    | $118,20 \pm 23,81^B$    | $112,80 \pm 23,17^{BC}$ | $109,70 \pm 20,58$     | $120,70 \pm 23,14^{BC}$ | 0,462                 |
| 120.                   | $86,50 \pm 22,77^A$     | $94,95 \pm 17,67^{AC}$  | $92,70 \pm 15,72$      | $101,20 \pm 12,18^{AC}$ | 0,276                 |
| p <sub>2</sub>         | 0,001**                 | 0,001**                 | 0,059                  | 0,004**                 |                       |
| <b>İnsulin (mU/L)</b>  |                         |                         |                        |                         |                       |
| 0.                     | $6,80 \pm 3,38^A$       | $7,16 \pm 1,94^A$       | $7,86 \pm 3,56^A$      | $8,47 \pm 2,82^A$       | 0,572                 |
| 30.                    | $64,75 \pm 33,41^{Ba}$  | $20,70 \pm 10,88^{Ba}$  | $21,30 \pm 20,47^{AC}$ | $32,84 \pm 18,62^{BC}$  | 0,003**               |
| 60.                    | $61,18 \pm 23,63^{Ba}$  | $43,22 \pm 24,34^{Bb}$  | $52,27 \pm 18,80^{BC}$ | $56,55 \pm 20,91^B$     | 0,05*                 |
| 120.                   | $21,46 \pm 16,38^A$     | $33,72 \pm 19,73^B$     | $39,60 \pm 21,19^{BC}$ | $35,88 \pm 11,61^{BC}$  | 0,084                 |
| p <sub>2</sub> değeri  | 0,001**                 | 0,001**                 | 0,001**                | 0,001**                 |                       |

*Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi, p<sub>1</sub>; Test ve Referans Besinler arasındaki p değeri, p<sub>2</sub>; Besin Tüketimini Takiben Dakikalar Arasındaki p değeri, \*p<0,05, \*\*p<0,01. Aynı satırda gösterilen farklı küçük harfler ve aynı sütunda gösterilen farklı büyük harfler, değerler arasındaki farkın anlamlı olduğunu göstermektedir.*

Venöz kan ve insülin değerlerinin incelendiği 0, 30, 60 ve 120. dakika her bir besin kendi içerisinde değerlendirilmiştir. Besin tüketimini takiben test ve referans

besinlerin dakikalar arasındaki venöz kan glukoz değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ( $p<0,05$ ). Glukoz tüketimini takiben 0. dakika venöz kan glukoz değerleri ile 30 ve 60. dakika glukoz değerleri arasında, 30. dakika venöz kan glukoz değerleri ile 0 ve 120. dakika glukoz değerleri arasında, 60. dakika venöz kan glukoz değerleri ile 0 ve 120. dakika glukoz değerleri arasında, 120. dakika kan glukoz değerleri ile 30 ve 60. dakika kan glukoz değerleri arasında anlamlı fark olduğu bulunmuştur. Beyaz ekmek tüketimini takiben 0. dakika venöz kan glukoz değerleri ile 30 ve 60. dakika glukoz değerleri arasında, 30. dakika venöz kan glukoz değerleri ile 0. dakika glukoz değerleri, 60. dakika kan glukoz değerleri ile 0 ve 120. dakika, 120. dakika glukoz değerleri ile 60. dakika kan glukoz değeri arasında anlamlı fark saptanmıştır ( $p<0,05$ ). %17 dirençli nişasta içeren ekmek tüketimini takiben dakikalar arasındaki venöz kan glukoz değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ( $p>0,05$ ). %24 dirençli nişasta içeren ekmek tüketimini takiben 0. dakika venöz kan glukoz değerleri ile 30 ve 60. dakika glukoz değerleri arasında, 30. dakika kan glukoz değerleri ile 0. dakika kan glukoz değeri ve 60. dakika venöz kan glukoz değerleri ile 0. dakika glukoz değerleri arasında fark olduğu belirlenmiştir.

Venöz kan ve insülin değerlerinin incelendiği 0, 30, 60 ve 120. dakika her bir besin kendi içerisinde değerlendirilmiştir. Besin tüketimini takiben test ve referans besinlerin dakikalar arasındaki venöz kan insülin değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ( $p<0,05$ ). Glukoz tüketimini takiben 0. dakika venöz kan insülin değerleri ile 30 ve 60. dakika insülin değerleri, 30. dakika venöz kan insülin değerleri ile 0 ve 120. dakika insülin değerleri, 60. dakika venöz kan insülin değerleri ile 0 ve 120. dakika insülin değerleri, 120. dakika venöz kan insülin değerleri ile 30 ve 60. dakika insülin değerleri arasında anlamlı fark vardır ( $p<0,05$ ). Beyaz ekmek tüketimini takiben 0. dakika venöz kan insülin değerleri ile 30, 60 ve 120. dakika insülin değerleri arasında, 30. dakika venöz kan insülin değerleri ile 0. dakika insülin değerleri, 60. dakika venöz kan insülin değerleri ile 0. dakika insülin değerleri, 120. dakika venöz kan insülin değerleri ile 0. dakika insülin değerleri arasında anlamlı fark bulunmuştur. %17 dirençli nişasta içeren ekmek tüketimini takiben 0. dakika venöz kan insülin değerleri ile 60 ve 120. dakika insülin değerleri arasında, 30. dakika venöz kan insülin değerleri ile 60. dakika insülin değerleri

arasında, 60. dakika venöz kan insülin değerleri ile 0 ve 30. dakika insülin değerleri, 120. dakika venöz kan insülin değerleri ile 0. dakika insülin değerleri arasında anlamlı fark olduğu ortaya konmuştur. %24 dirençli nişasta içeren ekmeğin tüketimini takiben 0. dakika venöz kan insülin değerleri ile 30, 60 ve 120. dakika insülin değerleri arasında, 30. dakika venöz kan insülin değerleri ile 0. dakika venöz kan insülin değerleri arasında, 60. dakika venöz kan insülin değerleri ile 0 ve 120. dakika venöz kan insülin değerleri arasında, 120. dakika venöz kan insülin değerleri ile 0 ve 60. dakika venöz kan insülin değerleri arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür.

Bireylerin referans ve test besin tüketimlerinin zamana karşı oluşturduğu venöz kan glukoz ve insülin değerlerinin eğri altındaki artımlı alana ilişkin değerler Tablo 4.8’de gösterilmiştir. Referans ve test besin tüketimlerinin venöz kan glukoz değerlerinin zamana karşı oluşturduğu eğri altındaki artımlı alanları incelendiğinde eğri altındaki artımlı alana ilişkin en yüksek değerin glukozla ait olduğu görülmüştür. %17 dirençli nişasta içeren ekmeğin oluşturduğu alanın en düşük değere sahip olduğu bulunmuştur. Referans ve test besin tüketimlerinin venöz kan glukoz değerlerinin zamana karşı oluşturduğu eğri altındaki artımlı alanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır ( $p<0,05$ ). Venöz kan glukoz değerlerinin eğri altındaki artımlı alanlar arasında oluşan farkın hangi besinler arasında olduğu incelendiğinde, bu farkın glukoz ve %17 dirençli nişasta içeren ekmeğin ( $p=0,041$ ) arasında olduğu saptanmıştır.

**Tablo 4.8.** Referans ve test besin tüketimi sonrası venöz kan glukoz ve insülin değerlerinin oluşturduğu eğri altındaki artımlı alan değerleri

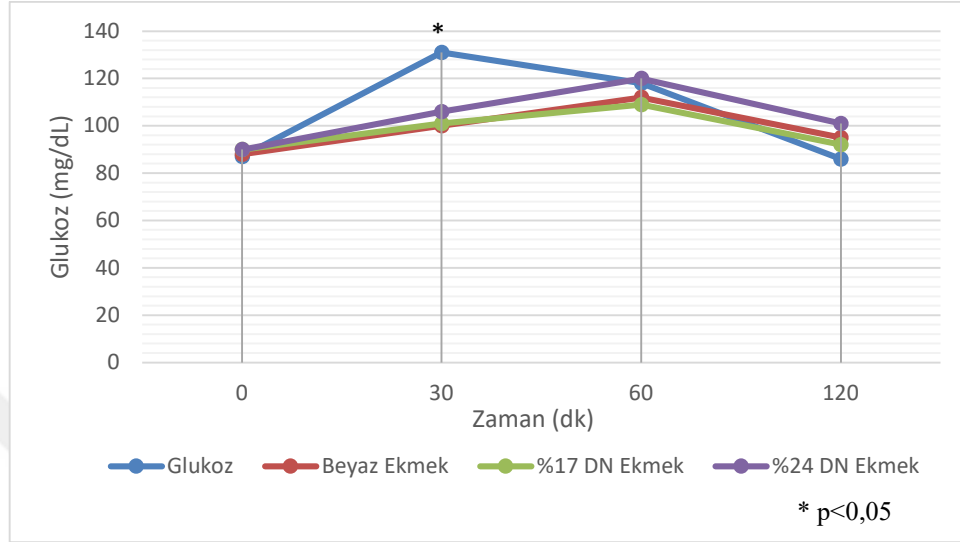
| Eğri Altındaki Artımlı Alan (iAUC) |                                    |                                    |
|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Referans/Test Besinler             | Glukoz<br>$\bar{x} \pm SS$         | İnsülin<br>$\bar{x} \pm SS$        |
| Glukoz                             | 1979,33 $\pm$ 1021,10 <sup>a</sup> | 2747,29 $\pm$ 1087,14 <sup>a</sup> |
| Beyaz Ekmek                        | 966,83 $\pm$ 677,55                | 1515,72 $\pm$ 840,20 <sup>b</sup>  |
| %17 Dirençli Nişasta İçeren Ekmek  | 939,69 $\pm$ 594,35 <sup>b</sup>   | 1832,10 $\pm$ 782,73               |
| %24 Dirençli Nişasta İçeren Ekmek  | 1313,00 $\pm$ 667,59               | 2040,75 $\pm$ 664,08               |
| p değeri                           | 0,006**                            | 0,009**                            |

*Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi, \*p<0,05, \*\*p<0,01; Aynı sütunda gösterilen farklı harfler, değerler arasındaki farkın anlamlı olduğunu göstermektedir.*

Referans ve test besin tüketimlerinin venöz kan insülin değerlerinin zamana karşı oluşturduğu eğri altındaki artımlı alanları incelendiğinde eğri altındaki artımlı alana ilişkin en yüksek değer glukozla ilgili olduğu ortaya çıkmıştır. Dirençli nişasta içeren ekmekleri oluşturduğu eğri altındaki artımlı alanların glukozun oluşturduğu eğri altındaki artımlı alandan daha düşük olduğu, ancak beyaz ekmeğin oluşturduğu eğri altındaki artımlı alandan daha büyük olduğu görülmüştür. Referans ve test besin tüketimlerinin venöz kan insülin değerlerinin zamana karşı oluşturduğu eğri altındaki artımlı alanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır (p<0,05). Referans ve test besin tüketimlerinin venöz kan insülin değerlerinin zamana karşı oluşturduğu eğri altındaki artımlı alanlar arasındaki bu farkın glukoz ve beyaz ekmek (p=0,022) arasında olduğu ortaya çıkmıştır.

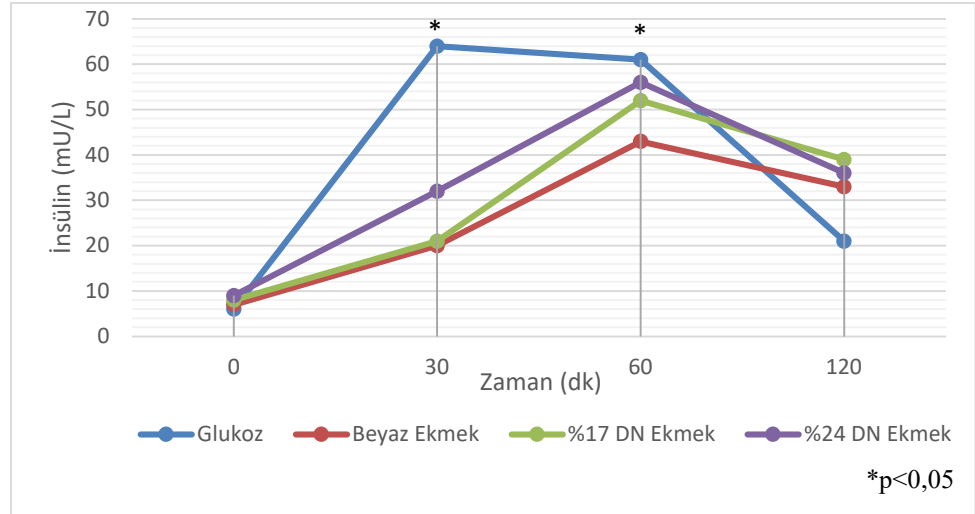
Bireylerin referans ve test besin tüketimlerinin zamana karşı oluşturduğu venöz kan glukoz eğrisi Şekil 4.4'te gösterilmiştir. Referans ve test besin tüketimlerinden önce (0. dk) venöz glukoz değerlerinin benzer olduğu görülmüştür. En yüksek venöz kan glukoz değeri 30. dakikada glukoz tüketimini takiben ortaya çıkmıştır. Referans ve test besin tüketimlerini takiben 60. dakikadan sonra beyaz ekmek ve dirençli nişasta içeren ekmeklerde venöz kan glukoz değeri azalmaya başlarken; glukoz tüketimini takiben 30. dakikadan sonra venöz kan glukoz değeri

azalmıştır. 120. dakikaya gelindiğinde en yüksek venöz kan glukoz değeri %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmekte görülürken; en düşük venöz kan glukoz değerinin glukoz tüketimini takiben ortaya çıktığı görülmüştür.



**Şekil 4.4.** Referans ve test besin tüketimlerinin zamana karşı oluşturduğu venöz kan glukoz eğrisi

Bireylerin referans ve test besin tüketimlerinin zamana karşı oluşturduğu venöz kan insülin eğrisi Şekil 4.5'te gösterilmiştir. Referans ve test besin tüketimlerinden önce (0. dk) venöz insülin değerlerinin benzer olduğu görülmüştür. En yüksek venöz kan insülin değeri 30. dakikada glukoz tüketimini takiben ortaya çıkmıştır. Referans ve test besin tüketimlerini takiben 60. dakikadan sonra beyaz ekmek ve dirençli nişasta içeren ekmeklerde venöz kan insülin değeri azalmaya başlarken; glukoz tüketimini takiben 30. dakikadan sonra venöz kan insülin değeri azalmıştır. 120. dakikaya gelindiğinde en yüksek venöz kan insülin değeri %17 oranında dirençli nişasta içeren ekmekte görülürken bunu sırasıyla %24 dirençli nişasta içeren ekmek, beyaz ekmek ve glukozun takip ettiği görülmüştür.



**Şekil 4.5.** Referans ve test besin tüketimlerinin zamana karşı oluşturduğu venöz kan insülin eğrisi

#### 4.8. Referans ve Test Besin Tüketimi Sonrası Bireylerin Görsel Analog Skala (VAS) Yanıtları

Referans ve test besin tüketimi sonrası Görsel Analog Skala (VAS) yanıtlarının oluşturduğu eğri altındaki artımlı alana ait değerler tablo 4.9'da gösterilmiştir. Görsel Analog Skala (VAS) 100 mm olarak belirlenmiş olup, açlık, tokluk, yeme isteği, tüketilebilecek yemek miktarı ve şekerli besin tüketim isteği sorgulanmıştır. Açlık yanıtları değerlendirildiğinde en yüksek eğri altındaki artımlı alan glukoz tüketiminden sonra ortaya çıkarken, en düşük eğri altındaki artımlı alan %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminden sonra ortaya çıkmıştır. Ancak açlık yanıtları bakımından referans ve test besinler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ( $p > 0,05$ ). Tokluk yanıtları değerlendirildiğinde en düşük eğri altındaki artımlı alan beyaz ekmek tüketiminden sonra ortaya çıkarken, en yüksek eğri altındaki artımlı alan %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminden sonra ortaya çıkmıştır. Bunu sırasıyla %17 dirençli nişasta içeren ekmek ve glukoz takip etmiştir. Referans ve test besin tüketimi sonrası tokluk yanıtları bakımından besinler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ( $p < 0,05$ ). Besinler arasındaki anlamlı farkın hangi besinden kaynaklandığını belirlemek amacıyla post-hoc analizi yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda tokluk yanıtları arasındaki anlamlı farkın beyaz ekmek ve %24 oranında

dirençli nişasta içeren ekmek ( $p=0,015$ ) arasında olduğu ortaya konmuştur. Referans ve test besin tüketimi sonrası yeme isteği, tüketilebilecek yemek miktarı ve şekerli besin tüketim isteği yanıtları bakımından besinler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p>0,05$ ).

**Tablo 4.9.** Referans ve test besin tüketimi sonrası görsel analog skala (VAS) yanıtlarının oluşturduğu eğri altındaki artımlı alan değerleri

| VAS Eğri Altındaki Artımlı Alan (iAUC) |                    |                                   |                     |                                      |                                     |
|----------------------------------------|--------------------|-----------------------------------|---------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
|                                        | Açlık Yanıtı       | Tokluk Yanıtı                     | Yeme İsteği Yanıtı  | Tüketilebilecek Besin Miktarı Yanıtı | Şekerli Besin Tüketim İsteği Yanıtı |
| Besinler                               | $\bar{x} \pm SS$   | $\bar{x} \pm SS$                  | $\bar{x} \pm SS$    | $\bar{x} \pm SS$                     | $\bar{x} \pm SS$                    |
| <b>Glukoz</b>                          | 219,72 $\pm$ 84,02 | 681,47 $\pm$ 142,11               | 208,32 $\pm$ 143,54 | 87,42 $\pm$ 14,88                    | 98,83 $\pm$ 24,51                   |
| <b>Beyaz Ekmek</b>                     | 135,04 $\pm$ 93,93 | 628,08 $\pm$ 189,17 <sup>a</sup>  | 82,29 $\pm$ 41,94   | 105,31 $\pm$ 22,80                   | 275,71 $\pm$ 53,90                  |
| <b>%17 DN Ekmek</b>                    | 156,19 $\pm$ 73,63 | 1056,74 $\pm$ 408,91              | 167,18 $\pm$ 98,40  | 281,82 $\pm$ 71,88                   | 312,19 $\pm$ 90,85                  |
| <b>%24 DN Ekmek</b>                    | 73,47 $\pm$ 25,70  | 1589,31 $\pm$ 875,01 <sup>b</sup> | 301,91 $\pm$ 167,20 | 119,60 $\pm$ 43,37                   | 57,85 $\pm$ 9,52                    |
| <b>p değeri</b>                        | 0,506              | 0,040*                            | 0,743               | 0,483                                | 0,148                               |

*Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi, \* $p<0,05$ , \*\* $p<0,01$ ; Aynı sütunda gösterilen farklı harfler, değerler arasındaki farkın anlamlı olduğunu göstermektedir.*

Referans ve test besin tüketimi sonrası VAS yanıtlarının oluşturduğu eğri altındaki artımlı alanlar ile glukoz ve beyaz ekmeğe göre besinlerin glisemik indeksleri arasındaki korelasyon ilişkisi incelenmiştir. Glukoza göre beyaz ekmeğin glisemik indeksi ile beyaz ekmek tüketimi sonrası VAS yanıtlarının oluşturduğu eğri altındaki artımlı alan arasında korelasyon ilişkisi saptanmamıştır ( $p>0,05$ ). Glukoza göre %17 oranında dirençli nişasta içeren ekmeğin glisemik indeksi ile %17 oranında dirençli nişasta içeren ekmeğin tüketimi sonrası VAS yanıtlarının oluşturduğu eğri altındaki artımlı alan arasında korelasyon ilişkisi saptanmamıştır ( $p>0,05$ ). Glukoza göre %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmeğin glisemik indeksi ile %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmeğin tüketimi sonrası VAS yanıtlarının oluşturduğu eğri altındaki artımlı alan arasında korelasyon ilişkisi saptanmamıştır ( $p>0,05$ ). Beyaz ekmeğe göre %17 oranında dirençli nişasta içeren ekmeğin glisemik indeksi ile %17

oranında dirençli nişasta içeren ekmeğin tüketimi sonrası VAS yanıtlarının oluşturduğu eğri altındaki artımlı alan arasında korelasyon ilişkisi saptanmamıştır ( $p>0,05$ ). Beyaz ekmeğe göre %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmeğin glisemik indeksi ile %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmeğin tüketimi sonrası VAS yanıtlarının oluşturduğu eğri altındaki artımlı alan arasında korelasyon ilişkisi saptanmamıştır ( $p>0,05$ ).

Referans ve test besin tüketimi sonrası VAS yanıtlarının oluşturduğu eğri altındaki artımlı alanlar ile kapiller kan glukoz yanıtının oluşturduğu eğri altındaki artımlı alanlar arasındaki korelasyon ilişkisi incelenmiştir. VAS yanıtlarının oluşturduğu eğri altındaki artımlı alanlar ile glukoz, beyaz ekmek ve %17 oranında dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminin oluşturduğu kapiller kan glukoz yanıtının oluşturduğu eğri altındaki artımlı alanlar arasında korelasyon ilişkisi saptanmamıştır ( $p>0,05$ ). %24 dirençli nişasta içeren ekmek tüketimi sonrası kapiller kan glukoz yanıtının oluşturduğu eğri altındaki artımlı alan ile yeme isteği ( $r = -0,665$ ,  $p = 0,036$ ) ve tüketilebilecek yemek miktarı ( $r = -0,667$ ,  $p = 0,035$ ) yanıtlarının oluşturduğu eğri altındaki artımlı alan arasında orta derecede negatif yönlü korelasyon ilişkisi saptanmıştır.

Referans ve test besin tüketimi sonrası VAS yanıtlarının oluşturduğu eğri altındaki artımlı alanlar ile venöz kan glukoz yanıtının oluşturduğu eğri altındaki artımlı alanlar arasındaki korelasyon ilişkisi incelenmiştir. VAS yanıtlarının oluşturduğu eğri altındaki artımlı alanlar ile glukoz, beyaz ekmek, %17 oranında dirençli nişasta içeren ekmek ve %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminin oluşturduğu venöz kan glukoz yanıtının eğri altındaki artımlı alanlar arasında korelasyon ilişkisi yoktur ( $p>0,05$ ).

Referans ve test besin tüketimi sonrası VAS yanıtlarının oluşturduğu eğri altındaki artımlı alanlar ile venöz kan insülin yanıtının oluşturduğu eğri altındaki artımlı alanlar arasındaki korelasyon ilişkisi incelenmiştir. VAS yanıtlarının oluşturduğu eğri altındaki artımlı alanlar ile glukoz, beyaz ekmek ve %17 oranında dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminin oluşturduğu venöz kan insülin yanıtının eğri altındaki artımlı alanlar arasında korelasyon ilişkisi saptanmamıştır ( $p>0,05$ ). %24 dirençli nişasta içeren ekmek tüketimi sonrası venöz kan insülin yanıtının

oluşturduğu eğri altındaki artımlı alan ile tüketilebilecek yemek miktarı yanıtının oluşturduğu eğri altındaki artımlı alan arasında orta derecede negatif yönlü korelasyon ilişkisi saptanmıştır ( $r = -0,640$ ,  $p = 0,046$ ).

Referans ve test besin olarak hazırlanan ekmeklerin enerji, protein, yağ ve posa miktarıyla ekmek tüketimi sonrası VAS yanıtlarının oluşturduğu eğri altındaki artımlı alanlar arasındaki korelasyon ilişkisi incelenmiştir. Referans ve test besin olarak hazırlanan ekmeklerin enerji, protein, yağ ve posa miktarıyla ekmek tüketimi sonrası VAS yanıtlarının oluşturduğu eğri altındaki artımlı alanlar arasındaki korelasyon ilişkisi Tablo 4.10'da gösterilmiştir. Yapılan korelasyon analizinde beyaz ekmeğin posa miktarı ile şekerli besin tüketim isteği yanıtı arasında çok iyi derecede negatif yönlü bir korelasyon ilişkisi saptanmıştır ( $p < 0,01$ ). %17 ve %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmeğin enerji, protein, yağ ve posa miktarıyla dirençli nişasta içeren ekmeklerin tüketimi sonrası VAS yanıtlarının oluşturduğu eğri altındaki artımlı alanlar arasında herhangi bir korelasyon ilişkisi saptanmamıştır ( $p > 0,05$ ).

**Tablo 4.10.** Ekmeklerin enerji, protein, yağ ve posa miktarlarıyla görsel analog skala (VAS) yanıtları arasındaki korelasyon ilişkisi

| VAS Yanıtları |        |       |        |       |             |       |                        |       |                              |         |
|---------------|--------|-------|--------|-------|-------------|-------|------------------------|-------|------------------------------|---------|
| Ekmekler      | Açlık  |       | Tokluk |       | Yeme İsteği |       | Tüketilebilecek Miktar |       | Şekerli Besin Tüketim İsteği |         |
| Beyaz Ekmek   | r      | p     | r      | p     | r           | p     | r                      | p     | r                            | p       |
| Enerji        | 0,206  | 0,569 | -0,217 | 0,546 | 0,164       | 0,650 | 0,606                  | 0,063 | 0,330                        | 0,352   |
| Protein       | -0,004 | 0,992 | -0,245 | 0,496 | -0,123      | 0,735 | 0,447                  | 0,195 | 0,303                        | 0,395   |
| Yağ           | -0,433 | 0,212 | 0,305  | 0,391 | -0,127      | 0,726 | -0,452                 | 0,190 | -0,199                       | 0,581   |
| Posa          | -0,501 | 0,141 | -0,172 | 0,634 | -0,392      | 0,263 | -0,593                 | 0,071 | -0,815                       | 0,004** |
|               |        |       |        |       |             |       |                        |       |                              |         |
|               | Açlık  |       | Tokluk |       | Yeme İsteği |       | Tüketilebilecek Miktar |       | Şekerli Besin Tüketim İsteği |         |
| %17 DN Ekmek  | r      | p     | r      | p     | r           | p     | r                      | p     | r                            | P       |
| Enerji        | 0,018  | 0,960 | 0,053  | 0,885 | -0,083      | 0,819 | 0,280                  | 0,403 | -0,205                       | 0,571   |
| Protein       | 0,099  | 0,786 | -0,117 | 0,747 | 0,211       | 0,558 | -0,165                 | 0,649 | 0,194                        | 0,592   |
| Yağ           | -0,117 | 0,748 | 0,423  | 0,223 | -0,184      | 0,611 | -0,313                 | 0,378 | -0,441                       | 0,203   |
| Posa          | 0,151  | 0,676 | -0,221 | 0,540 | 0,169       | 0,642 | 0,150                  | 0,679 | 0,146                        | 0,687   |
|               |        |       |        |       |             |       |                        |       |                              |         |
| Ekmekler      | Açlık  |       | Tokluk |       | Yeme İsteği |       | Tüketilebilecek Miktar |       | Şekerli Besin Tüketim İsteği |         |
| %24 DN Ekmek  | r      | p     | r      | p     | r           | p     | r                      | p     | r                            | p       |
| Enerji        | 0,229  | 0,525 | -0,022 | 0,952 | -0,058      | 0,874 | -0,079                 | 0,827 | -0,301                       | 0,397   |
| Protein       | -0,019 | 0,959 | -0,476 | 0,165 | -0,216      | 0,549 | -0,231                 | 0,521 | -0,202                       | 0,576   |
| Yağ           | -0,060 | 0,870 | 0,481  | 0,159 | -0,576      | 0,081 | -0,574                 | 0,083 | -0,489                       | 0,151   |
| Posa          | -0,416 | 0,231 | 0,630  | 0,051 | 0,172       | 0,635 | 0,217                  | 0,548 | -0,201                       | 0,578   |

*Spearman's Korelasyon Testi \* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,01$*

#### 4.9. Referans ve Test Besin Olarak Hazırlanan Ekmeklerin Duyusal Özellikleri

Referans ve test besin olarak hazırlanan ekmekler katılımcılar tarafından tüketilmiştir. Ekmekler katılımcılar tarafından tüketildikten sonra ekmeklerin duyusal özellikleri incelenmiştir. Ekmeklerin duyusal özelliklerine ait değerler Tablo 4.11’de gösterilmiştir. Katılımcılar tarafında duyusal özellikler değerlendirildiğinde renk bakımından beyaz ekmek  $4,50 \pm 0,84$  puan, dirençli nişasta içeren ekmekler  $3,30 \pm 0,82$  (%17 dirençli nişasta içeren ekmek) ve  $2,80 \pm 0,63$  (%24 dirençli nişasta içeren ekmek) puan almıştır. Renk puanı bakımından ekmekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ( $p < 0,01$ ). İstatistiksel farkın hangi ekmekler arasında olduğunu belirlemek için post-hoc analizi yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda beyaz ekmek ve %17 dirençli nişasta içeren ekmek ( $p = 0,001$ ), beyaz ekmek ve %24 dirençli nişasta içeren ekmek ( $p = 0,001$ ) arasında olduğu görülmüştür. Duyusal özelliklerden görünüş bakımından ekmekler incelendiğinde beyaz ekmek  $4,50 \pm 0,70$  puan alırken dirençli nişasta içeren ekmekler  $3,70 \pm 1,05$  ve  $3,10 \pm 0,99$  puan almıştır. Görünüş bakımından en düşük puanı %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmek almıştır. Görünüş puanı bakımından ekmekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ( $p < 0,01$ ). Bu farkın hangi ekmekler arasında olduğu incelendiğinde ise, beyaz ekmek ve %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmek ( $p = 0,002$ ) arasında olduğu görülmüştür. Ekmeklerin tat, koku ve sıklık-yapışkanlık duyusal özellikleri değerlendirildiğinde ekmekler arasından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p > 0,05$ ). Bu özelliklerden alınan puanlara bakıldığında en yüksek puanı beyaz ekmek alırken, bunu sırasıyla %17 ve %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmekler takip etmiştir. Ekmeklerin genel beğeni durumu incelendiğinde beyaz ekmek  $4,30 \pm 0,67$  puan, %17 dirençli nişasta içeren ekmek  $3,60 \pm 0,69$  puan ve %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmek  $3,00 \pm 0,81$  puan almıştır. Genel beğeni puanı bakımından ekmekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ( $p < 0,01$ ). Bu farkın hangi ekmekler arasında olduğu incelendiğinde ise, beyaz ekmek ve %17 dirençli nişasta içeren ekmek ( $p = 0,004$ ), beyaz ekmek ve %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmek ( $p = 0,006$ ) arasında olduğu görülmüştür.

**Tablo 4.11.** Referans ve test besin olarak hazırlanan ekmeklerin duyuşal özelliklerine ait değerler

| Duyuşal Özellikler        | Ekmekler                        |                                  |                                  | p değeri |
|---------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------|
|                           | Beyaz Ekmek<br>$\bar{x} \pm SS$ | %17 DN Ekmek<br>$\bar{x} \pm SS$ | %24 DN Ekmek<br>$\bar{x} \pm SS$ |          |
| <b>Renk</b>               | 4,50 $\pm$ 0,84 <sup>a</sup>    | 3,30 $\pm$ 0,82 <sup>b</sup>     | 2,80 $\pm$ 0,63 <sup>b</sup>     | 0,001**  |
| <b>Görünüş</b>            | 4,50 $\pm$ 0,70 <sup>a</sup>    | 3,70 $\pm$ 1,05                  | 3,10 $\pm$ 0,99 <sup>b</sup>     | 0,002**  |
| <b>Tat</b>                | 4,10 $\pm$ 0,87                 | 3,30 $\pm$ 1,05                  | 3,00 $\pm$ 0,66                  | 0,053    |
| <b>Koku</b>               | 4,10 $\pm$ 0,87                 | 3,90 $\pm$ 0,73                  | 3,60 $\pm$ 0,84                  | 0,296    |
| <b>Sıklık-Yapışkanlık</b> | 3,90 $\pm$ 0,87                 | 3,60 $\pm$ 1,07                  | 3,10 $\pm$ 1,28                  | 0,235    |
| <b>Genel Beğeni</b>       | 4,30 $\pm$ 0,67 <sup>a</sup>    | 3,60 $\pm$ 0,69 <sup>b</sup>     | 3,00 $\pm$ 0,81 <sup>b</sup>     | 0,001**  |

*Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi, \* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,01$ ; Aynı satırda gösterilen farklı harfler, değerler arasındaki farkın anlamlı olduğunu göstermektedir.*

#### 4.10. Referans ve Test Besin Tüketimi Sonrası Bireylerin Besin Tüketim Kayıtlarının İncelenmesi

Referans ve test besin tüketimi sonrası bireylerin besin tüketimleri alınarak uygulama sonrası takip eden öğün, akşam öğünü ve toplam öğünlerin enerji, karbonhidrat, protein, yağ ve posa alımları değerlendirilmiştir. Referans ve test besin tüketimi sonrası bireylerin takip eden öğün, akşam öğünü ve toplam öğünlerinin enerji, karbonhidrat, protein, yağ ve posa alımlarına ilişkin değerler Tablo 4.12’de gösterilmiştir. Bireylerin takip eden öğündeki enerji alımları incelendiğinde en yüksek enerji alımı glukoz tüketiminden sonra görülürken, bunu sırasıyla beyaz ekmek, %24 ve %17 dirençli nişasta içeren ekmekler takip etmiştir. Takip eden öğünde karbonhidrat alımları incelendiğinde en düşük karbonhidrat alımı %17 dirençli nişasta içeren ekmekte görülürken, bunu sırasıyla %24 dirençli nişasta içeren ekmek, beyaz ekmek ve glukoz takip etmiştir. Bireylerin yağ alımlarına bakıldığında dirençli nişasta içeren ekmek tüketimlerinden sonra bireylerin takip eden öğündeki yağ alımlarının benzer olduğu görülmüştür. En düşük protein alımı %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminden sonra görülürken, en yüksek protein ve yağ alımı glukoz tüketiminden sonra gerçekleştiği görülmüştür. Referans ve test besin tüketimlerinden sonra takip eden öğündeki posa alımları incelendiğinde ekmek

tüketimlerinden sonra posa alımlarının benzer olduğu ortaya konmuştur. Referans ve test besin tüketimi sonrası bireylerin takip eden öğündeki enerji, karbonhidrat, protein, yağ ve posa alımları bakımından referans ve test besinler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p>0,05$ ).

Bireylerin akşam öğünündeki enerji alımları incelendiğinde en düşük enerji alımının %24 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminden sonra olduğu saptanmıştır. %17 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminden sonra enerji alımı  $627,80 \pm 260,19$  kkal, beyaz ekmek tüketiminden sonra enerji alımı  $633,27 \pm 291,19$  kkal ve glukoz tüketiminden sonra enerji alımının  $1179,38 \pm 1233,88$  kkal olduğu görülmüştür. Akşam öğününde en yüksek karbonhidrat alımı  $90,29 \pm 55,75$  g olarak glukoz tüketiminden sonra ortaya çıkmıştır. Akşam öğününde en düşük karbonhidrat alımı  $61,84 \pm 38,76$  g olarak %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminden sonra ortaya çıkmıştır. Akşam öğünündeki protein alımları incelendiğinde en düşük protein alımı  $21,32 \pm 10,66$  g olarak %24 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminden sonra ortaya çıkmıştır. Beyaz ekmek ve diğer dirençli nişasta içeren ekmek tüketimlerinden sonra akşam öğünündeki protein alımlarının benzer olduğu görülmüştür. Referans ve test besin tüketimlerinden sonra takip eden öğündeki yağ alımları incelendiğinde en düşük yağ alımı  $22,20 \pm 13,24$  g olarak %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminden sonra ortaya çıkmıştır. Dirençli nişasta içeren ekmeklerin tüketimlerinden sonra yağ alımlarının benzer olduğu ortaya konmuştur. Referans ve test besin tüketimlerinden sonra takip eden öğündeki posa alımları incelendiğinde glukoz ve %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminden sonra posa alımlarının benzer olduğu ortaya konmuştur. Beyaz ekmek tüketiminden sonra akşam öğünündeki posa alımı  $7,13 \pm 3,32$  g ve %17 oranında dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminden sonra akşam öğünündeki posa alımı  $7,65 \pm 4,22$  g olarak bulunmuştur. Referans ve test besin tüketimi sonrası bireylerin takip eden öğündeki enerji, karbonhidrat, protein, yağ ve posa alımları bakımından referans ve test besinler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p>0,05$ ).

Bireylerin toplam öğünlerinin enerji alımları incelendiğinde glukoz tüketiminden sonra toplam enerji alımı  $1913,13 \pm 509,6$  kkal, beyaz ekmek tüketiminden sonra toplam enerji alımı  $1597,95 \pm 266,5$  kkal, %17 dirençli nişasta

içeren ekmek tüketiminden sonra enerji alımı  $1528,46 \pm 417,0$  kkal ve %24 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminden sonra enerji alımı  $1431,19 \pm 348,0$  kkal olarak bulunmuştur. Referans ve test besin tüketimi sonrası bireylerin toplam enerji alımları bakımından referans ve test besinler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p < 0,05$ ). Bu farkın hangi besinler arasında olduğu incelendiğinde glukoz ve %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmek arasında olduğu görülmüştür ( $p = 0,045$ ). Toplam öğünlerdeki karbonhidrat alımı incelendiğinde en düşük karbonhidrat alımı %24 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminden sonra ortaya çıkarken, en yüksek karbonhidrat alımının glukoz tüketiminden sonra olduğu görülmüştür. Bireylerin toplam öğünlerinin protein alımları incelendiğinde glukoz tüketiminden sonra toplam protein alımı  $71,80 \pm 15,40$  g, beyaz ekmek tüketiminden sonra toplam protein alımı  $60,51 \pm 14,76$  g, %17 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminden sonra toplam protein alımı  $59,81 \pm 27,14$  g ve %24 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminden sonra toplam protein alımı  $53,44 \pm 14,29$  g olarak bulunmuştur. Referans ve test besin tüketimi sonrası bireylerin toplam protein alımları bakımından referans ve test besinler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p < 0,05$ ). Bu farkın hangi besinler arasında olduğu incelendiğinde glukoz ve %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmek arasında olduğu görülmüştür ( $p = 0,010$ ). Referans ve test besin tüketiminden sonra toplam yağ alımları incelendiğinde en düşük yağ alımının %17 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminden sonra olduğu görülmüştür. Bunu sırasıyla %24 dirençli nişasta içeren ekmek, beyaz ekmek ve glukoz takip etmiştir. Referans ve test besin tüketimi sonrası bireylerin toplam yağ alımları bakımından referans ve test besinler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ( $p < 0,05$ ). Bu farkın hangi besinler arasında olduğu incelendiğinde glukoz ve %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmek arasında olduğu görülmüştür ( $p = 0,028$ ). Referans ve test besin tüketiminden sonra toplam posa alımları incelendiğinde en yüksek posa alımı glukoz tüketiminden sonra görülürken, en düşük posa alımı %24 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminden sonra olduğu bulunmuştur. Referans ve test besin tüketimi sonrası bireylerin almış olduğu toplam karbonhidrat ve posa alımları bakımından referans ve test besinler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p > 0,05$ ).

**Tablo 4.12.** Referans ve test besin tüketimi sonrası bireylerin takip eden öğün, akşam öğünü ve toplam öğünlerinin enerji, karbonhidrat, protein, yağ ve posa alımlarına ilişkin değerler

|                      | Glukoz                     | Beyaz Ekmek      | %17 DN Ekmek     | %24 DN Ekmek               |          |
|----------------------|----------------------------|------------------|------------------|----------------------------|----------|
| Takip Eden Öğün      | $\bar{x} \pm SS$           | $\bar{x} \pm SS$ | $\bar{x} \pm SS$ | $\bar{x} \pm SS$           | p değeri |
| <b>Enerji (kkal)</b> | 781,89±436,28              | 684,19±227,68    | 571,59±180,44    | 580,81±159,98              | 0,140    |
| <b>KH (g)</b>        | 92,33±68,64                | 80,00±25,90      | 63,45±28,69      | 64,85±25,81                | 0,223    |
| <b>Protein (g)</b>   | 31,77±11,89                | 29,22±9,92       | 29,26±19,07      | 23,59±7,04                 | 0,405    |
| <b>Yağ (g)</b>       | 30,77±20,95                | 26,77±15,10      | 21,60±6,85       | 24,70±10,16                | 0,458    |
| <b>Posa (g)</b>      | 7,32±5,47                  | 6,70±2,99        | 5,89±2,97        | 5,39±1,96                  | 0,531    |
| <b>Akşam Öğünü</b>   |                            |                  |                  |                            |          |
| <b>Enerji (kkal)</b> | 1179,38±1233,88            | 633,27±291,19    | 627,80±260,19    | 537,87±207,89              | 0,116    |
| <b>KH (g)</b>        | 90,29±55,75                | 71,33±42,26      | 77,98±40,41      | 61,84±38,76                | 0,356    |
| <b>Protein (g)</b>   | 30,88±21,44                | 25,20±14,84      | 25,32±17,29      | 21,32±10,66                | 0,219    |
| <b>Yağ (g)</b>       | 25,50±10,22                | 26,43±14,36      | 23,38±10,57      | 22,20±13,24                | 0,666    |
| <b>Posa (g)</b>      | 5,93±2,07                  | 7,13±3,32        | 7,65±4,22        | 5,57±2,67                  | 0,424    |
| <b>Toplam</b>        |                            |                  |                  |                            |          |
| <b>Enerji (kkal)</b> | 1913,13±509,6 <sup>a</sup> | 1597,95±266,5    | 1528,46±417,0    | 1431,19±348,0 <sup>b</sup> | 0,015*   |
| <b>KH (g)</b>        | 214,07±96,64               | 189,23±44,96     | 182,95±49,85     | 165,71±49,81               | 0,216    |
| <b>Protein (g)</b>   | 71,80±15,40 <sup>a</sup>   | 60,51±14,76      | 59,81±27,14      | 53,44±14,29 <sup>b</sup>   | 0,030*   |
| <b>Yağ (g)</b>       | 77,14±17,56 <sup>a</sup>   | 64,53±20,33      | 54,57±10,43      | 60,15±27,36 <sup>b</sup>   | 0,026*   |
| <b>Posa (g)</b>      | 18,12±6,25                 | 17,68±6,21       | 15,42±5,01       | 14,21±4,02                 | 0,314    |

Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi, \* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,01$ ; Aynı satırda gösterilen farklı harfler, değerler arasındaki farkın anlamlı olduğunu göstermektedir.

#### 4.11. Referans ve Test Besin Tüketimi Sonrası Glukagon Like Peptit-1, Peptit YY ve Ghrelin Düzeyleri

Referans ve test besin tüketiminden önce (0. dk) ve tüketimden sonra 30, 60 ve 120. dakikalarda GLP-1, PYY ve ghrelin düzeyleri incelenmiş olup, belirtilen dakikalarda parametrelere ait değerler Tablo 4.13'te gösterilmiştir. Referans ve test besin tüketiminden önce en düşük GLP-1 değerinin %24 oranında dirençli nişasta ekmek tüketiminde, en yüksek GLP-1 değerinin-1 glukoz tüketiminde olduğu görülmüştür. Referans ve test besin tüketiminden önce GLP-1 değerleri bakımından besinler arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür ( $p < 0,05$ ). Bu farkın glukoz ve %17 oranında dirençli nişasta içeren ekmek ( $p = 0,049$ ); glukoz ve %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmek arasında olduğu belirlenmiştir ( $p = 0,019$ ). Referans ve test besin tüketimi sonrası 30. dakikada GLP-1 düzeyleri glukoz tüketiminde 170,96

$\pm 99,2$  pmol/L, beyaz ekmek tüketiminde  $76,84 \pm 52,5$  pmol/L, %17 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminde  $100,06 \pm 56,0$  pmol/L, %24 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminde  $92,80 \pm 52,4$  pmol/L olarak bulunmuştur ( $p<0,05$ ). İstatistiksel farkın hangi besinler arasında olduğu incelendiğinde bu farkın glukoz-beyaz ekmek ( $p=0,001$ ), glukoz-%17 dirençli nişasta içeren ekmek ( $p=0,006$ ), glukoz-%24 dirençli nişasta içeren ekmek ( $p=0,004$ ), beyaz ekmek-%17 dirençli nişasta içeren ekmek ( $p=0,007$ ) ve beyaz ekmek-%24 dirençli nişasta içeren ekmek ( $p=0,012$ ) arasında olduğu saptanmıştır. Referans ve test besin tüketimi sonrası 60. dakikada GLP-1 düzeyleri glukoz tüketiminde  $178,55 \pm 100,8$  pmol/L, beyaz ekmek tüketiminde  $92,09 \pm 38,5$  pmol/L, %17 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminde  $103,51 \pm 59,6$  pmol/L, %24 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminde  $98,46 \pm 54,4$  pmol/L olarak bulunmuştur ( $p<0,05$ ). İstatistiksel farkın hangi besinler arasında olduğu incelendiğinde bu farkın glukoz-beyaz ekmek ( $p=0,014$ ), glukoz-%17 dirençli nişasta içeren ekmek ( $p=0,003$ ) ve glukoz-%24 dirençli nişasta içeren ekmek ( $p=0,004$ ) arasında olduğu ortaya konmuştur. Referans ve test besin tüketimi sonrası 120. dakikada GLP-1 düzeyleri glukoz tüketiminde  $92,82 \pm 28,8$  pmol/L, beyaz ekmek tüketiminde  $105,71 \pm 61,3$  pmol/L, %17 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminde  $90,60 \pm 48,9$  pmol/L, %24 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminde  $101,10 \pm 54,7$  pmol/L olarak bulunmuştur ( $p<0,05$ ). İstatistiksel farkın hangi besinler arasında olduğu incelendiğinde %17 ile %24 dirençli nişastalı ekmekler ( $p=0,046$ ) arasında olduğu saptanmıştır.

Referans test besin tüketiminden önce 0. dakika PYY düzeyleri incelendiğinde, PYY düzeyi glukoz tüketilmeden önce  $498,69 \pm 289,7$  pg/ml, beyaz ekmek tüketilmeden önce  $477,35 \pm 261,4$  pg/ml, %17 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminden önce  $430,28 \pm 229,1$  pg/ml ve %24 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminden önce  $413,08 \pm 228,0$  pg/ml olarak bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Bu farkın glukoz-%24 dirençli nişastalı ekmek ( $p=0,024$ ) ve beyaz ekmek-%24 dirençli nişastalı ekmek ( $p=0,009$ ) arasında olduğu saptanmıştır. Referans ve test besin tüketimi sonrası 30. dakikada PYY düzeyleri glukoz tüketiminde  $532,10 \pm 252,8$  pg/ml, beyaz ekmek tüketiminde  $474,48 \pm 260,7$  pg/ml, %17 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminde  $409,81 \pm 224,0$  pg/ml ve %24 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminde  $418,95 \pm 239,3$  pg/ml olarak saptanmıştır ( $p<0,05$ ). İstatistiksel farkın

hangi besinler arasında olduğu incelendiğinde bu farkın glukoz-%17 dirençli nişasta içeren ekmek ( $p=0,009$ ), glukoz-%24 dirençli nişasta içeren ekmek ( $p=0,025$ ), beyaz ekmek-%17 dirençli nişasta içeren ekmek ( $p=0,020$ ) ve beyaz ekmek-%24 dirençli nişasta içeren ekmek ( $p=0,001$ ) arasında olduğu belirlenmiştir. Referans ve test besin tüketimi sonrası 60. dakikada PYY düzeyleri incelendiğinde glukoz tüketiminde  $486,39 \pm 284,5$  pg/ml, beyaz ekmek tüketiminde  $476,72 \pm 259,0$  pg/ml, %17 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminde  $419,20 \pm 230,3$  pg/ml ve %24 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminde  $536,44 \pm 315,1$  pg/ml olarak saptanmıştır ( $p<0,05$ ). İstatistiksel farkın hangi besinler arasında olduğu araştırıldığında bu farkın glukoz-%17 dirençli nişastalı ekmek ( $p=0,028$ ), glukoz-%24 dirençli nişasta içeren ekmek ( $p=0,010$ ), beyaz ekmek-%17 dirençli nişasta içeren ekmek ( $p=0,010$ ) ve %17-%24 oranında dirençli nişasta içeren ekmekler ( $p=0,015$ ) arasında olduğu gözlenmiştir. Referans ve test besin tüketimi sonrası 120. dakikada PYY düzeyleri incelendiğinde glukoz tüketiminde  $490,73 \pm 264,3$  pg/ml, beyaz ekmek tüketiminde  $549,77 \pm 332,7$  pg/ml, %17 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminde  $435,86 \pm 231,6$  pg/ml ve %24 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminde  $543,60 \pm 319,3$  pg/ml olarak saptanmıştır ( $p<0,05$ ). İstatistiksel farkın hangi besinler arasında olduğu belirlendiğinde bu farkın glukoz-%17 dirençli nişasta içeren ekmek ( $p=0,006$ ), beyaz ekmek-%17 dirençli nişastalı ekmek ( $p=0,047$ ) ve %17 ile %24 dirençli nişastalı ekmekler ( $p=0,036$ ) arasında olduğu bulunmuştur.

Referans test besin tüketiminden önce 0. dakika ghrelin düzeyleri incelendiğinde, ghrelin düzeyi glukoz tüketilmeden önce  $6,73 \pm 3,9$  ng/ml, beyaz ekmek tüketilmeden önce  $6,25 \pm 3,6$  ng/ml, %17 dirençli nişasta içeren ekmek tüketilmeden önce  $6,56 \pm 3,6$  ng/ml ve %24 dirençli nişasta içeren ekmek tüketilmeden önce  $5,76 \pm 3,0$  ng/ml bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Referans ve test besin tüketimi sonrası 30. dakikada ghrelin düzeyi glukoz tüketiminde  $6,56 \pm 3,7$  ng/ml, beyaz ekmek tüketiminde  $6,02 \pm 3,4$  ng/ml, %17 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminde  $6,28 \pm 3,4$  ng/ml ve %24 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminde  $5,65 \pm 3,1$  ng/ml olarak bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Bu farkın glukoz ve %24 dirençli nişasta içeren ekmek ( $p=0,39$ ) arasında olduğu belirlenmiştir. Referans ve test besin tüketimi sonrası 60. dakikada ghrelin düzeyi glukoz tüketiminde  $6,53 \pm 3,8$  ng/ml, beyaz ekmek tüketiminde  $6,32 \pm 3,6$  ng/ml, %17 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminde

6,34  $\pm$  3,4 ng/ml ve %24 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminde 7,14 $\pm$ 4,1 ng/ml olarak bulunmuştur ( $p<0,05$ ). İstatistiksel farkın hangi besinler arasında olduğu incelendiğinde bu farkın glukoz-%24 dirençli nişasta içeren ekmek ( $p=0,011$ ) ve beyaz ekmek-%24 dirençli nişasta içeren ekmek ( $p=0,019$ ) arasında olduğu belirlenmiştir. Referans ve test besin tüketimi sonrası 120. dakikada ghrelin düzeyi glukoz tüketiminde 6,58  $\pm$  3,6 ng/ml, beyaz ekmek tüketiminde 7,13  $\pm$  4,1 ng/ml, %17 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminde 6,06 $\pm$ 3,1 ng/ml ve %24 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminde 7,06  $\pm$  4,2 ng/ml olarak bulunmuştur. Ancak 120. dakikada ölçülen ghrelin düzeyleri bakımından referans ve test besinler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).



**Tablo. 4.13.** Referans ve test besin tüketimi sonrası glukagon like peptit-1, peptit YY ve ghrelin düzeyleri

| Parametreler          | Glukoz                       | Beyaz Ekmek                 | %17 DN Ekmek                | %24 DN Ekmek                 |                       |
|-----------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------|
| GLP-1 (pmol/L)        | $\bar{x} \pm SS$             | $\bar{x} \pm SS$            | $\bar{x} \pm SS$            | $\bar{x} \pm SS$             | p <sub>1</sub> değeri |
| 0. dakika             | 161,98 ± 103,5 <sup>Aa</sup> | 94,42 ± 30,2 <sup>A</sup>   | 103,37 ± 57,3 <sup>b</sup>  | 92,62 ± 51,6 <sup>Ab</sup>   | 0,008**               |
| 30. dakika            | 170,96 ± 99,2 <sup>Aa</sup>  | 76,84 ± 52,5 <sup>Ab</sup>  | 100,06 ± 56,0 <sup>c</sup>  | 92,80 ± 52,4 <sup>Ac</sup>   | 0,001**               |
| 60. dakika            | 178,55 ± 100 <sup>Aa</sup>   | 92,09 ± 38,5 <sup>Ab</sup>  | 103,51 ± 59,6 <sup>b</sup>  | 98,46 ± 54,4 <sup>Ab</sup>   | 0,001**               |
| 120. dakika           | 92,82 ± 28,8 <sup>B</sup>    | 105,71 ± 61,3 <sup>B</sup>  | 90,60 ± 48,9 <sup>a</sup>   | 101,10 ± 54,7 <sup>Ab</sup>  | 0,048*                |
| p <sub>2</sub> değeri | 0,001**                      | 0,007**                     | 0,132                       | 0,004**                      |                       |
| Peptit YY (pg/ml)     |                              |                             |                             |                              |                       |
| 0. dakika             | 498,69 ± 289,7 <sup>a</sup>  | 477,35 ± 261,4 <sup>a</sup> | 430,28 ± 229,1              | 413,08 ± 228,0 <sup>Ab</sup> | 0,003**               |
| 30. dakika            | 532,10 ± 252,8 <sup>a</sup>  | 474,48 ± 260,7 <sup>a</sup> | 409,81 ± 224,0 <sup>b</sup> | 418,95 ± 239,3 <sup>Ab</sup> | 0,001**               |
| 60. dakika            | 486,39 ± 284,5 <sup>a</sup>  | 476,72 ± 259 <sup>ac</sup>  | 419,20 ± 230,3 <sup>b</sup> | 536,44 ± 315,1 <sup>Bc</sup> | 0,001**               |
| 120. dakika           | 490,73 ± 264,3 <sup>a</sup>  | 549,77 ± 332,7 <sup>a</sup> | 435,86 ± 231,6 <sup>b</sup> | 543,60 ± 319,3 <sup>Ba</sup> | 0,001**               |
| p <sub>2</sub> değeri | 0,177                        | 0,150                       | 0,061                       | 0,001**                      |                       |
| Ghrelin (ng/ml)       |                              |                             |                             |                              |                       |
| 0. dakika             | 6,73 ± 3,9                   | 6,25 ± 3,6 <sup>A</sup>     | 6,56 ± 3,6                  | 5,76 ± 3,0 <sup>A</sup>      | 0,099                 |
| 30. dakika            | 6,56 ± 3,7 <sup>a</sup>      | 6,02 ± 3,4 <sup>A</sup>     | 6,28 ± 3,4                  | 5,65 ± 3,1 <sup>Ab</sup>     | 0,004**               |
| 60. dakika            | 6,53 ± 3,8 <sup>a</sup>      | 6,32 ± 3,6 <sup>Aa</sup>    | 6,34 ± 3,4                  | 7,14 ± 4,1 <sup>Bb</sup>     | 0,011*                |
| 120. dakika           | 6,58 ± 3,6                   | 7,13 ± 4,1 <sup>B</sup>     | 6,06 ± 3,1                  | 7,06 ± 4,2 <sup>B</sup>      | 0,090                 |
| p <sub>2</sub> değeri | 0,770                        | 0,001**                     | 0,107                       | 0,001**                      |                       |

*Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi, p<sub>1</sub>; Test ve Referans Besinler arasındaki p değeri, p<sub>2</sub>; Besin Tüketimini Takiben Dakikalar Arasındaki p değeri, \*p<0,05, \*\*p<0,01. Aynı satırda gösterilen farklı küçük harfler ve aynı sütunda gösterilen farklı büyük harfler, değerler arasındaki farkın anlamlı olduğunu göstermektedir.*

GLP-1, PYY ve ghrelin değerlerinin incelendiği 0, 30, 60 ve 120. dakika her bir besin kendi içerisinde değerlendirilmiştir. Test ve referans besinlerin tüketimlerini takiben glukoz, beyaz ekmek ve %24 dirençli nişasta içeren ekmeklerin dakikalar arasındaki GLP-1 değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır (p<0,05). %17 dirençli nişasta tüketimini takiben GLP-1 değerleri bakımından dakikalar arasında anlamlı fark saptanmamıştır (p>0,05). Glukoz tüketimini takiben 30. dakika GLP-1 değerleri ile 120. dakika GLP-1 değerleri arasında ve 60. ile 120. dakika GLP-1 değerleri arasında anlamlı bir fark olduğu görülmüştür (p<0,05). Beyaz ekmek tüketimini takiben 30 ve 120. dakika GLP-1 değerleri arasında anlamlı fark saptanmıştır (p<0,05). %24 dirençli nişasta tüketimini takiben 0. dakika GLP-1 değerleri ile 120. dakika GLP-1 değerleri arasında ve 30.

dakika GLP-1 değerleri ile 120. dakika GLP-1 değerleri arasında anlamlı bir fark olduğu görülmüştür ( $p<0,05$ ).

Glukoz, beyaz ekmek ve %17 dirençli nişasta içeren ekmek tüketimini takiben 0, 30, 60 ve 120. dakikalar arasındaki PYY değerleri bakımından her bir besin kendi içerisinde değerlendirilmiştir. Ancak istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p>0,05$ ). Besin tüketimini takiben %24 dirençli nişasta içeren ekmeğin dakikalar arasındaki PYY değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ( $p<0,05$ ). %24 dirençli nişasta içeren ekmek tüketimini takiben 0. dakika PYY değerleri ile 60 ve 120. dakika PYY değerleri arasında, 30. dakika PYY değerleri ile 60 ve 120. dakika PYY değerleri arasında anlamlı fark olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).

Besin tüketimini takiben glukoz ve %17 dirençli nişasta içeren ekmeklerin dakikalar arasındaki ghrelin değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p>0,05$ ). Besin tüketimini takiben beyaz ekmek ve %24 dirençli nişasta içeren ekmeklerin dakikalar arasındaki ghrelin değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ( $p<0,05$ ). Beyaz ekmek tüketimini takiben 30. dakika ghrelin değerleri ile 120. dakika ghrelin değerleri arasında ve 60. dakika ghrelin değerleri ile 120. dakika ghrelin değerleri arasında anlamlı fark olduğu bulunmuştur ( $p<0,05$ ). %24 dirençli nişasta içeren ekmek tüketimini takiben 0. dakika ghrelin değerleri ile 60 ve 120. dakika ghrelin değerleri arasında ve 30. dakika ghrelin değerleri ile 60 ve 120. dakika ghrelin değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).

Referans ve test besin tüketimi sonrası GLP-1, PYY ve ghrelin düzeylerinin oluşturduğu eğri altındaki artımlı alanlar incelenmiş olup, Tablo 4.14'te verilmiştir. Referans ve test besin tüketimi sonrası GLP-1 düzeyinin oluşturduğu eğri altındaki artımlı alan incelendiğinde en düşük değer %17 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminde görülürken; en yüksek değer glukoz tüketiminde olduğu görülmüştür. Besin tüketimlerine ilişkin GLP-1 değerinin oluşturduğu eğri altındaki artımlı alanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ( $p<0,05$ ). İstatistiksel farkın hangi besinler arasında olduğu belirlemek amacıyla Wilcoxon testi uygulanmıştır. Analiz sonucunda bu farkın glukoz-%17 dirençli nişasta içeren ekmek ( $p=0,017$ ) ve

beyaz ekmek ile %17 dirençli nişasta içeren ekmekler ( $p=0,048$ ) arasında olduğu görülmüştür.

Referans ve test besin tüketimi sonrası PYY düzeyinin oluşturduğu eğri altındaki artımlı alan incelendiğinde en düşük değer %17 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminde görülürken; en yüksek değer %24 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminde olduğu görülmüştür. Referans ve test besin tüketimlerine ilişkin PYY değerinin oluşturduğu eğri altındaki artımlı alanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ( $p<0,05$ ). İstatistiksel farkın hangi besinler arasında olduğu belirlemek amacıyla Wilcoxon testi uygulanmıştır. Analiz sonucunda bu farkın beyaz ekmek-%17 dirençli nişasta içeren ekmek ( $p=0,022$ ), beyaz ekmek-%24 dirençli nişasta içeren ekmek ( $p=0,005$ ) ve %17-%24 dirençli nişasta içeren ekmekler ( $p=0,007$ ) arasında olduğu belirlenmiştir.

Referans ve test besin tüketimi sonrası ghrelin düzeyinin oluşturduğu eğri altındaki artımlı alan incelendiğinde en düşük değer %17 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminde görülürken; en yüksek değer %24 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminde olduğu görülmüştür. Referans ve test besin tüketimlerine ilişkin ghrelin değerinin oluşturduğu eğri altındaki artımlı alanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ( $p<0,05$ ). İstatistiksel farkın hangi besinler arasında olduğu belirlemek amacıyla Wilcoxon testi uygulanmıştır. Analiz sonucunda bu farkın glukoz-%24 dirençli nişasta içeren ekmek ( $p=0,037$ ), beyaz ekmek-%17 dirençli nişasta içeren ekmek ( $p=0,012$ ) ve %17 ile %24 dirençli nişasta içeren ekmekler ( $p=0,017$ ) arasında olduğu ortaya konmuştur.

**Tablo 4.14.** Referans ve test besin tüketimi sonrası glukagon like peptit-1, peptit YY ve ghrelin düzeylerinin oluşturduğu eğri altındaki artımlı alan değerleri

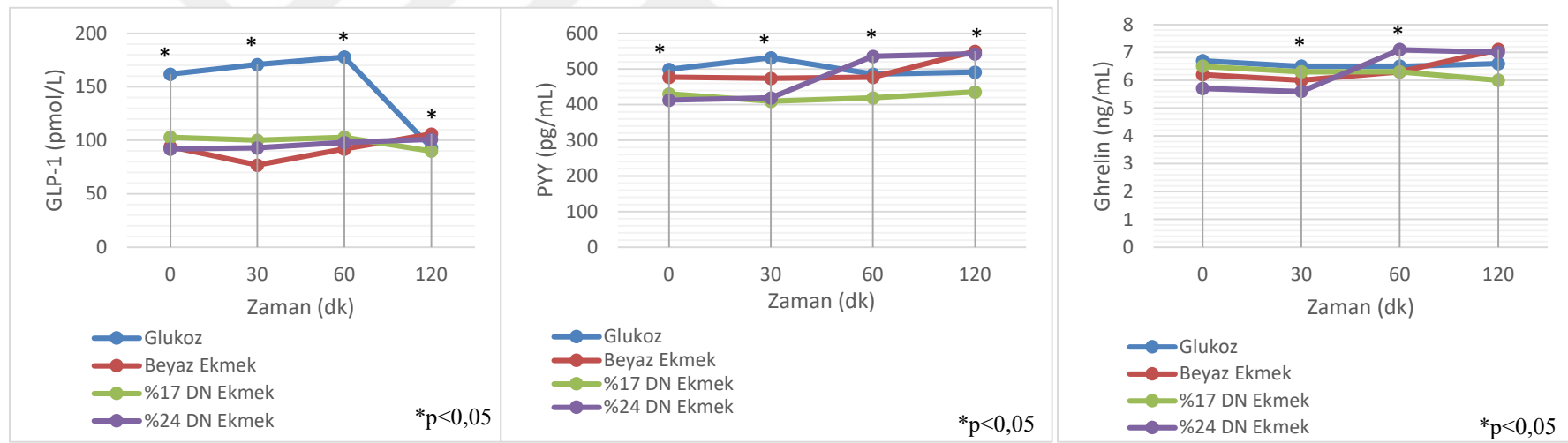
| Eğri Altındaki Artımlı Alan (iAUC) |                                      |                                           |                                     |
|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------|
| Referans/Test                      | GLP-1                                | Peptit-YY                                 | Ghrelin                             |
| Besinler                           | Ortanca<br>(Alt-Üst)                 | Ortanca<br>(Alt-Üst)                      | Ortanca<br>(Alt-Üst)                |
| Glukoz                             | 580,54 <sup>a</sup><br>(0,0-1641,79) | 511,99<br>(0,0-8605,85)                   | 12,18 <sup>a</sup><br>(0,0-89,48)   |
| Beyaz Ekmek                        | 575,04 <sup>a</sup><br>(0,0-1197,08) | 1775,09 <sup>a</sup><br>(0,0-3654,82)     | 24,27 <sup>ab</sup><br>(0,0-77,33)  |
| %17 DN Ekmek                       | 57,49 <sup>b</sup><br>(0,0-523,28)   | 27,55 <sup>b</sup><br>(0,0-1234,23)       | 9,91 <sup>ac</sup><br>(0,0-28,43)   |
| %24 DN Ekmek                       | 378,67<br>(14,78-707,33)             | 5399,23 <sup>c</sup><br>(492,87-10350,48) | 65,76 <sup>b</sup><br>(1,69-114,98) |
| p değeri                           | 0,044*                               | 0,001**                                   | 0,005**                             |

*Friedman testi, \*p<0,05; \*\*p<0,01; Aynı sütunda gösterilen farklı harfler, değerler arasındaki farkın anlamlı olduğunu göstermektedir.*

Referans ve test besin tüketimi sonrası GLP-1, PYY ve ghrelin düzeylerinin oluşturduğu eğri altındaki artımlı alanlar ile referans ve test besin tüketimi sonrası açlık, tokluk, yeme isteği, yemek miktarı ve şekerli besin tüketim isteği olarak incelenen VAS yanıtlarının oluşturduğu eğri altındaki artımlı alanlar arasında korelasyon ilişkisi incelenmiştir. Glukoz tüketimi sonrası iAUC şekerli besin tüketim isteği ile iAUC ghrelin değerleri arasında pozitif yönlü kuvvetli ilişki olduğu belirlenmiştir ( $r=0,705$ ;  $p=0,023$ ). Beyaz ekmek tüketimi sonrası iAUC tokluk değeri ile iAUC GLP-1 değerleri arasında pozitif yönlü çok kuvvetli ilişki olduğu görülmüştür ( $r=0,803$ ;  $p=0,005$ ). %17 oranında dirençli nişasta içeren ekmek tüketimi sonrası iAUC GLP-1 değerleri ile iAUC açlık ( $r=0,954$ ;  $p=0,001$ ), iAUC yeme isteği ( $r=0,891$ ;  $p=0,001$ ) ve iAUC tüketilebilecek yemek miktarı ( $r=0,879$ ;  $p=0,001$ ) arasında pozitif yönlü çok kuvvetli ilişki olduğu saptanmıştır. Ayrıca %17 dirençli nişasta içeren ekmek tüketimi sonrası iAUC ghrelin değerleri ile iAUC açlık değerleri arasında pozitif yönlü kuvvetli bir korelasyon ilişkisi olduğu belirlenmiştir ( $r=0,753$ ,  $p=0,012$ ). Ancak %24 dirençli nişasta içeren ekmek tüketimi sonrası iAUC

GLP-1, PYY ve ghrelin değerleri ile iAUC VAS yanıtları arasında herhangi bir korelasyon ilişkisi saptanmamıştır ( $p>0,05$ ).

Referans ve test besin tüketimlerinin zamana karşı oluşturduğu GLP-1, PYY ve ghrelin düzeylerinin eğrisi şekil 4.6'da gösterilmiştir. Referans ve test besin tüketimi sonrası GLP-1 düzeylerinin oluşturduğu eğri incelendiğinde dirençli nişasta içeren ekmeklerin beyaz ekmek ve glukoza göre daha stabil bir eğri oluşturduğu gözlenmiştir. Referans ve test besin tüketimlerini takiben 60 ve 120. dakikalarda beyaz ekmek ve dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminden sonra GLP-1 düzeylerinin benzer olduğu görölmüştür. Referans ve test besin tüketimi sonrası PYY düzeylerinin oluşturduğu eğri incelendiğinde diğer referans ve test besinlere göre %17 oranında dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminin daha stabil bir PYY eğrisi oluşturduğu görölmüştür. Referans ve test besin tüketimi sonrası ghrelin düzeylerinin oluşturduğu eğri incelendiğinde ise, %17 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminin ghrelin düzeyleri bakımından diğer ekmeklere göre daha stabil bir eğri oluşturduğu görölmüştür. Beyaz ekmek ve %24 dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminden sonra ghrelin düzeylerinde daha fazla dalgalanma olmuştur.



**Şekil 4.6.** Referans ve test besin tüketimlerinin zamana karşı oluşturduğu GLP-1, PYY ve Ghrelin düzeylerinin eğrisi

## 5. TARTIŞMA

Günümüzde endüstrileşme ve insanların yaşam tarzlarının değişmesiyle birlikte beslenme alışkanlıkları değişmektedir. Özellikle enerji, tuz ve yağ içeriği yüksek gıdaların tüketimi artarken; meyve, sebze ve kuru baklagil tüketiminde önemli bir düşüş gözlenmektedir. Bu değişim diyetle posa alımını düşürmekte ve bireylerin posa alımları önerilen düzeylerin çok altında kalmaktadır. Bu bağlamda posa alımını artırmak için çeşitli posa ile zenginleştirilmiş fonksiyonel gıdaların geliştirilmesi ve etkinliğinin araştırılması güncel çalışma konuları arasında yer almaktadır (2). Geleneksel posaya göre dirençli nişasta; hem potansiyel sağlık yararları hem de fonksiyonel özellikleri nedeniyle yeni bir gıda bileşeni olarak gıda endüstrisinde ilgi çekmekte ve son yılların popüler konuları arasında yer almaktadır (102, 103). Dirençli nişastanın metabolizmada göstermiş olduğu etkiler ve sağlık üzerine etkileri düşünüldüğünde obezite, insülin direnci veya diyabet gibi metabolik bozuklukların tedavisinde potansiyel fayda sağlamaktadır. Türk toplumunun sıklıkla tükettiği bir besin olan ekmeğe, dirençli nişasta eklenerek zenginleştirilmesi ve dirençli nişastanın prebiyotik etkisi üzerinden fonksiyonel bir özellik kazandırılması oldukça önem arz etmektedir.

Dirençli nişastanın glisemik indeks, glisemik yanıt ve iştah üzerine etkilerini inceleyen çalışmalar son yıllarda artış göstermektedir. Dirençli nişastanın glisemik indeks üzerine etkisi hem *in vivo* çalışmalarda hem de *in vitro* çalışmalarda incelenmiştir. Mevcut literatürlerin incelemesi sonucunda dirençli nişastanın toz formda, kahvaltı içerisinde, kurabiye ya da kek (muffin) gibi ürünler içerisinde verildiği tespit edilmiştir (104-106). Bu çeşit ürünlere dirençli nişasta eklenerek dirençli nişastanın iştah parametreleri üzerine olan etkisi incelenmektedir. Ancak dirençli nişastanın hem glisemik indeks/glisemik yanıt hem de iştah yanıtı bakımından mevcut literatürdeki veriler sınırlı kalmaktadır. Bu konuda dirençli nişastanın etkilerinin belirlenerek yeni fonksiyonel ürünlerin geliştirilmesi oldukça önemlidir. Bu çalışmada sağlıklı bireylere farklı oranlarda tip IV dirençli nişasta ilave edilmiş ekmekler ve referans besin olarak beyaz ekmek ve glukoz verilerek tip IV dirençli nişastanın glisemik indeks ve iştah metabolizması üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

### **5.1. Bireylerin Genel Özellikleri, Antropometrik Ölçümleri ve Biyokimyasal Parametrelerinin Değerlendirilmesi**

Glisemik indeks, yüksek karbonhidratlı besinlerdeki karbonhidratın kan glukozunu yükseltme potansiyelini değerlendirmek için bir ölçü olarak tasarlanmış bir indekstir (107). Glisemik indeks metodolojisinde glisemik indeks değerlerinin yaş, cinsiyet, BKİ, etnik köken ve glukoz tolerans durumu değişkenlerden önemli ölçüde etkilenmemektedir (71, 108, 109). Normoglisemik bireylerin yanı sıra bozulmuş glukoz toleransı olan bireyler de dahil edilerek çeşitli besinlerin glisemik indeks değerleri hesaplanmış ve hesaplanan değerler uluslararası tablolarda yayınlanmıştır (110). Genel olarak karşılaştırılabilir sonuçlara rağmen glisemik yanıtta değişkenlik bozulmuş glukoz toleransı veya diyabeti olan kişilerde daha fazla olduğundan, glisemik indeksin belirlenmesi için normal glukoz toleransı olan sağlıklı bireylerin glisemik indeks metodolojisinde bulunması önerilmektedir (111). Bu nedenle dirençli nişasta içeren ekmeklerin glisemik indeks değerlerinin belirlenmesini kapsayan bu çalışma gönüllü sağlıklı bireylerle yürütülmüştür.

Besinlerin glisemik indeks değerinin hesaplanmasında bireylerin yaşı sonucu önemli ölçüde etkilememektedir. Literatürde yer alan çalışmalarda 18-50 yaş aralığında ve 18-65 yaş aralığında bireylerin örnekleme oluşturduğu glisemik indeks değeri hesaplama çalışmaları yer almaktadır (71, 112). Fonksiyonel özellik kazandırılan makarnaların glisemik indeksi belirlemek için yürütülen başka bir çalışmada ise 18-60 yaş arası bireyler dahil edilmiştir (90). Yürütülen bu çalışmada bireylerin yaş aralığı 18-45 olarak belirlenmiştir. Örneklemin yaş aralığının belirlenmesinde hem glisemik indeks hem de iştah parametreleri göz önünde bulundurulmuştur. Menopozla birlikte meydana gelen hormonal değişiklikler iştah kontrolü, ağırlık kontrolü ve sindirim sistemi üzerinde etkileri olabilmektedir (113). Dünyada, menopoz yaşı yaklaşık 45-55 yaşları arasında iken, yapılan çalışmalar Türkiye'de ortalama menopoz yaşının 45-47 yaşlarında olduğunu göstermektedir (114, 115). Literatürden elde edilen bu veriler doğrultusunda çalışma örnekleminin yaş aralığı belirlenmiştir.

Karbonhidratlarla ilgili 1998 Ortak FAO/WHO Uzman Komitesi bir besinin glisemik indeksinin belirlenmesi için örneklem sayısının 6 birey olmasının yeterli

olacağını bildirmiştir (101). İlerleyen süreçte bu veri güncellenerek bir besinin glisemik indeksinin belirlenmesi için örneklem sayısının 10 birey olması önerilmiştir (111). Glisemik İndeks Test Protokolü'ne göre herhangi bir besinin glisemik indeks değerinin belirlenmesinde örneklem sayısının 10 ve üzeri olması gerektiği vurgulanmıştır (72). Yürütülen bu çalışmaya 5 kadın ve 5 erkek olmak üzere 10 birey dahil edilmiştir. Literatürde yer alan bazı çalışmalarda örneklemde yer alan bireylerin cinsiyet dağılımı eşit değilken (104, 116); bazı çalışmalarda cinsiyet dağılımı eşit tutulmuştur (91, 94). Bu çalışmada hem glisemik indeks hem de iştah parametreleri bakımından cinsiyet dağılımı çalışmayı önemli ölçüde etkilememektedir.

Obezite vücutta aşırı veya anormal yağ birikimi olarak tanımlanmaktadır. Obezitenin sınıflandırılmasında BKİ kullanılmakta olup, BKİ ve vücut yağ kütlesi arasında güçlü bir korelasyon bulunmaktadır (117). Artan BKİ ile vücut yağ kütlesi artışı beraberinde insülin direnci ve glukoz metabolizması bozukluklarını tetiklemektedir (118). Ancak besinlerin glisemik indeksinin belirlendiği çalışmalarda bireylerin BKİ'si glisemik indeks değerini etkilememektedir. Laboratuvarlar arası yürütülen ve besinlerin glisemik indeksinin değerlendirildiği bir çalışmada bireylerin BKİ aralığı 16,8-35,0 kg/m<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda besinlerin ortalama glisemik indeksi üzerinde deneklerin BKİ'sinin kayda değer bir etki yaratmadığı belirtilmiştir (71). Literatürde yer alan glisemik indeks çalışmalarında ise BKİ bakımından farklı aralıkların yer aldığı çalışmalar bulunmaktadır. Mohebbi ve arkadaşlarının yürütmüş olduğu çalışmada katılımcıların BKİ ortalaması 27±8 kg/m<sup>2</sup> bulunurken (119); Nugraheni ve arkadaşlarının yürütmüş olduğu çalışmaya BKİ'si normal aralıkta olan sağlıklı bireyler dahil edilmiştir (120). Örneklem BKİ aralığının belirlenmesinde hem glisemik indeks hem de iştah parametreleri göz önünde bulundurulmuştur. Beden kütle indeksinin artmasıyla birlikte gastrointestinal sistemden ve adipoz dokudan salgılanan hormonların düzeyleri etkilenmektedir. Obeziteyle birlikte bazal GLP-1 ve PYY düzeylerinde düşme gözlenirken, bazal ghrelin düzeylerinde artış gözlenmektedir (121, 122). Bu nedenle yürütülen bu çalışmada katılımcıların BKİ aralığı 18,50-24,99 kg/m<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir.

Postprandiyal kan glukoz konsantrasyonları birkaç faktöre bağlı olarak değişmektedir. Bozulmuş glukoz toleransı veya diyabeti olan bireylerde, glisemik

yanıt olarak ölçülen kan glukozunun eğri altında kalan alanı (AUC), sağlıklı bireylerle karşılaştırıldığında artmaktadır (73). Glisemik yanıtta değişkenlik bozulmuş glukoz toleransı veya diyabeti olan bireylerde daha fazla olduğundan, glisemik indeksin belirlenmesi için normal glukoz toleransı olan bireylerin örnekleme dahil edilmesi önerilmektedir (7, 111). Bu nedenle yürütülen bu çalışmaya sağlıklı gönüllü bireyler dahil edilmiştir. Çalışmanın uygulama aşamasına geçilmeden önce bireylerin genel muayeneleri ve 12 saat açlıktan sonra alınan kan örnekleriyle glukoz, insülin, HOMA-IR, total kolesterol, trigliserit, HDL kolesterol, LDL kolesterol, TSH, ALT, total protein, albümin, kreatinin analizi ve tam kan sayımı analizleri yapılarak sağlık durumları incelenmiştir. Yapılan biyokimyasal analiz sonucunda bireylerin glukoz, insülin, HOMA-IR, HDL kolesterol, LDL kolesterol, TSH, ALT, total protein, albümin, kreatinin analizi ve tam kan sayımı değerlerinin normal aralıkta olduğu görülmüştür (Tablo 4.2). Mısır nişastası içeren öğünün glisemik indeksinin hesaplandığı bir çalışmada örnekleme sağlıklı bireyler dahil edilmiştir. Ancak yürütülen çalışmada bireylerin sağlık durumlarını incelemek amacıyla yalnızca açlık kan glukozu ve HOMA-IR skorları incelenmiştir (123). Dirençli nişastayla zenginleştirilen ekmeğin glisemik indeksinin incelendiği başka bir çalışmada bireylerin açlık kan glukozu, total kolesterol, HDL ve LDL kolesterol, trigliserit, karaciğer fonksiyon testleri, üre, kreatin, ürik asit ve total protein değerleri incelenmiştir. Ayrıca bireylerin sistolik ve diastolik kan basınçları da ölçülmüştür. Değerlendirilen tüm parametrelerin normal aralıkta olduğu bildirilmiştir (91).

Standart test öğünlerini standartlaştırılmış koşullar altında tükettikten sonra bireylerin glisemik tepkileri günden güne değişebilmektedir. Glukoz veya ekmekten elde edilen 50 g karbonhidratın tekrarlanan testleri için eğri altındaki artımlı alanın ortalama varyasyon katsayısı tip 2 diyabetli bireylerde yaklaşık %15, diyabetik olmayan kişilerde %23-25 ve tip 1 diyabetli bireylerde %30 olması önerilmektedir (124). Yürütülen bu çalışmada varyasyon katsayısı glukoz için %5,65 ve beyaz ekmek için %6,17 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada varyasyon katsayısını düşürmek için referans besin olarak hem glukoz hem de beyaz ekmek kullanılmıştır.

## 5.2. Referans ve Test Besinlerin Proksimet Analizlerinin Değerlendirilmesi

Besinlerin glisemik indeksinin belirlenebilmesi için öncelikle referans ve test besinlerin nem, kül, protein, yağ, posa ve karbonhidrat miktarları analiz edilerek sindirilebilir karbonhidrat miktarının belirlenmesi gerekmektedir. Sindirilebilir karbonhidrat toplam karbonhidrattan diyet posası çıkarılarak elde edilmektedir. Toplam kullanılabilir şekerler, nişasta, kullanılabilir oligosakkaritler, glikojen ve maltodekstrin sindirilebilir karbonhidrat (glisemik karbonhidrat) olarak kabul edilirken hemisellüloz, selüloz ve dirençli nişasta sindirilebilir olmayan (glisemik olmayan) karbonhidratlar olarak sınıflandırılmaktadır (125). Besinlerin sindirilebilir karbonhidrat miktarı glisemik indeks değeri üzerinde belirleyici bir faktör olarak dikkat çekmektedir. Ancak sindirilebilir karbonhidratın yanı sıra besinin içerdiği posa, protein, yağ miktarı, nişasta yapısı ve partikül boyutu besinin glisemik indeksini etkileyebilecek faktörler arasında yer almaktadır (75, 126). Yürütülen bu çalışmada ilk olarak referans ve test besinlerin proksimet analizleri yapılarak besinlerin nem, kül, protein, yağ, posa ve karbonhidrat miktarları belirlenmiştir. Çalışmada %17 ve %24 oranında dirençli nişasta içeren unlardan ekmek üretilmiştir. Dirençli nişasta eklenmesi sonucunda ekmeklerin posa içeriği artış göstermiştir. Posa miktarları incelendiğinde %17 oranında dirençli nişasta içeren ekmeğin posa miktarı 15,29 g bulunurken; %24 oranında dirençli nişasta eklenen ekmeğin posa miktarı 17,28 g bulunmuştur. Ekmek içerisine tip IV dirençli nişasta eklenen bir çalışmada, dirençli nişasta içeriği artışı ile total diyet posası içeriği doğrusal olarak artış göstermiştir (62). Dirençli nişasta ve kepek eklenen ekmekler ile yürütülen bir çalışmada dirençli nişasta eklenen ekmeklerin diyet posası içeriğinde artış olduğu bildirilmiştir. Tip IV dirençli nişasta takviyeli ekmeklerin dokusunun ve görünümünün daha iyi olmasının yanı sıra, fonksiyonel özelliklerindeki gelişme, dirençli nişastanın kepeğe göre daha iyi bir posa kaynağı olduğunu göstermiştir (61). Beyaz ekmekte posa miktarının 2,2 g olarak saptandığı bir çalışmada %8 oranında beyaz ekmeğe tip II dirençli nişasta eklendiğinde posa miktarı 11,0 g olarak bulunmuştur (115). Beta-glukan ve dirençli nişasta eklenen ekmeklerin özellikleri incelendiğinde beta glukan eklenen ekmeği posa miktarı 13,8 g bulunurken, tip II dirençli nişasta eklenen

ekmeğin posa miktarı 19,1 g bulunmuştur (91). Besinlerin posa içeriğini artırmak amacıyla fonksiyonel bir bileşen olarak dirençli nişasta eklenmektedir (9).

Besinlere fonksiyonel bir bileşen olarak dirençli nişasta eklendiğinde posa içeriğinin yanı sıra besinlerin enerji, toplam şeker, protein veya yağ miktarlarında da değişiklikler gözlenmektedir. Tip II dirençli nişastanın galetaya eklendiği çalışmada enerji, toplam şeker, nem, kül ve protein içeriğinde azalma olurken, yağ miktarında önemli bir değişiklik gözlenmemiştir (88). Yüksek amilozlu mısır nişastası eklenen ekmeklerde beyaz ekmeğe göre yağ ve protein miktarı artış göstermiştir ancak sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (89). Literatürde yer alan diğer çalışmalarda beyaz ekmeğe göre yüksek amilozlu mısır nişastası eklenen ekmeklerde yağ miktarı artarken, protein miktarı azalmıştır (119, 127). Yürütülen bu çalışmada dirençli nişasta eklenen ekmeklerde enerji, kül, protein ve yağ miktarı azalırken, nem yüzdesi artış göstermiştir. Dirençli nişasta protein miktarındaki azalmayı gluten üzerinden sağlamaktadır. Dirençli nişasta içeren ekmekte, dirençli nişasta protein ile birleştiğinde nişasta granüllerinin çevresinde düzensiz bir matriks oluşabilir. Böylece, dirençli nişastanın varlığı protein içeriğini seyreltmış ve optimal gluten matriksinin oluşumunu da engelleyebilir (88). Öte yandan dirençli nişastanın protein içeriği düşük olduğu için reçeteye göre yapılan ekmeklerin 100 gramındaki protein miktarı da daha düşük çıkacaktır. Protein içeriğindeki azalma enerji miktarında da azalma sağlamaktadır. Ayrıca sindirilebilir nişastaya göre dirençli nişastanın enerji içeriğinin daha düşük olduğu belirtilmiştir (sindirilebilir nişasta 17 kJ/g, dirençli nişasta 8-10 kJ/g) (13). Bu araştırmada dirençli nişasta ilave edildiğinde ekmeklerin nem yüzdesi artmıştır. Çalışma bulgularıyla benzer olarak literatürde yer alan diğer araştırmalarda, buğday ununun dirençli nişasta ile ikame edilmesiyle fırınlanmış ürünlerin nem içeriğinde hafif bir artış olduğunu bildirmiştir (128, 129). Bu sonucun ortaya çıkmasında dirençli nişasta miktarının artmasıyla ortaya çıkan daha yüksek su tutma kapasitesi rol oynamaktadır. Dirençli nişastanın sağladığı su tutma kapasitesi beyaz ekmeğe göre dirençli nişasta içeren ekmeklerin nem yüzdesinde artışa yol açmıştır.

### 5.3. Referans Besinlere Göre Test Besinlerin Glisemik İndeks Değerlerinin Değerlendirilmesi

Karbonhidratlar geleneksel olarak kimyasal yapılarına göre monosakkaritler, oligosakkaritler ve polisakkaritler olarak sınıflandırılmaktadır. Bununla birlikte, tamamen kimyasal yapılarına dayalı bir sınıflandırma, sağlık açısından önemleri konusunda gerçek bir rehber sağlamamaktadır. Karbonhidratlar ince bağırsakta sindirilme ve emilme yeteneklerine dayalı bir sınıflandırmaya göre doğrudan veya dolaylı olarak vücut karbonhidrat havuzuna (glisemik karbonhidratlar) katkıda bulunmaktadır. Bu sınıflandırmada ince bağırsakta sindirilmeyen ve emilmeyen karbonhidratlar, glisemik karbonhidratlardan ayrı tutulmaktadır (130).

Kan glukoz konsantrasyonlarını ve diğer metabolik parametreleri daha güçlü bir şekilde etkileyen karbonhidratlar, ince bağırsaktan hızla emilen karbonhidratlardır. Diyet posası, ince bağırsakta sindirilmeden kalın bağırsakta fermente olduğunda glukoz ve yağın ince bağırsaktan emilim hızını yavaşlatarak ara metabolizma üzerinde etki göstermektedir. Karbonhidratların glisemik yanıtı, karbonhidrat alımı ile glukozun periferik kan akışına salınması arasında bir dizi işlemin sonucunda oluşmaktadır. Glisemik yanıt karbonhidrat içeren farklı gıdalar arasında büyük ölçüde değişmektedir. Bu farklı glisemik tepki glisemik indeks ile ölçülmektedir (131, 132). Periferik kan glukozuna göre, düşük glisemik indeksli gıdalar ince bağırsakta glukoz emilimini azaltan metabolik etkiler göstermektedir. Düşük glisemik indeksli gıdaların tüketimi, glukoz emilim oranını düşürmekte ve bu durumda dolaşımdaki insülin ve lipidlerde daha düşük bir artışa neden olmaktadır. Ortaya çıkan düşük ancak sürekli postprandial insülin sekresyonu, serbest yağ asitlerinin ve yüksek kan glukoz dalgalanmalarıyla ortaya çıkan karşı düzenleyici hormonların baskılanmasını sağlamaktadır. Serbest yağ asidi seviyelerinde zamanla ortaya çıkan azalma, insülin reseptör duyarlılığını arttırarak, dolaşımdan daha büyük bir oranda glukoz çekilmesini sağlamaktadır. Sonuç olarak, ince bağırsaktan glukoz emilimi devam etmesine rağmen, kan glukoz seviyeleri başlangıca yakın olarak kalmaktadır. (133, 134). Düşük glisemik indeksli diyetlerin çeşitli sistemik fizyolojik etkileri bulunmaktadır. Düşük glisemik indeksli gıdaların tüketiminin koroner kalp hastalığı ve tip 2 diyabet riskinde azalma ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (135).

Epidemiyolojik çalışmalar, yüksek posa ve düşük glisemik indekse sahip karbonhidrat açısından zengin gıdaların baskın olduğu bir diyetin diyabetin önlenmesine katkıda bulunabileceğine dair kanıtlar sağlamıştır. Hemşirelerin Sağlık Çalışması'na (The Nurses' Health Study) göre, yüksek glisemik yük ve düşük posa içeren diyet tüketen kadınlarda, düşük glisemik yük ve yüksek posa içeren diyet tüketen kadınlarla karşılaştırıldığında, tip 2 diyabet geliştirme riskinin 2,50 kat daha yüksek olduğu ortaya konmuştur (136). Düşük glisemik indeksli bir diyetin daha yüksek HDL kolesterol düzeylerinin bir göstergesi olduğu NHANES III verileriyle gösterilmiştir (137). Glisemik indeks ve sağlık arasındaki bu ilişkinin ortaya konmasıyla gıda endüstrisi düşük glisemik indeksli ürünlere dayalı fonksiyonel gıdalar üretmeye odaklanmaya başlamıştır. Çeşitli faktörler, karbonhidratların emilim oranını ve dolayısıyla bir gıdanın glisemik indeksini etkileyebilmektedir. Nişastanın yapısı ve parçacık boyutu glisemik indeksi önemli ölçüde etkilemektedir (126, 138). Nişastanın türü, dirençli nişasta ekleme, nişastanın jelatinleştirilmesi ve nişastaları suda çözünür hale getirme gibi işlemler glisemik indeksi modifiye etmektedir (73). Bir gıdanın glisemik indeksi ve nişasta sindirim hızı çeşitli tekniklerle değiştirilebilir. Düşük kalorili veya sıfır kalorili şekerler kullanılarak temel fonksiyonel içerik maddelerinin değiştirilmesi, nişasta lipid komplekslerinin oluşturulması veya ısı-nem işlemleri veya ekstrüzyon gibi işleme teknikleri bunlara örnektir. Gıdalardaki dirençli nişasta miktarı, fiziksel veya kimyasal (ısı, enzimatik, enzimli ısı ve kimyasal modifikasyon) işlemlerle değiştirilebilmektedir. Ayrıca dirençli nişasta gıda üretim aşamasında saf olarak gıdaya dahil edilebilmektedir (87).

Ekmek diyetin majör bileşeni olarak sıklıkla tüketilmektedir. Ancak ekmeğin glisemik indeksinin yüksek olması sebebiyle glisemik indeksin düşürülmesi için ekmeğe posa eklenmesi gibi çeşitli stratejiler uygulanmaktadır (123). Jel oluşturan viskoz diyet posası türünün glisemik indeksi düşürdüğü bildirilmiştir (124). Tam tahıl ürünlerinde doğal olarak bulunan diyet posasının ise glisemik indeks üzerindeki düşürücü etkinin çok az olduğu ortaya konmuştur (121). Çeşitli ürünlerin posa içeriği artırılarak glisemik indeksinin incelendiği çalışmalar literatürde yer almaktadır. Wolever ve arkadaşları yürütmüş oldukları çalışmada toplam diyet posası ve çözünmez posada bulunan üronik asitlerin glisemik indeksle anlamlı olarak ilişkili olduğunu bulurken, çözünür posa miktarının glisemik indeksle ilişkili olmadığını

ortaya koymuşlardır (125). Besinlerin posa içeriğinin artırılmasının besinin glisemik indeksini düşürdüğü çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir (126-129). Piyasada satılan glutensiz ekmeklerin glisemik indeksinin incelendiği tez çalışmasında da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ekmeklerin posa içeriğinin yükselmesi daha düşük glisemik indeks ile sonuçlanmıştır (130). Öte yandan yürütülen başka bir çalışmada porsiyon büyüklüğü ve toplam posa içeriğinin glisemik yanıtı etkilemediği bulunmuştur (131). Türkiye'ye özgü bazı ekmeklerin glisemik indeks değerlerinin incelendiği bir tez çalışmasında ise glisemik indeksi düşük kategoride yer alan ekmeklerin posa miktarı glisemik indeksi orta kategoride yer alan ekmeklerden daha yüksek bulunmuştur. Ancak orta ve yüksek kategoride yer alan ekmeklerin posa miktarlarının benzer olduğu saptanmıştır. Ekmeklerin posa içeriğiyle glisemik indeks değerleri arasında orantısal bir ilişki olmadığı belirlenmiştir (132). Yürütülen bu çalışmada %17 ve %24 oranında dirençli nişasta içeren unlardan ekmek üretilmiştir. Dirençli nişasta eklenmesi sonucunda ekmeklerin posa içeriği artış göstermiştir ancak glisemik indeks değerlerinde beklenen düşüş gözlenmemiştir.

Dirençli nişasta çeşitli fırınlamış ürünlere eklenerek bu ürünlerin glisemik indeksi *in vitro* veya *in vivo* olarak incelenmiştir. Ülkemizde üretilen tip IV dirençli nişasta %15, %20 ve %25 oranında makarnaya eklenmiştir. Ürünlerin *in vitro* glisemik indeksi incelendiğinde kontrol makarnasında glisemik indeks 82,75 bulunurken, %15 dirençli nişasta içeren makarnada 69,65, %20 dirençli nişasta içeren makarnada 68,40 ve %25 dirençli nişasta içeren 56,50 olarak glisemik indeks değerleri saptanmıştır. Bulunan değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır (139). Aynı araştırma grubu tarafından yürütülen farklı bir çalışmada tip IV dirençli nişasta ürünün aynı oranlarda ekmeğe eklendiği bir çalışma ekmeklerin üç gün boyunca *in vitro* glisemik indeksleri incelenmiştir. İlk gün kontrol ekmeği glisemik indeksi 100,0 bulunurken, %15 dirençli nişasta içeren ekmek 82,2, %20 dirençli nişasta içeren ekmek 80,0 ve %25 dirençli nişasta içeren ekmek 75,0 olarak glisemik indeks değerleri bulunmuştur. İkinci gün kontrol ekmeği glisemik indeksi 91,3, dirençli nişasta içeren ekmeklerin glisemik indeksi sırasıyla 76,6, 71,2 ve 66,9 olarak saptanmıştır. Üçüncü gün kontrol ekmeği glisemik indeksi 82,6, dirençli nişasta içeren ekmeklerin glisemik indeksi sırasıyla 70,6, 66,0 ve 56,8'dir. Üç gün boyunca hesaplanan glisemik indeks değerleri bakımından kontrol ekmeği ve dirençli

nişasta içeren ekmekler arasında anlamlı bir fark saptanmıştır. Ancak üçüncü gün sonunda %20 ve %25 oranında dirençli nişasta içeren ekmeklerin glisemik indeks değerlerinin orta kategoride yer aldığı görülmektedir (61). Tip II dirençli nişasta eklenerek galeta üretilen bir çalışmada dirençli nişasta eklenen ürünlerde *in vitro* glisemik indekste yaklaşık %15 azalma olduğu görülmüştür (88). Tip IV dirençli nişastanın (Fibersym MGP Ingredients, USA) %20 ve %35 oranında erişteye eklendiği bir çalışmada beyaz ekmek ve kontrol eriştesine göre dirençli nişasta eklenen ürünlerin *in vitro* glisemik indeksinin daha düşük olduğu ortaya konmuştur (140). Çalışmalardan elde edilen sonuçlar dirençli nişasta ile zenginleştirilen ürünlerin tahmini *in vitro* glisemik indeks değerlerinde azalma olduğunu göstermektedir. Tahmini *in vitro* glisemik indeks hesaplama yönteminde hem test hem referans besinlerden eşit miktarlarda örnekler alınarak uygulama yapılmaktadır. Bu uygulamada sindirilebilir karbonhidrat miktarı dikkate alınmadan eşit miktarda alınan örneklerin *in vitro* sindirilebilirliğine göre *in vitro* glisemik indeks değerleri hesaplanmaktadır (141).

Dirençli nişasta ile zenginleştirilen fırınlanmış ürünlerin *in vivo* glisemik indeksleri çeşitli çalışmalarda incelenmiştir. Tip II dirençli nişastanın kullanıldığı bir çalışmada ekmeğe %8 oranında dirençli nişasta eklenmiştir. Kontrol ekmeğinin glisemik indeksi 70,0 bulunurken, dirençli nişasta içeren ekmeğin glisemik indeksi 64,8 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunurken, dirençli nişasta eklenmesiyle ekmeğin glisemik indeksi orta kategoride yer almıştır (119). Yüksek amilozlu mısır nişastasının (16,5 g) ekmeğe eklenmesiyle yürütülen başka bir çalışmada beyaz ekmeğin glisemik indeksi 100 kabul edildiğinde dirençli nişasta eklenen ekmeğin glisemik indeksi  $60 \pm 18$  bulunmuştur (127). Kontrol parametresi olarak glukozun kullanıldığı bir çalışmada yüksek amilozlu mısır nişastası %30, %40, %50, %60 ve %70 oranında ekmeğe eklenmiştir. Dirençli nişasta miktarında artışla ters orantılı olarak glisemik indeks değerleri düşüş göstermiştir. Glisemik indeks değerleri 29,1-48,3 arasında değişkenlik göstermektedir (142). Tam tahıllı ekmeğin amiloz içeriği artırılarak glisemik indeksi tam tahıllı ekmek ve beyaz ekmekle karşılaştırılmıştır. Beyaz ekmek referans kabul edildiğinde tam tahıllı ekmeğin glisemik indeksi  $89,2 \pm 6,8$  ve amiloz içeriği yüksek tam tahıllı ekmeğin glisemik indeksi  $81,9 \pm 7,9$  olarak saptanmıştır. Ekmeklerin dirençli nişasta miktarı

incelendiğinde tam tahıllı ekmek 4,8 g ve amiloz içeriği yüksek tam tahıllı ekmek 7,7 g dirençli nişasta içermektedir. Kontrol ekmeğine kıyasla tam tahıllı ekmeğin amiloz içeriğinin artırılması glisemik indekste düşüş sağlamıştır. Ancak amiloz içeriği yüksek tam tahıllı ekmeğin glisemik indeksi kontrol ekmeğine göre düşük olmasına rağmen, glisemik indeksi yüksek besinler kategorinde yer almıştır (143). Dirençli nişasta ile zenginleştirilmiş ekmeğin (8,8 g dirençli nişasta) glisemik indeksi glukoz referans alınarak incelenmiştir. Çalışma sonucunda ekmeğin glisemik indeks  $40 \pm 8$  olarak bulunmuş ve glisemik indeksi düşük besinler içerisinde yer almıştır (91). Tip III dirençli nişasta içeren krakerin glisemik indeksinin incelendiği çalışmada referans besin glukozu göre kontrol krakerinin glisemik indeksi  $76,08 \pm 5,36$  bulunurken dirençli nişasta içeren krakerin glisemik indeksi  $40,88 \pm 6,42$  olarak bulunmuştur. Krakerlerin dirençli nişasta miktarı incelendiğinde kontrol besininin %7,35 ve test besininin %15,37 dirençli nişasta içerdiği görülmüştür (120). Beyaz ekmeğin kontrol parametresi olarak kullanıldığı çalışmada yüksek amiloz içeren ekmeğin glisemik indeksi incelenmiştir. Beyaz ekmeğin dirençli nişasta içeriği %0,2 ve yüksek amilozlu ekmeğin dirençli nişasta içeriği %3,5 olarak saptanmıştır. Beyaz ekmeğin glisemik indeksi 100 kabul edilirken yüksek amilozlu ekmeğin glisemik indeksi  $99,4 \pm 12,2$  olarak saptanmıştır ve sonuçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı ortaya konmuştur (89). Tip IV dirençli nişastanın (Fibersym MGP Ingredients, USA) %20 ve %35 oranında erişteye eklendiği bir çalışmada beyaz ekmek ve kontrol eriştesine göre dirençli nişasta eklenen ürünlerin *in vivo* glisemik indeksleri incelenmiştir. Çalışmada dirençli nişasta içeren ürünlerin glisemik indeksinin hesaplanmasında dirençli nişasta sindirilebilir karbonhidrat miktarına dahil edilerek ve dirençli nişasta toplam diyet posası kabul edilip sindirilebilir karbonhidrat miktarına dahil edilmeden hesaplama yapılmıştır. Glukozu göre ürünlerin glisemik indeksleri; beyaz ekmek  $66,9 \pm 11,3$ , kontrol eriştesi  $54,8 \pm 11,5$ , %20 dirençli nişastalı erişte (sindirilebilir karbonhidrat miktarına dahil edilen)  $51,8 \pm 11,2$  ve %35 dirençli nişastalı erişte (sindirilebilir karbonhidrat miktarına dahil edilen)  $49,1 \pm 9,9$  olarak bulunmuştur. Dirençli nişasta toplam diyet posası kabul edilip sindirilebilir karbonhidrat miktarına dahil edilmeyen erişte ürünlerinde glisemik indeksler %20 dirençli nişastalı erişte  $90,8 \pm 20,8$  ve %35 dirençli nişastalı erişte  $107,5 \pm 29,6$  olarak bulunmuştur. Beyaz ekmeğe göre ürünlerin glisemik

indeksleri; glukoz  $153,8 \pm 29,4$ , kontrol eriştesi  $83,2 \pm 19,1$ , %20 dirençli nişastalı erişte (sindirilebilir karbonhidrat miktarına dahil edilen)  $79,0 \pm 19,9$  ve %35 dirençli nişastalı erişte (sindirilebilir karbonhidrat miktarına dahil edilen)  $74,5 \pm 15,5$ 'tir. Dirençli nişasta toplam diyet posası kabul edilip sindirilebilir karbonhidrat miktarına dahil edilmeyen erişte ürünlerinde glisemik indeksler %20 dirençli nişastalı erişte  $138,6 \pm 36,1$  ve %35 dirençli nişastalı erişte  $164,6 \pm 50,3$  olarak bulunmuştur. Erişte ürünlerinin glisemik indeksinin incelendiği bu çalışmada, dirençli nişasta sindirilebilir karbonhidrat miktarına dahil edildiğinde hem glukozu göre hem de beyaz ekmeğe göre dirençli nişasta içeren ürünlerin glisemik indeksi daha düşük bulunmuştur. Ancak dirençli nişasta toplam diyet posası kabul edilip sindirilebilir karbonhidrat miktarına dahil edilmediğinde dirençli nişasta içeren ürünlerin glisemik indeksi daha yüksek bulunmuştur (140). Yürütülen bu çalışmada dirençli nişasta toplam diyet posası kabul edilip sindirilebilir karbonhidrat miktarına dahil edilmeden glisemik indeks hesaplanmıştır. Glukozu göre beyaz ekmeğin ve dirençli nişasta içeren ekmeklerin glisemik indeksi orta kategoride yer almıştır. Beyaz ekmeğe göre dirençli nişasta içeren ekmeklerin glisemik indeksleri ise yüksek kategoride yer almıştır (Tablo 4.5). Literatürde yer alan hem *in vitro* hem de *in vivo* glisemik indeks belirleme çalışmaların büyük çoğunluğunun sonuçlarında dirençli nişasta ile zenginleştirilen ürünlerin glisemik indeksinin düştüğü görülmüştür. Yürütülen bu çalışmalarda dirençli nişasta sindirilebilir karbonhidrat miktarına dahil edilmemiştir. Yalnızca Bıyıklı ve arkadaşlarının çalışmasında dirençli nişasta içeren ürünlerin glisemik indeksi dirençli nişasta hem sindirilebilir karbonhidrat miktarına dahil edilerek hem de toplam diyet posası kabul edilerek hesaplanmıştır (140). Yürütülen bu çalışmada dirençli nişasta sindirilebilir karbonhidrat miktarına dahil edilmediğinde dirençli nişasta içeren ürünlerin glisemik indeksi orta kategoride yer almıştır. Glisemik indeks hesaplama metodolojisine göre test edilen gıda 50 g sindirilebilir (glisemik) karbonhidrat içermelidir. Sindirilebilir karbonhidrat genellikle besinin içindeki toplam karbonhidrattan diyet posasının çıkarılması ile hesaplanmaktadır. Bunu doğru bir şekilde yapmak için, dirençli nişastanın karbonhidrat fraksiyonundan çıkarılması gerekmektedir (130). Dirençli nişastanın varlığı, glisemik indeks üzerinde etkilidir. Ancak eşit miktarda sindirilebilir karbonhidrat test edildiğinde glisemik indeks üzerinde fark yaratmadığı

belirlenmektedir (125). 2011 yılında EFSA'nın yayınladığı rapora göre dirençli nişasta sindirilebilir karbonhidrat miktarına dahil edildiğinde glisemik indeksi etkilemektedir. Ancak dirençli nişastanın sindirilebilir karbonhidrat miktarına dahil edilmediği durumlarda dirençli nişastanın etkisini ortaya koymak için yeterli kanıt olmadığı belirtilmiştir (144). Bu konuda araştırmacılar arasında bir fikir ayrılığı bulunmaktadır. Bazı yayınlar dirençli nişastanın sindirilebilir karbonhidrat miktarıyla değiştirildiğinde glisemiye azaltılabileceğini savunurken (145, 146), bazı araştırmacılar dirençli nişastanın sindirilebilir karbonhidrat miktarına dahil edilmediğinde glisemik indeksi düşüreceğini savunmaktadır (147).

#### **5.4. Referans ve Test Besin Tüketiminden Sonra Venöz Kan Glukoz ve İnsülin Yanıtlarının Değerlendirilmesi**

Nişasta ve diğer karbonhidratlar kan glukoz düzeylerinin artmasına katkıda bulunur. Ancak bazı karbonhidrat türleri glukozun yavaş salınımını sağlayabilmektedir. Nişastanın yapısı, kaynağı ve nişasta ürünlerinin işlenmesindeki farklılıklar nişastanın hidrolizini ve ardından meydana gelen metabolik süreçleri etkilemektedir. Bu farklılıkların sonucu olarak kan glukoz ve insülin yanıtları değişiklik göstermektedir (148). Dirençli nişasta açısından zengin gıdalarda sindirim hızı, hızlı sindirilebilir nişastaya göre yavaştır. Dirençli nişastanın sindirim enzimleri ( $\alpha$ -amilaz, izoamilaz ve pullulanaz) tarafından sindirilememesi, dirençli nişastalı ürünlerin nutrasötik potansiyelinin yanı sıra postprandiyal kan glukoz ve insülin yanıtındaki azalmadan sorumludur (149). Buradaki potansiyel mekanizmaların KZYA üretimi ile kas ve karaciğerde glukoz tutulumunun artması, bağırsak hormonlarının salınımıyla birlikte insülin duyarlılığının artması ve dirençli nişasta tüketimiyle ektopik yağ dokusunun azalması ve adipogenezin düzenlenmesiyle insülin duyarlılığının artması olduğu düşünülmektedir (11, 150). EFSA tarafından “Sindirilebilir nişastayı dirençli nişasta ile değiştirmek, yemekten sonra daha düşük kan glukoz seviyeleri sağlar. ”sağlık beyanı onaylanmıştır. Ancak nişasta içeriği yüksek pişmiş besinlerin içindeki dirençli nişasta içeriği toplam nişastanın en az %14'ü olduğunda bu beyanın verilebileceği ifade edilmiştir (144).

Yürütülen bu çalışmada referans ve test besin tüketimi sonrası glukoz ve insülin yanıtları incelenmiştir. Kan glukoz ve insülin yanıtları iAUC olarak

hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda %17 ve %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminin hem insülin hem glukoz yanıtları glukozu göre daha düşük bulunmuştur. Beyaz ekmeğe göre %17 oranında dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminin glukoz yanıtı daha düşük bulunurken, insülin yanıtı daha yüksek bulunmuştur. Beyaz ekmeğe göre %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminin hem glukoz hem de insülin yanıtı daha yüksek bulunmuştur (Tablo 4.8). Dirençli nişastanın glukoz ve insülin yanıtı üzerindeki etkisi bu çalışmaya benzer olarak çeşitli çalışmalarda akut olarak incelenmiştir. Sağlıklı bireylerde %40 dirençli nişasta içeren ekmeklerin glukoz yanıtının 90-105. dakikalar arasında, insülin yanıtının ise 90-200. dakikalar arasında beyaz ekmeğe göre daha düşük olduğu gösterilmiştir (127). Kontrol parametresi olarak glukozun kullanıldığı bir çalışmada yüksek amilozlu mısır nişastası %30, %40, %50, %60 ve %70 oranında ekmeğe eklenmiştir. Ekmeklerin dirençli nişasta içerikleri sırasıyla 2,6, 4,7, 10,2, 14,4 ve 16,7 g olarak hesaplanmıştır. Dirençli nişasta içeren tüm ekmeklerin iAUC glukoz yanıtları glukozdan anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur. İnsülin yanıtında ise sadece %60 ve %70 oranında dirençli nişasta içeren ekmeklerin iAUC insülin yanıtı anlamlı olarak glukoz ve diğer ekmeklerden düşük bulunmuştur (142). Tip II dirençli nişastanın 8,8 g olarak ekmeğe eklendiği çalışmada glukoz yanıtının kontrol parametresi olan glukozu göre daha düşük olduğu ortaya konmuştur. Ancak çalışmada insülin yanıtı incelenmemiştir (91). Tip II dirençli nişastanın %60 oranında ekmeğe eklendiği başka bir çalışmada beyaz ekmeğe göre postprandial glukoz ve insülin yanıtında sırasıyla %55 ve %43 oranında azalma olduğu saptanmıştır (151). Diyabetli bireylerin örneklemini oluşturduğu bir çalışmada %20 oranında tip II dirençli nişasta içeren simitler katılımcılar tarafından tüketilmiştir. Test öğünü ile dirençli nişasta içeren simit tüketimi sonrası glukoz ve insülin yanıtları kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur (152). Sağlıklı bireylerde tam tahıllı veya rafine ekmeklerin amiloz içeriği artırılarak glukoz ve insülin yanıtları incelenmiştir. Yüksek amilozlu ekmeklerin dirençli nişasta içeriği 3,2-4,7 g arasında dirençli nişasta içerirken, kontrol ekmeği 0,3 g dirençli nişasta içermektedir. Kontrol ekmeklerine göre yüksek amiloz içeren ekmeklerin glukoz yanıtında %39 ve insülin yanıtında %24-30 oranında azalma sağladığı gösterilmiştir (153). Sağlıklı bireyler tarafından günlük 14-19 g dirençli nişasta alımı sağlayan ekmekler (roll) 7 gün

boyunca tüketilmiştir. Sabah, öğle ve akşam öğününde toplam 4 ekmek (roll) tüketimi sonrasında postprandial glukoz ve insülin yanıtları kontrol ekmeğine göre azalmıştır (154). Literatürde yer alan çalışmalarda farklı sonuçlar da ortaya konmuştur. Yapılan bazı çalışmalarda dirençli nişasta içeren ekmeklerin kontrole göre postprandial glukoz yanıtını düşürdüğü gözlenirken, insülin yanıtında anlamlı bir fark olmadığı gözlenmiştir (143, 155). Bazı çalışmalarda ise dirençli nişasta içeren ekmeklerin postprandial insülin yanıtını düşürdüğü gözlenirken, glukoz yanıtı üzerine etkisinin olmadığı saptanmıştır (156, 157). Tip II dirençli nişasta içeren ekmeklerin sağlıklı bireyler tarafından tüketildiği çalışmalarda dirençli nişastanın postprandial glukoz ve insülin yanıtı üzerine etkisinin olmadığı ortaya konmuştur (158-161).

Yürütülen bu çalışmada dirençli nişasta içeren ekmeklerin glukozu göre daha düşük glukoz ve insülin yanıtı gösterdiği bulunmuştur. Ancak beyaz ekmeğe göre dirençli nişasta içeren ekmekler daha yüksek glukoz ve insülin yanıtı oluşturmıştır. Literatürde yer alan çalışmalarda ise dirençli nişasta tüketiminin glukoz ve insülin yanıtı üzerinde etkili olduğu, sadece glukoz veya insülin yanıtını düşürdüğü saptanmışken; glukoz ve insülin yanıtı üzerinde etkisinin olmadığı da saptanmıştır. Ancak dirençli nişastanın glisemik yanıt üzerinde herhangi bir olumsuz etkisi gözlenmemiştir. Bu çalışmalarda çoğunlukla tip II dirençli nişastanın etkisi incelenmiştir. Bazı çalışmalarda düşük doz dirençli nişasta (4,7 g) tüketimi bile glukoz ve insülin yanıtı üzerinde olumlu etki gösterirken (153); bazı çalışmalarda 15 g dirençli nişasta tüketiminin glukoz ve insülin yanıtı üzerinde etkisinin olmadığı gösterilmiştir (159). Dirençli nişasta tüketiminin akut etkisini inceleyen çalışmalarda tüketilen ürünlerin dirençli nişasta içeriği yaklaşık olarak en düşük 1,4 g bulunurken, en yüksek tüketim miktarının 48 g olduğu bulunmuştur (43). Yürütülen bu çalışmada Tüketilen ekmek miktarlarına göre beyaz ekmek 4,50 g, %17 dirençli nişasta içeren ekmek 19,7 g ve %24 dirençli nişasta içeren ekmek 22,16 g posa içermektedir. Ekmeklerin dirençli nişasta miktarı ayrıca hesaplanmamıştır ancak dirençli nişasta içeren ekmeklerin posa miktarının büyük çoğunluğunun dirençli nişastadan geldiği bilinmektedir. Bu çalışmada ülkemizde üretilen tip IV dirençli nişastanın glukoz ve insülin yanıtı sağlıklı bireylerde incelenmiştir. Dirençli nişasta içeren ekmekler glukozu göre glisemik yanıtı etkilerken, beyaz ekmeğe göre glisemik yanıt üzerinde

etkili olmamıştır. Bu sonucun ortaya çıkmasında sağlıklı bireylerin başlangıç kan glukoz düzeylerinin normal sınırlarda olmasının ve tokluk kan glukoz düzeylerinin fazla yükselmeyerek başlangıç düzeylerine tekrar geri dönmesinin etkin olabileceği düşünülmektedir. Bu durum yürütülen bir meta-analiz çalışmasının sonuçlarıyla örtüşmektedir. Yapılan meta-analiz çalışmasında 16 klinik çalışma incelenmiştir. Sindirilebilir nişasta alımına kıyasla, dirençli nişasta alımının açlık plazma glukozundaki azalma ve HOMA-IR homeostatik model değerlendirmesi üzerinde önemli etkisi olduğunu ortaya konmuştur. Ancak bu etki bireyler hafif şişman veya diyabet geliştirme riski yüksek olduğunda ortaya çıkmaktadır. Ayrıca araştırmacılar, müdahale süresi 8 haftadan uzun olduğunda ve dirençli nişasta tüketim dozu günde 28 g'ın üzerinde olduğunda daha anlamlı bir etki olduğunu ortaya koymuşlardır (162). Bu çalışmada ekmeklerin toplam nişasta ve dirençli nişasta içerikleri hesaplanmamıştır. Bu durum çalışmanın bir sınırlılığı olarak kabul edilebilir. Ekmeklerin toplam nişasta ve dirençli nişasta içeriklerine göre dirençli nişastanın toplam nişastanın yüzde kaçını kapsadığı saptanabilir. Ekmeklerin sahip olduğu dirençli nişasta miktarı toplam nişastanın %14'ünü karşılamadığı için dirençli nişasta içeren ekmeklerin beyaz ekmeğe göre glisemik yanıt üzerinde etkisinin olmadığı düşünülmektedir. Ayrıca nişasta biyoyararlanımı, dirençli nişastanın fiziksel formu, katılımcı değişkenliği (sağlıklı veya diyabetik birey), katılımcılar arasındaki biyolojik varyasyon, dirençli nişasta kaynağı veya dirençli nişasta miktarı gibi faktörler de çalışmaların sonuçlarını etkilemektedir.

Yürütülen bu çalışmada referans ve test besinlerin glisemik indeksinin belirlenmesi için kapiller kan glukozları takip edilmiştir. Ayrıca referans ve test tüketimi sonrası venöz kan glukoz ve insülin yanıtları incelenmiştir. Glisemik indeks kapiller kan glukoz ölçümüne dayanan basit ve nispeten invaziv olmayan bir yöntem olarak gıdaların kapsamlı bir şekilde taranmasına izin vermektedir. Kapiller kandaki glisemik tepkiler venöz kan veya plazmadakilerden daha yüksektir ve bu nedenle farklı gıdalara verilen glisemik tepkilerdeki daha küçük farklılıkların tespit edilmesine olanak sağlayabilmektedir (72). Glisemik indeksin hesaplanmasında venöz kan yerine kapiller kan kullanılarak hesaplandığında sonuçların daha tutarlı olduğu belirtilmektedir (73, 124). Venöz kandaki glukoz konsantrasyonu, kapiller kan glukoz konsantrasyonundan daha düşüktür. Çünkü kan kılcal damarlar yoluyla

arteriyel dolaşımdan venöz dolaşıma akarken, periferik dokular glukozun bir kısmını uzaklaştırmaktadır (71). Yürütülen bu çalışmada literatürde yer alan verilerle tutarlı olarak venöz kan glukoz değerlerinin kapiller kan glukoz değerlerinden daha düşük olduğu ortaya konmuştur.

### **5.5. Referans ve Test Besin Tüketimi Sonrası Bireylerin Görsel Analog Skala (VAS) Yanıtlarının Değerlendirilmesi**

Bireylerin iştah durumu objektif ve subjektif olarak değerlendirilmektedir. İştah durumunu değerlendirirken açlık hissi, yeme isteği veya yemek yeme için ne kadar iştahlı olduğu gibi belirteçler kullanılmaktadır. Yemekten önce değerlendirilen açlık veya yeme isteği gibi durumların sonraki enerji alımıyla ilişkili olduğu gösterilmiştir (163). Görsel analog skala (VAS), değişen uzunluktaki çizgilerle subjektif iştah durumunu ölçmek için kullanılmaktadır. Genellikle 100 mm veya 150 mm'lik yatay çizgiler kullanılmakta olup, her iki uzunluk da geçerli sonuçlar vermektedir (164). Bu çalışmada subjektif iştah durumunu değerlendirmek için 100 mm'lik VAS kullanılmıştır. Çalışma sonucunda açlık yanıtı bakımından glukozu göre dirençli nişasta içeren ekmeklerin iAUC açlık değerleri daha düşük bulunmuştur. Tokluk yanıtı bakımından değerlendirildiğinde hem glukozu hem de beyaz ekmeğe göre dirençli nişasta içeren ekmeklerin iAUC tokluk değerleri anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlar doğrultusunda dirençli nişasta içeren ekmeklerin subjektif olarak açlığı baskıladığı ve tokluk sağladığı söylenebilir. Ayrıca %24 oranında dirençli nişasta içeren iAUC şekerli besin tüketim isteği yanıtı glukoz ve beyaz ekmeğe göre daha düşük bulunmuştur. Ancak sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Literatürde yer alan çeşitli çalışmalarda dirençli nişastanın subjektif iştah üzerine etkisi VAS kullanılarak değerlendirilmiştir. Binou ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada referans besin olarak glukoz ve test besin olarak total nişastanın %15'i kadar tip II dirençli nişasta içeren ekmek kullanılmıştır. Çalışma sonucunda 15. dakikadan sonra ve 180 dakikaya kadar glukozu göre dirençli nişasta içeren ekmeğin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük yeme isteği ve daha yüksek tokluk sağladığı gösterilmiştir (91). Belobrajdic ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada amiloz içeriği düşük (0,4 g dirençli nişasta) ve amiloz içeriği yüksek (4,7 g dirençli nişasta) ekmekler glukoz ile karşılaştırılmıştır. Glukozu

göre ekmeklerin subjektif iştah skoru daha yüksek bulunurken, yeme isteği daha düşük bulunmuştur. Ancak iştah skoru ve yeme isteği bakımından ekmekler arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır (153). Tip IV dirençli nişasta (VERSAFİBRE 2470) ile zenginleştirilen çöreklerin subjektif iştah üzerine etkisi incelenmiştir. Tip IV dirençli nişasta 16,5 g posa sağlamıştır. Çalışma sonucunda kontrol çöreğine göre subjektif iştah parametrelerinden açlık ve yeme isteğinin dirençli nişasta ile zenginleştirilen grupta anlamlı olarak daha düşük olduğu gösterilmiştir (100). Yapılan başka bir çalışmada tüketilen porsiyon miktarında 12,1 g dirençli nişasta içeren ekmeğin açlık, tokluk ve yeme isteği skorlarının beyaz ekmekle benzer olduğu ortaya konmuştur (161). Tüketilen porsiyon miktarında 2,5 g (tip III) ve 15,0 g (tip II) dirençli nişasta içeren ekmeklerin kullanıldığı iki farklı çalışmada ise kontrol parametresi olarak kullanılan beyaz ekmeğe göre subjektif iştah skoru (açlık ve tokluk) bakımından anlamlı bir farklılık saptanmamıştır (155, 159). Tip II dirençli nişasta içeren roll ekmeklerle günlük dirençli nişasta alımının 14-19 g olduğu çalışma sonucunda açlık, tokluk ve yeme isteği skorları bakımından kontrol grubuyla istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır (165).

Literatürde yer alan çalışmaların sonuçları değerlendirildiğinde dirençli nişasta miktarından bağımsız olarak çalışma sonuçlarının birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Çalışmalar arasındaki farklı bulgular, dirençli nişastanın miktarı ve kaynağı, nişastanın kristallik, amilozun amilopektine oranı ve granüler yapı gibi özellikleri, iştahın nasıl ölçüldüğü, iştahın ölçüldüğü süre, çalışmanın türü (akut veya kronik tüketim), örneklem büyüklüğü ve katılımcı özellikleri gibi çalışma tasarımındaki farklılıklardan kaynaklanabilir. Yapılan çalışmalarda iştah durumu VAS kullanılarak subjektif olarak ölçülmüştür. Katılımcıların beyanına dayalı olarak subjektif iştah durumunun belirlenmesi de çalışma sonuçlarının farklı çıkmasında etkili olmuş olabilmektedir. Dirençli nişastanın iştah üzerindeki kısa süreli olumlu yanıtın etki mekanizması belirsizdir ve bu konuda daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir. Bu çalışma ile ülkemizde üretilen tip IV dirençli nişastanın açlık ve tokluk üzerindeki olumlu etkilerinin ortaya konması enerji alımı ve ağırlık yönetimi açısından umut vaat etmektedir.

### 5.6. Referans ve Test Besin Olarak Hazırlanan Ekmeklerin Duyusal Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Duyusal özelliklerin değerlendirilmesi, ürünlere verilen tepkilerin görme, koklama, dokunma, tatma ve işitme duyuları aracılığıyla algılandığı şekliyle uyandırılması, ölçülmesi, analiz edilmesi ve yorumlanması için kullanılan bilimsel bir yöntem olarak tanımlanmaktadır. Duyusal değerlendirme, ürün özellikleri ile insan algısı arasında ilişkiler kurmak için sayısal verilerin toplandığı subjektif ve nicel bir araştırma yöntemi olarak kullanılmaktadır. Ürünlerin duysal özellikleri renk, tat, doku gibi kategorilerde 1-5 veya 1-10 arası puan verilerek değerlendirilmektedir (166, 167). Yürütülen bu çalışmada ekmeklerin renk, görünüş, tat, koku, sıklık-yapışkanlık ve genel beğeni durumlarını kapsayan duysal özellikler değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda değerlendirilen duysal özellikler bakımından beyaz ekmek tüm kategorilerde en yüksek puanı almıştır. Dirençli nişasta içeren ekmekler incelendiğinde ise %17 oranında dirençli nişasta içeren ekmeğin duysal özelliklerin tümünde aldığı puan %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmekten daha yüksektir. Dirençli nişastayla zenginleştirilen keklerin duysal özelliklerinin değerlendirildiği bir çalışmada görünüş ve tat bakımından dirençli nişasta içeren keklerin puanı yüksek bulunurken; tekstür ve kabul edilebilirlik bakımından kontrol keklerinin puanı daha yüksek bulunmuştur (168). Patates nişastası ile zenginleştirilerek dirençli nişasta içeriği artırılan öğünlerin duysal özellikleri incelenmiştir. Dirençli nişasta içeriği düşük olan öğünün görünüş, tat, lezzet ve ağızda kalan tat bakımından duysal özellik puanları daha yüksek bulunmuştur. Dirençli nişasta içeriği yüksek olan öğünün yalnızca tekstür özelliği daha yüksek puan almıştır (169). Düşük ve yüksek doz dirençli nişasta içeren öğünlerin duysal özellikleri kontrol öğünü ile karşılaştırılmıştır. Kontrol öğününün tat, doku ve lezzet puanları dirençli nişasta içeren öğünlerden daha yüksek bulunmuştur (170). Dirençli nişastanın galetaya eklendiği bir çalışmada ise dirençli nişastanın kısmi ikamesi galetaların rengini açmış ve sertliğini azaltmıştır. Ancak ikame oranı %50'ye kadar olan formüllerde optimum duysal kalitenin gözlendiği belirtilmiştir (88). Tip IV dirençli nişastanın (VERSAFIBE 1490) kullanıldığı bir çalışmada 25 g kurabiyelere eklenmiştir. Dirençli nişasta eklenmeyen kurabiyeler kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Dirençli nişasta eklenen kurabiyelerde görünüş, tekstür ve genel

beğeni puanları kontrol grubundan daha yüksek bulunurken; tat bakımından kontrol kurabiyelerinin puanı daha yüksek bulunmuştur. Ancak sonuçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır (105). Tip IV dirençli nişastanın (VERSAFIBE 2470) çöreklerle eklenerek duyuşal özelliklerinin incelendiğı başka bir çalışmada, kontrol çöreklerinin tat, tekstür, görünüş ve beğeni puanlarının dirençli nişasta içeren çöreklerden daha yüksek olduğı görölmüştür (100). Dirençli nişasta eklenen ekmeklerde posa içeriğinin artması ve dirençli nişastanın su tutma kapasitesi nedeniyle ekmeklerin daha sıkı bir dokuya ve daha yoğun bir içeriğe sahip olduğı görölmektedir. Bu nedenle beyaz ekmeğe göre dirençli nişasta içeren ekmeklerin duyuşal özelliklerine ait puanlar daha düşük bulunmuştur. Literatürden elde edilen verilerde de dirençli nişasta eklenen ürünlerin duyuşal özellikler bakımından kontrol ürünlerine göre daha düşük puana sahip olduğı görölmektedir. Dirençli nişasta içeren ürünlerin geliştirilmesi konusunda duyuşal özellikler oldukça önem arz etmektedir. Bu bağlamda dirençli nişasta içeren fonksiyonel gıdalar tüketime sunulmadan önce tat, tekstür, görünüş, renk ve genel beğeni bakımından geliştirilerek bireylerin damak tadına uygun hale getirilmelidir.

### **5.7. Referans ve Test Besin Tüketimi Sonrası Bireylerin Besin Tüketim Kayıtlarının Değerlendirilmesi**

Genel olarak, sindirilebilir karbonhidratla karşılaştırıldığında, dirençli nişastanın tokluk artışı sağlayarak ve sonraki enerji alımına etki ederek kısa süreli enerji alımını azalttığına dair bazı kanıtlar bulunmaktadır. Dirençli nişasta tüketiminin enerji alımını azaltmasında çeşitli mekanizmalar bulunmaktadır. Dirençli nişasta tüketimi gastrik boşalma hızını geciktirerek ve gastrointestinal hormonlara etki ederek enerji alımının azalmasını sağlamaktadır (43). Ayrıca dirençli nişastanın çeşitli gıda ürünlerine eklenmesiyle ürünün posa içeriğı artmakta, karbonhidrat ve enerji içeriğı düşmektedir. Bu durum da enerji alımının azalmasına katkı sağlamaktadır (171). Literatürde yer alan çalışmalarda dirençli nişasta tüketimi sonrası bireylerin takip eden öğünlerdeki enerji alımları incelenmiştir. Tip II dirençli nişastanın 40g/gün tüketilerek 12 hafta boyunca takip edildiğı bir çalışmada plasebo grubuyla enerji, karbonhidrat ve yağ alımı arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır. Ancak dirençli nişasta tüketen grupta protein alımı anlamlı olarak düşük bulunmuştur

(172). Tip II dirençli nişastayla zenginleştirilen roll ekmeklerin tüketildiği çalışmada enerji ve karbonhidrat alımı bakımından tüketen gruplar arasında anlamlı fark olmadığı belirlenmiştir (165). Akut olarak 48 g tip II dirençli nişastanın tüketildiği başka bir çalışmada plaseboya göre dirençli nişasta tüketimi sonrası hem öğle öğününde enerji alımı hem de toplam enerji alımı anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur (173). Emilien ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada, dirençli nişasta ile zenginleştirilen kahvaltı tüketimi sonrası öğle öğününde enerji alımı artarken; toplam enerji alımının kontrole göre daha düşük olduğu gösterilmiştir. Toplam enerji alımı bakımından kontrol ve dirençli nişasta tüketimi bakımından anlamlı fark saptanmıştır (104). Dirençli nişasta tüketiminin etkisini 6 haftalık süreçte inceleyen bir çalışmada bireyler haftalık 15 g tip II dirençli nişasta tüketmişlerdir. Çalışma sonucunda müdahale öncesi döneme göre ara öğün, öğle yemeği ve ara öğün + öğle yemeği enerji alımlarının sırasıyla %7, %27 ve %14 oranında azaldığı saptanmıştır. Bu bulgular, takip eden iki öğünde enerji alımının müdahaleden sonra %14 daha düşük olduğunu ve yaklaşık 150 kalorilik azalma sağladığı gösterilmiştir. Kontrol grubunda ise önemli bir değişiklik gözlenmemiştir (116). Tip II dirençli nişastanın akut tüketiminin etkisinin incelendiği bir çalışmada ise takip eden öğünde enerji alımının dirençli nişasta tüketen grupta anlamlı olarak daha düşük olduğu saptanmıştır (174). Bu çalışmaların yanı sıra literatürde dirençli nişastanın akut veya kronik tüketiminin enerji ve besin ögesi alımı üzerinde etkisinin olmadığı çalışmalarda yer almaktadır (94, 152, 170, 175-177).

Yürütülen bu çalışmada referans ve test besin tüketimi sonrası öğle, akşam ve toplam olarak öğünlerdeki enerji, karbonhidrat, protein, yağ ve posa alımları incelenmiştir. Çalışma sonucunda takip eden öğle öğününde en yüksek enerji alımı glukoz tüketiminden sonra görülürken, en düşük enerji alımı %17 oranında dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminde görülmüştür. Öğle öğününde en düşük karbonhidrat tüketimi ise %17 oranında dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminden sonra gerçekleşmiştir. Akşam öğününde en düşük enerji alımı %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminden sonra gerçekleşmiştir. Toplam enerji ve diğer besin öğeleri alımı bakımından besinler incelendiğinde ise en düşük toplam enerji, karbonhidrat ve protein alımının %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminden sonra olduğu görülmüştür. Elde edilen veriler doğrultusunda dirençli

nişasta tüketiminin enerji ve besin ögesi alımını etkilediği söylenebilmektedir. Sonuçlar arasında toplam enerji, protein ve yağ alımı bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır. Dirençli nişastanın kısa süreli enerji alımını azalttığına dair kanıtlar olsa da önemli bir farkın gözlemlenmediği çalışmalar da literatürde yer almaktadır. Bu durumun ortaya çıkmasında dirençli nişasta tipi ve dozu da dahil olmak üzere çalışma tasarımındaki farklılıklar, herhangi bir çıkarımda bulunmayı zorlaştırmaktadır. Elde edilen verilere göre etkili bir minimum dozun henüz belirlenmediği bilinmektedir. Literatürde yer alan dirençli nişasta ile zenginleştirilen gıdaların daha düşük dirençli nişasta içeriğine sahip gıdalarla karşılaştırıldığı çalışmalarda, dirençli nişasta dışındaki bileşenlerin (yağ, protein, diğer lif türleri gibi) gözlenen biyolojik etkilere katkıda bulunabileceği düşünülerek hem çalışma tasarımı hem de çalışma sonuçlarının yorumlanması aşamasında bu duruma dikkat edilmelidir.

#### **5.8. Referans ve Test Besin Tüketimi Sonrası Glukagon Like Peptit-1, Peptit YY ve Ghrelin Düzeylerinin Değerlendirilmesi**

İştah metabolizmasında porsiyon büyüklüğü, lezzet gibi duyuşsal ipuçları; söz konusu yiyeceklerle önceki deneyimler gibi bilişsel faktörler ve bağırsak ile beyin arasındaki mide ve bağırsak hormonlarındaki gerilme reseptörlerini içeren metabolik sinyaller olmak üzere pek çok faktör etkili olmaktadır. Mide ve bağırsak hormonlarından Peptit YY, pankreatik polipeptit, GLP-1 ve kolesistokinin besin alımına yanıt olarak üretilmekte ve iştahı baskılayarak besin alımını azaltmaktadır. Açlık hormonu olarak bilinen ghrelin, açlık durumunda salınarak besin alımını artırmaktadır. Besin örüntüsüne açlığı azaltan ve tokluğu artıran gıdaların veya bileşenlerin dahil edilmesi, ağırlık yönetiminde etkili olma potansiyeline sahiptir. Dirençli nişasta tüketimiyle kısa zincirli yağ asitleri üretimi aracılığıyla bağırsaklardan salgılanan GLP-1 ve PYY iştahın baskılanması ve besin alımının azaltılmasını sağlamaktadır (6, 11, 43). Literatürde yer alan çalışmalarda dirençli nişastanın akut veya kronik tüketiminin GLP-1, PYY ve ghrelin üzerindeki etkileri incelenmektedir.

Diyabetli bireylerde 40 g tip II dirençli nişastanın 12 haftalık tüketiminin etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda plaseboya göre tip II dirençli nişasta tüketen

grupta GLP-1 yanıtının anlamlı olarak daha yüksek olduğu ortaya konmuştur (172). Dirençli nişasta ile zenginleştirilen kahvaltı tüketimi sonrası bireylerin 5 saat boyunca GLP-1 yanıtları incelenmiştir. Kontrol öğünüyle dirençli nişasta içeren öğünün iAUC GLP-1 yanıtları benzer bulunmuştur. Kontrol öğünü tüketiminden sonra GLP-1 düzeyleri artış göstermiştir (169). Sağlıklı bireylerle yürütülen bir çalışmada 48 g tip II dirençli nişasta tüketiminin akut etkileri incelenmiştir. Tip II dirençli nişasta tüketen grupta 180. dakikaya kadar iAUC GLP-1 yanıtının plaseboya göre anlamlı olarak düşük olduğu görülmüştür. Ancak öğle öğününde (180-300 dakika arasında) iAUC GLP-1 yanıtları arasında fark olmadığı saptanmıştır (178). Sağlıklı bireylerle yürütülen başka bir çalışmada kahvaltı öğünü dirençli nişastayla zenginleştirilmiş ve 3 saat boyunca GLP-1 yanıtı incelenmiştir. Çalışma sonucunda dirençli nişasta tüketiminden sonra 30. dakikaya kadar GLP-1 düzeyi artış göstermiş ancak 30-60 dakikalar arasında GLP-1 düzeyi azalmıştır. Kontrol öğününün belirtilen dakikalarda ise GLP-1 düzeyleri anlamlı olarak yüksek bulunmuştur (94). Sağlıklı bireylerle yürütülen başka bir çalışmada 40 g dirençli nişasta tüketiminin akut etkisi 180 dakika boyunca incelenmiştir. Dirençli nişasta tüketimini takiben 120. dakikada kontrole kıyasla GLP-1 düzeylerinin anlamlı ölçüde yüksek olduğu gösterilmiştir. Ancak diğer dakikalarda anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır (174). Ekmeklerin yüksek amilozlu mısır nişastası ile zenginleştirildiği bir çalışmada ekmekler sağlıklı bireyler tarafından tüketilmiştir. Tüketilen ekmeklerin GLP-1 yanıtları 180 dakika boyunca takip edilmiştir. Çalışma sonucunda kontrol ekmeğine göre dirençli nişasta içeren ekmek tüketimi sonrasında iAUC GLP-1 yanıtında %30 oranında azalma olduğu görülmüştür (153). Dirençli nişastanın pan-keklere eklenerek zayıf veya obez kadınlar tarafından tüketildiği bir çalışmada tüketimi takiben GLP-1 düzeyleri önemli ölçüde artış göstermiştir. Takip süresini kapsayan 180 dakika boyunca GLP-1 düzeylerinin kontrole benzer olduğu bulunmuştur (106). Yürütülen başka bir çalışmada 40 g tip II dirençli nişastanın normal ağırlıktaki bireyler tarafından tüketilmesini takiben 30, 60 ve 120. dakikalarda GLP-1 düzeyleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda dirençli nişasta müdahalesi yapılan grupta 30. dakikada GLP-1 düzeyleri anlamlı olarak yüksek bulunmuştur. Ancak 60 ve 120. dakikalarda bu etki gözlenmemiştir (179). Elde edilen bu sonuçların yanı sıra dirençli nişastanın çeşitli formlarda akut olarak tüketiminin GLP-1 düzeyleri veya iAUC

GLP-1 değerleri üzerinde etkisinin olmadığı çalışmalarda literatürde yer almaktadır (104, 152, 159, 177, 180, 181). Çeşitli sürelerde dirençli nişasta tüketiminin (4 gün-12 hafta) GLP-1 düzeyleri veya iAUC GLP-1 değerleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Yürütölen bu çalışmalarda tip II dirençli nişasta tüketilmiştir. Ancak çalışmaların sonuçlarında tip II dirençli nişasta ve kontrol grupları arasında GLP-1 düzeyleri bakımından anlamlı bir fark saptanmamıştır (165, 182-185). Yürütölen bu çalışmada dirençli nişasta içeren ekmeklerin 30 ve 60. dakikalarda glukozaya göre GLP-1 düzeyleri anlamlı olarak düşük bulunmuştur. Ayrıca 120. dakikada glukozaya göre dirençli nişasta içeren ekmeklerin oluşturduğu GLP-1 düzeyi daha yüksek bulunmuştur. Beyaz ekmeğe göre 30 ve 60. dakikada dirençli nişasta içeren ekmeklerin GLP-1 düzeyi yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlar arasında istatistiksel anlamlı bir fark saptanmıştır. 120. dakikada ise beyaz ekmeğe göre dirençli nişasta içeren ekmeklerin oluşturduğu GLP-1 düzeyi düşük bulunmuştur. Elde edilen bu sonuçlara göre dirençli nişasta içeren ekmeklerin kontrol parametrelerine göre daha düşük GLP-1 yanıtı oluşturduğu ve dirençli nişasta tüketiminin GLP-1 yanıtında daha az dalgalanma sağladığı gözlenmiştir. Literatürde bu çalışmaya benzer olarak dirençli nişasta tüketiminin kontrole göre GLP-1 düzeylerinin daha düşük olduğu çalışmalar yer almaktadır. Ancak literatürde GLP-1 düzeyleri bakımından dirençli nişasta tüketiminin kontrolle benzer sonuçlar ortaya koyduğu, dirençli nişasta tüketimiyle GLP-1 düzeylerinin kontrolden daha yüksek olduğu veya dirençli nişasta tüketiminin GLP-1 düzeylerine etkisinin olmadığı gibi farklı sonuçların yer aldığı çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalarda kullanılan dirençli nişasta tip ve dozu sonuçların farklı çıkmasına yol açmakta ve sonuçların yorumlanmasını zorlaştırmaktadır. Yürütölen bu çalışmada %24 dirençli nişasta tüketimini takiben GLP-1 düzeyinin zaman içerisinde artış gösterdiği görölmektedir. Bu durumun ortaya çıkmasından dirençli nişasta fermentasyonun uzun sürede etkilerini göstermesiyle açıklanabilmektedir. Dirençli nişastanın fermentasyonu bağırsak geçiş süresine bağlı olarak 5-7 saat içerisinde gerçekleşmektedir (186). Bu nedenle GLP-1 düzeyleri dirençli nişasta tüketimi takiben daha uzun süreli takip edilerek değerlendirilmelidir. Dirençli nişasta alımının GLP-1 düzeylerini etkisini inceleyen insan çalışmaları sınırlı olsa da hayvan çalışmalarında dirençli nişasta alımıyla birlikte GLP-1 düzeylerinde tutarlı artışların olduğu gösterilmiştir (46, 187, 188).

Yürütülen hayvan çalışmalarında dirençli nişasta tüketiminin akut olmadığı göz ardı edilmemelidir. Bu nedenle insan çalışmalarında dirençli nişastanın GLP-1 düzeylerine etkisini gözlemlemek için uzun süreli çalışmalara ihtiyaç vardır.

Tip II dirençli nişasta ile zenginleştirilmiş roll ekmekler sağlıklı bireyler tarafından tüketilmiştir. Dirençli nişasta içeren ekmeklerin tüketimiyle 14-19 g/gün, kontrol grubunda 2-3 g/gün dirençli alımı olduğu görülmüştür. Dirençli nişasta içeren ekmeklerin 1 haftalık tüketiminin sonucunda kontrole kıyasla PYY düzeylerinin ölçülen test gününde anlamlı olarak yüksek olduğu saptanmıştır. Ancak iAUC PYY değerleri bakımından gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır (165). Tip II dirençli nişastanın sağlıklı bireyler tarafından 8 g/gün olarak tüketildiği başka bir çalışmada 6 haftalık tüketim süresi boyunca başlangıca göre PYY düzeyleri dirençli nişasta tüketen grupta anlamlı olarak artış göstermiştir. Ortaya çıkan bu artış kontrol grubu ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (116). Tip II dirençli nişasta tüketiminin akut etkisinin incelendiği bir çalışmada sağlıklı bireyler 40 g dirençli nişasta ve 40 g plasebo tüketmişlerdir. Tüketimi takiben 180 dakika boyunca PYY düzeyleri dirençli nişasta tüketen grupta plaseboya göre daha yüksek bulunmuş olup, 60. dakikada ölçülen PYY düzeyi istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır (174). Kontrol parametresinin beyaz ekmek olduğu çalışmada ise ekmekler dirençli nişasta, çavdar unu ve çavdar çekirdeği ile zenginleştirilmiştir. Tüketimi takiben ve 120. dakikaya kadar PYY düzeyleri zenginleştirilen ekmekte beyaz ekmeğe göre daha yüksek ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Sadece çavdar unu veya çavdar unu+dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminden sonra PYY düzeylerinin beyaz ekmekle benzer olduğu görülmüştür (161). Dirençli nişastanın pan-keklere eklenerek zayıf veya obez kadınlar tarafından tüketildiği bir çalışmada tüketimi takiben PYY düzeyleri artış göstermiştir. Tüketimi takiben 60 ve 180. dakikalarda kontrol grubunun PYY düzeyleri daha yüksek bulunurken; 120. dakikada dirençli nişasta tüketen grubun PYY düzeyleri daha yüksek bulunmuştur (106). Elde edilen bu sonuçların yanı sıra akut olarak dirençli nişasta tüketiminin (104, 180, 181) veya 4-12 haftalık uzun süreli dirençli nişasta tüketiminin PYY düzeyleri üzerine etkisinin olmadığı çalışmalar da literatürde yer almaktadır (179, 182, 183). Yürütülen bu çalışmada glukoz ve beyaz ekmeğe göre 30, 60 ve 120. dakikalarda ölçülen PYY değerleri %17 dirençli nişasta içeren ekmekte anlamlı

olarak daha düşük bulunmuştur. Glukoza göre %24 dirençli nişasta içeren ekmekte ise PYY düzeyleri 30. dakikada anlamlı olarak düşük, 60 ve 120. dakikada olarak yüksek bulunmuştur. Beyaz ekmeğe göre 30 ve 120. dakikalarda ölçülen PYY değerleri %24 dirençli nişasta içeren ekmekte daha düşük, 60. dakikada ise daha yüksek bulunmuştur. Elde edilen bu sonuçlara göre %17 oranında dirençli nişasta içeren ekmeğin kontrol parametrelerine göre daha düşük PYY yanıtı oluşturduğu gözlenmiştir. Literatürde yer alan çalışmalarda akut veya uzun süreli dirençli nişasta tüketiminin kontrole kıyasla daha yüksek PYY yanıtı oluşturduğu yer almakla birlikte, dirençli nişasta tüketiminin PYY düzeyleri üzerine etkisinin olmadığı çalışmalar da olduğu görülmüştür. Literatürde farklı sonuçların yer alması kullanılan dirençli nişasta tip ve dozu ile açıklanabilmektedir. Yürütülen hayvan modeli çalışmalarda dirençli nişastanın PYY düzeylerinde artış sağladığı gösterilmiştir (46, 189). Dirençli nişasta tüketiminin PYY düzeyleri etkisini belirlemek için etki mekanizmalarının ortaya çıkarıldığı uzun süreli çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Dirençli nişasta tüketiminin akut etkisinin incelendiği çalışmalarda da dirençli nişastanın bağırsaklarda fermente edilebilme süresi düşünülerek daha uzun süreli PYY düzeyleri incelenmelidir.

Zayıf ve obez kadınların örneklemini oluşturduğu bir çalışmada dirençli nişasta içeren pan-kekler katılımcılar tarafından tüketilmiştir. Öğün tüketimini takiben ghrelin düzeyleri hem kontrol hem dirençli nişasta tüketiminde azalmıştır. Besinlerin tüketimini takiben 60. dakikadan itibaren ghrelin düzeyleri artış göstermiş olup, 180. dakikada kontrole göre ghrelin düzeyleri anlamlı olarak yüksek bulunmuştur (106). Tip II dirençli nişastanın 15 g/hafta tüketilerek 6 hafta takip edildiği bir çalışmada takip sonucunda hem kontrol hem de dirençli nişasta grubunda ghrelin düzeylerinde azalma gözlenmiştir. Dirençli nişasta tüketen grupta ghrelin düzeylerindeki azalma kontrol grubundan daha fazla olmakla birlikte, istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç elde edilmiştir (116). Ekmeklerin amiloz içeriği artırılarak düşük ve yüksek amiloz içeriğinin ghrelin düzeylerine etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda plazma ghrelin konsantrasyonları, ekmek tüketiminin ardından düşerek 60 dakika sonra en düşük düzeye ulaşmıştır. Ancak daha sonra ghrelin düzeyleri artış göstererek 180. dakikada en yüksek düzeye ulaşmıştır ve amiloz içeriği düşük ve yüksek ekmekler arasında ghrelin düzeyleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır (153).

Dirençli nişasta ile zenginleştirilen pan-keklerin ghrelin düzeylerine etkisini inceleyen başka bir çalışmada ise hem kontrol hem de dirençli nişasta içeren pan-kek tüketiminden sonra (60. dakika) ghrelin düzeyleri azalmıştır. Tüketimi takiben 120 ve 180. dakikalarda ise dirençli nişasta ve kontrol grubunda ghrelin düzeyleri artış göstermiştir. Ancak sonuçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır (180). Bu çalışmaların yanı sıra dirençli nişastanın akut veya uzun süreli tüketiminin ghrelin düzeylerine herhangi bir etkisinin olmadığı çalışmalar da literatürde yer almaktadır (94, 104, 165, 182, 190). Yürütülen bu çalışmada %17 dirençli nişasta içeren ekmek tüketimini takiben 30, 60 ve 120. dakikalarda glukoz göre ghrelin düzeyleri daha düşük bulunmuştur. Beyaz ekmeğe göre 30 ve 60. dakikalarda ghrelin düzeyleri daha yüksek bulunurken; 120. dakikada ghrelin düzeyleri %17 dirençli nişasta tüketimi sonrası düşük bulunmuştur. Diğer taraftan %24 dirençli nişasta içeren ekmek tüketimini takiben 30. dakikada ghrelin düzeyleri glukoz ve beyaz ekmeğe göre anlamlı olarak daha düşük bulunurken; 60. dakikada daha yüksek bulunmuştur. Tüketimi takiben 120. dakikaya gelindiğinde glukoz göre %24 dirençli nişasta içeren ekmek tüketimi sonrası ghrelin düzeyleri daha yüksek saptanmıştır. Beyaz ekmek ve %24 dirençli nişasta içeren ekmek tüketimi sonrası 120. dakika ghrelin düzeyleri beyaz ekmekte daha yüksek bulunmuştur. Ghrelin, gastrointestinal sistemde, midenin fundus bölümünden sentezlenen ve konsantrasyonu doğrudan iştah dereceleriyle ilişkili olan periferik bir hormondur. Normal ağırlıktaki bireylerde, yemek tüketiminden sonra plazma ghrelin düzeyleri azalmaktadır (191). Literatürdeki verilerle benzer olarak referans ve test besin tüketiminden sonra ghrelin düzeyleri azalmıştır. Tüketimi takiben 30. dakikadan itibaren beyaz ekmek, %17 ve %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmeklerde ghrelin düzeyleri artış göstermiştir. Referans ve test besin tüketimini takiben 60. dakikadan sonra dirençli nişasta içeren ekmeklerde ghrelin düzeyleri azalmaya başlarken glukoz ve beyaz ekmekte artış göstermiştir. Ayrıca 120. dakikada en düşük ghrelin değerinin %17 oranında dirençli nişasta içeren ekmek tüketiminde olduğu saptanmıştır. Bu çalışmadan elde edilen veriler değerlendirildiğinde dirençli nişasta tüketiminin ghrelin düzeyleri üzerine etkisinin olabileceği düşünülmektedir. Ancak dirençli nişastanın iştah üzerine etkilerinin daha net olarak belirlenebilmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

### 6.1. Sonuçlar

Bu çalışma 18-45 yaş aralığındaki normal vücut ağırlığına sahip sağlıklı bireylerle yürütülmüştür. Çalışmaya katılan bireyler 50 g sindirilebilir karbonhidrat içeren dirençli nişasta ile zenginleştirilen ekmekleri ve referans besin olarak belirlenen glukoz ve beyaz ekmek tüketmişlerdir. Tüketim sonrası dirençli nişastanın glisemik indeks ve iştah parametreleri üzerine olan etkisi incelenmiştir. Bu çalışma “Beyaz ekmeğe tip IV dirençli nişasta eklenmesi ekmeğin posa içeriğinin artmasını sağlayarak ekmeğin glisemik indeksi düşürmektedir.” ve “Tip IV dirençli nişasta içeren ekmek tüketimi glukoz ve beyaz ekmeğe göre iştah parametrelerinde değişikliğe yol açarak tokluğun artmasını sağlamaktadır.” hipotezleri üzerine kurulmuştur. Çalışma sonucunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1. Çalışmaya 5 kadın ve 5 erkek dahil edilmiş olup, bireylerin yaş ortalaması  $31,30 \pm 7,95$  yıl olarak bulunmuştur.
2. Çalışmaya katılan kadınların ortalama vücut ağırlığı, boy uzunluğu ve BKİ değerleri sırasıyla  $61,30 \pm 5,11$  kg,  $1,69 \pm 0,01$  m ve  $21,26 \pm 1,91$  kg/m<sup>2</sup>'dir. Çalışmaya katılan erkeklerin ortalama vücut ağırlığı, boy uzunluğu ve BKİ değerleri sırasıyla  $71,36 \pm 5,43$  kg,  $1,77 \pm 0,03$  m ve  $22,65 \pm 1,22$  kg/m<sup>2</sup>'dir.
3. Çalışmaya katılan erkek bireylerin vücut su oranı, yağsız vücut kütlesi, vücut iç organ yağ oranı, bel çevresi, kalça çevresi ve bel/kalça oranı kadın bireylerden daha yüksek bulunmuştur.
4. Kadın bireylerin vücut yağ oranı ( $\%27,66 \pm 6,19$ ) erkek bireylerden ( $\%16,26 \pm 2,40$ ) daha yüksek bulunmuştur.
5. Çalışmaya katılan bireylerin açlık glukoz, açlık insülin, HOMA-IR, total kolesterol, trigliserit, LDL, HDL, ALT, TSH, albümin, kreatinin ve total protein değerleri incelenmiştir. Çalışmaya katılan bireylerin bakılan kan parametrelerinin referans değerler arasında olduğu belirlenmiştir.
6. Çalışmada tüketilecek ekmeklerin proksimet analizleri gerçekleştirilerek enerji, nem, kül, protein, yağ ve posa değerleri bulunmuştur. Ekmeklerin enerji

içeriği beyaz ekmek 260 kkal, %17 dirençli nişasta içeren ekmek 223 kkal ve %24 dirençli nişasta içeren ekmekte 228 kkal olarak saptanmıştır.

7. Dirençli nişasta içeren ekmeklerin nem yüzdesinin beyaz ekmekten daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

8. Beyaz ekmeğin kül yüzdesi, protein ve yağ miktarının dirençli nişasta içeren ekmeklerden daha yüksek olduğu saptanmıştır.

9. Yapılan analiz sonucunda beyaz ekmeğin posa miktarı 4,57 g, %17 dirençli nişasta içeren ekmeğin posa miktarı 15,29 g ve %24 dirençli nişasta içeren ekmeğin posa miktarı 17,28 g olarak bulunmuştur.

10. Proksimet analiz sonucunda 100 g ekmekteki sindirilebilir karbonhidrat miktarı beyaz ekmekte 50,68 g, %17 dirençli nişasta içeren ekmekte 38,82 g ve %24 dirençli nişasta içeren ekmekte 39,01 g olarak saptanmıştır.

11. Referans ve test besinlerin 50 g sindirilebilir karbonhidrat miktarı hesapladığında glukoz 50 g, beyaz ekmek 98,66 g, %17 dirençli nişasta içeren ekmek 128,8 g ve %24 dirençli nişasta içeren ekmek 128,2 g olarak bulunmuştur.

12. Referans ve test besin tüketimi sonrası kapiller kan düzeyleri incelendiğinde referans ve test besin tüketimleriyle 15, 30 ve 45. dakikalarda ölçülen kapiller kan glukoz düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ( $p<0,05$ ).

13. Referans veya test besin tüketiminden önce (0. dk) ve besin tüketimini takiben 60, 90 ve 120. dakikalarda ölçülen kapiller kan glukoz düzeyleri ile referans veya test tüketimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p>0,05$ ).

14. Referans veya test besin tüketimiyle anlamlı ilişki saptanan kan glukoz düzeyleri arasındaki farkın hangi besin tüketiminden kaynaklandığını incelendiğinde 15. dakika ölçülen kapiller kan glukoz ölçümlerinde glukoz ve %17 oranında dirençli nişasta içeren ekmek arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Kapiller kan glukoz ölçümünün 30. dakikasındaki ölçümler incelendiğinde glukoz ve beyaz ekmek, glukoz ve %17 oranında dirençli nişasta içeren ekmek, glukoz ve %24 oranında dirençli nişasta içeren ekmek arasında anlamlı bir fark saptanmıştır. Kapiller kan

glukoz ölçümünün 45. dakikasındaki ölçümler incelendiğinde glukoz ve beyaz ekmek arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır.

15. Bireylerin referans ve test besin tüketimlerinin zamana karşı oluşturduğu kapiller kan glukoz değerlerinin eğri altındaki artımlı alanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ( $p<0,05$ ).

16. Referans veya test besin tüketimiyle anlamlı ilişki saptanan eğri altındaki artımlı alanlar arasındaki farkın hangi besinden kaynaklandığı incelendiğinde farkın glukoz ile beyaz ekmek, glukoz ile %17 dirençli nişasta içeren ekmek ve glukoz ile %24 dirençli nişasta içeren ekmek arasında olduğu görülmüştür.

17. Referans ve test besinlerin glukozu göre glisemik indeks değerleri beyaz ekmekte  $61,78\pm46,90$ , %17 dirençli nişasta içeren ekmekte  $65,73\pm37,29$  ve %24 dirençli nişasta içeren ekmekte  $63,72\pm39,56$  olarak bulunmuştur. Beyaz ekmeğe göre glisemik indeks değerleri glukoz için  $192,49\pm70,78$  %17 dirençli nişasta içeren ekmekte  $101,56\pm35,69$  ve %24 dirençli nişasta içeren ekmekte  $102,48\pm52,13$  olarak hesaplanmıştır.

18. Referans ve test besin tüketimi sonrası venöz kan glukoz düzeyleri incelendiğinde referans ve test besin tüketimleriyle 30. dakikalarda ölçülen venöz kan glukoz düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ( $p<0,05$ ).

19. Referans veya test besin tüketimiyle anlamlı ilişki saptanan venöz kan glukoz düzeyleri arasındaki farkın hangi besin tüketiminden kaynaklandığını incelendiğinde 30. dakikada ölçülen venöz kan glukoz düzeylerinde glukoz ile beyaz ekmek ve glukoz ile %17 dirençli nişasta içeren ekmek arasında istatistiksel anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır.

20. Referans ve test besin tüketimi sonrası venöz kan insülin düzeyleri incelendiğinde referans ve test besin tüketimleriyle 30 ve 60. dakikalarda ölçülen venöz kan insülin düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ( $p<0,05$ ).

21. Referans veya test besin tüketimiyle anlamlı ilişki saptanan venöz kan insülin düzeyleri arasındaki farkın hangi besin tüketiminden kaynaklandığını

incelendiğinde 30. dakikada ölçülen venöz kan insülin düzeylerinde glukoz ve beyaz ekmek arasında istatistiksel anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır. Venöz kan insülin ölçümünün 60. dakikası incelendiğinde glukoz ve beyaz ekmek arasında istatistiksel anlamlı bir fark bulunmuştur.

22. Referans ve test besin tüketimi sonrası venöz kan glukoz ve insülin değerlerinin oluşturduğu eğri altındaki artımlı alan değerleri incelendiğinde eğri altındaki artımlı alan değeri bakımından besinler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

23. Venöz kan glukoz değerlerinin oluşturduğu eğri altındaki artımlı alan bakımından glukoz ve %17 oranında dirençli nişasta içeren ekmek arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir.

24. Venöz kan insülin değerlerinin oluşturduğu eğri altındaki artımlı alan bakımından glukoz ve beyaz ekmek arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir.

25. Referans ve test besin tüketimi sonrası VAS yanıtlarının oluşturduğu eğri altındaki artımlı alanlar incelendiğinde tokluk yanıtları bakımından besinler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

26. Referans ve test besin tüketimi sonrası açlık, yeme isteği, tüketilebilecek yemek miktarı ve şekerli besin tüketim isteği yanıtları bakımından besinler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p>0,05$ ).

27. Tokluk yanıtı bakımından hangi besinler arasında fark olduğu incelendiğinde beyaz ekmek ve %24 dirençli nişasta içeren ekmek arasında istatistiksel fark olduğu belirlenmiştir.

28. Çalışmada tüketilen ekmeklerin duyusal özellikleri incelendiğinde renk, görünüş, tat, koku, sıklık-yapışkanlık ve genel beğeni bakımından beyaz ekmeğin dirençli nişasta içeren ekmeklerden daha yüksek puan aldığı saptanmıştır. Duyusal özelliklerden renk, görünüş ve genel beğeni bakımından ekmekler arasında istatistiksel fark olduğu bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

29. Referans ve test besin tüketimi sonrası besin tüketim kayıtları değerlendirildiğinde dirençli nişasta içeren ekmeklerin tüketimi sonrası toplam enerji

alımında azalma olduğu belirlenmiştir. Besinler arasında toplam enerji, protein ve yağ alımı bakımından istatistiksel fark saptanmıştır ( $p<0,05$ ).

30. Referans ve test besin tüketimi sonrası 0, 30, 60 ve 120. dakika GLP-1 değerleri bakımından besinler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

31. Referans ve test besin tüketimi sonrası 0, 30, 60 ve 120. dakika PYY değerleri bakımından besinler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

32. Referans ve test besin tüketimi sonrası 30 ve 60. dakika ghrelin değerleri bakımından besinler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

33. Referans ve test besin tüketimi sonrası GLP-1, PYY ve ghrelin yanıtlarının oluşturduğu eğri altındaki artımlı alanlar incelendiğinde besinler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

34. İştah parametreleri bakımından sonuçlar değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bulunan dakikalarda bu farkın glukoz ve dirençli nişasta içeren ekmelekler arasında olduğu belirlenmiştir.

## 6.2. Öneriler

Yürütülen çalışmada beyaz ekmeğe farklı oranlarda dirençli nişasta ile zenginleştirilmiş ve dirençli nişastanın glisemik indeks ve iştah parametreleri üzerine etkisi incelenmiştir. Ekmeğe dirençli nişasta eklenmesi ekmeğin posa içeriğini artırmış ve ekmeğin enerji miktarını ise düşürmüştür. Ancak ekmeğe dirençli nişasta eklenmesi ekmeğin glisemik indeksinde beyaz ekmeğe göre istenilen düzeyde bir iyileşme sağlamamıştır. Dirençli nişastayla zenginleştirilen ekmeklerin beyaz ekmeğe göre glisemik indeksinin daha düşük düzeylerde olmasını sağlamak amacıyla ekmeğin yapısını etkilemeyecek düzeyde daha yüksek oranlarda dirençli nişastayla zenginleştirilebilir. İştah parametreleri bakımından incelendiğinde ise dirençli nişastanın subjektif iştahta daha fazla tokluk sağladığı ve test besinlere göre iştah parametrelerinde daha az dalgalanma sağlayarak tokluk üzerine etkilerinin olduğu görülmüştür. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda ülkemizde üretilen tip IV dirençli nişastanın iştah üzerine etkisini olabileceği yönündedir. Dirençli nişasta tüketiminin iştah üzerine etkisinin belirlenebilmesi için en etkili dirençli nişasta tipi ve dozunun belirlenerek daha fazla klinik çalışma yapılmasına ihtiyaç vardır.

Yürütülen bu çalışma çeşitli açılardan sınırlılıklara sahiptir. Çalışmanın örneklem belirlenmesi aşamasında sağlıklı bireyler taranırken biyokimyasal parametrelerden HbA1c düzeylerinin değerlendirmeye alınmaması, iştah parametrelerinin 120 dakikadan sonra incelenmemiş olması, dirençli nişasta fermentasyonunun mikrobiyota farklılıklarından etkileneceğinden dolayı mikrobiyota farklılıklarının analiz edilmemesi ve çalışmaya katılan bireylerin beslenme ve yaşam tarzı alışkanlıklarının subjektif olarak değerlendirilmekle birlikte probiyotik/prebiyotik gibi takviye kullanımlarının sistematik ve yazılı olarak ankette sorgulanmaması çalışmanın sınırlılıkları olarak sıralanabilir.

## 7. KAYNAKLAR

1. Organization WH. Noncommunicable diseases progress monitor 2022. 2022.
2. Bede D, Zaixiang L. Recent developments in resistant starch as a functional food. *Starch-Stärke*. 2021;73(3-4):2000139.
3. Tian S, Sun Y. Influencing factor of resistant starch formation and application in cereal products: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2020;149:424-31.
4. Arp CG, Correa MJ, Ferrero C. High-amylose resistant starch as a functional ingredient in breads: a technological and microstructural approach. *Food and Bioprocess Technology*. 2018;11(12):2182-93.
5. Sofi S, Ayoub A, Jan A. Resistant starch as functional ingredient: A review. *International Journal of Food Science and Nutrition*. 2017;2:2455-4898.
6. Zhang L, Li HT, Li S, Fang QC, Qian LL, Jia WP. Effect of dietary resistant starch on prevention and treatment of obesity-related diseases and its possible mechanisms. *Biomedical and Environmental Sciences*. 2015;28(4):291-7.
7. Joint F, Organization WH. Carbohydrates in human nutrition: report of a joint FAO/WHO expert consultation, Rome, 14-18 April 1997. Carbohydrates in human nutrition: report of a joint FAO/WHO expert consultation, Rome, 14-18 April 1997/1998.
8. Zielinski G, DeVries JW, Craig SA, Bridges AR. Dietary fiber methods in Codex Alimentarius: Current status and ongoing discussions. *Cereal Food World*. 2013;58:148-53.
9. Fuentes-Zaragoza E, Riquelme-Navarrete M, Sánchez-Zapata E, Pérez-Álvarez J. Resistant starch as functional ingredient: A review. *Food Research International*. 2010;43(4):931-42.
10. Türker B, Savlak NY. Dirençli nişasta: tipleri, kaynakları, fizyolojik etkileri ve fonksiyonel özellikleri. *Akademik Gıda*. 2015;13(4):354-9.
11. Wong THT, Louie JCY. The relationship between resistant starch and glycemic control: A review on current evidence and possible mechanisms. *Starch-Stärke*. 2017;69(7-8):1600205.
12. Besler H, Rakıcıoğlu N, Ayaz A, Büyüktuncer Demirel Z, Gökmen Özel H, Samur F, et al. Türkiye ye Özgü Besin ve Beslenme Rehberi. 2015.
13. Snelson M, Kellow NJ, Coughlan MT. Modulation of the gut microbiota by resistant starch as a treatment of chronic kidney diseases: evidence of efficacy and mechanistic insights. *Advances in Nutrition*. 2019;10(2):303-20.

14. Dupuis JH, Liu Q, Yada RY. Methodologies for increasing the resistant starch content of food starches: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2014;13(6):1219-34.
15. Englyst H, Wiggins HS, Cummings J. Determination of the non-starch polysaccharides in plant foods by gas-liquid chromatography of constituent sugars as alditol acetates. *Analyst*. 1982;107(1272):307-18.
16. Englyst HN, Kingman SM, Hudson GJ, Cummings JH. Measurement of resistant starch in vitro and in vivo. *British Journal of Nutrition*. 1996;75(5):749-55.
17. Włodarczyk M, Śliżewska K. Efficiency of resistant starch and dextrins as prebiotics: A review of the existing evidence and clinical trials. *Nutrients*. 2021;13(11):3808.
18. Ashwar BA, Gani A, Shah A, Wani IA, Masoodi FA. Preparation, health benefits and applications of resistant starch—A review. *Starch-Stärke*. 2016;68(3-4):287-301.
19. Perera A, Meda V, Tyler R. Resistant starch: A review of analytical protocols for determining resistant starch and of factors affecting the resistant starch content of foods. *Food Research International*. 2010;43(8):1959-74.
20. Nugent AP. Health properties of resistant starch. *Nutrition Bulletin*. 2005;30(1):27-54.
21. Zaman SA, Sarbini SR. The potential of resistant starch as a prebiotic. *Critical Reviews in Biotechnology*. 2016;36(3):578-84.
22. Buddrick O, Jones OA, Hughes JG, Small DM. The effect of fermentation and addition of vegetable oil on resistant starch formation in wholegrain breads. *Food Chemistry*. 2015;180:181-5.
23. Okumus BN, Tacer-Caba Z, Kahraman K, Nilufer-Erdil D. Resistant starch type V formation in brown lentil (*Lens culinaris* Medikus) starch with different lipids/fatty acids. *Food Chemistry*. 2018;240:550-8.
24. Birt DF, Boylston T, Hendrich S, Jane J-L, Hollis J, Li L, et al. Resistant starch: promise for improving human health. *Advances in Nutrition*. 2013;4(6):587-601.
25. Maziarz M, Sherrard M, Juma S, Prasad C, Imrhan V, Vijayagopal P. Sensory characteristics of high-amylose maize-resistant starch in three food products. *Food Science & Nutrition*. 2013;1(2):117-24.
26. Zabar S, Shimoni E, Bianco-Peled H. Development of nanostructure in resistant starch type III during thermal treatments and cycling. *Macromolecular Bioscience*. 2008;8(2):163-70.

27. Calvo-López AD, Martínez-Bustos F. Optimization of extrusion process of directly expanded snacks based on potato starch in a single step for the formation of type IV resistant starch. *Plant Foods for Human Nutrition*. 2017;72(3):243-9.
28. Du Y, Wu Y, Xiao D, Guzman G, Stewart ML, Gourineni V, et al. Food prototype containing resistant starch type 4 on postprandial glycemic response in healthy adults. *Food & Function*. 2020;11(3):2231-7.
29. Bojarczuk A, Skapska S, Khaneghah AM, Marszałek K. Health benefits of resistant starch: A review of the literature. *Journal of Functional Foods*. 2022;93:105094.
30. Malcomson FC, Willis ND, Mathers JC. Is resistant starch protective against colorectal cancer via modulation of the WNT signalling pathway? *Proceedings of the Nutrition Society*. 2015;74(3):282-91.
31. Li C, Hu Y. New definition of resistant starch types from the gut microbiota perspectives—a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2022:1-11.
32. Meenu M, Xu B. A critical review on anti-diabetic and anti-obesity effects of dietary resistant starch. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2019;59(18):3019-31.
33. Liu H, Zhang M, Ma Q, Tian B, Nie C, Chen Z, et al. Health beneficial effects of resistant starch on diabetes and obesity via regulation of gut microbiota: a review. *Food & Function*. 2020;11(7):5749-67.
34. So P-W, Yu W-S, Kuo Y-T, Wasserfall C, Goldstone AP, Bell JD, et al. Impact of resistant starch on body fat patterning and central appetite regulation. *PLoS One*. 2007;2(12):e1309.
35. Shang W, Si X, Zhou Z, Wang J, Strappe P, Blanchard C. Studies on the unique properties of resistant starch and chito-oligosaccharide complexes for reducing high-fat diet-induced obesity and dyslipidemia in rats. *Journal of Functional Foods*. 2017;38:20-7.
36. Polakof S, Díaz-Rubio ME, Dardevet D, Martin J-F, Pujos-Guillot E, Scalbert A, et al. Resistant starch intake partly restores metabolic and inflammatory alterations in the liver of high-fat-diet-fed rats. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 2013;24(11):1920-30.
37. Higgins JA. Resistant starch: metabolic effects and potential health benefits. *Journal of AOAC International*. 2004;87(3):761-8.
38. Zhou Z, Wang F, Ren X, Wang Y, Blanchard C. Resistant starch manipulated hyperglycemia/hyperlipidemia and related genes expression in diabetic rats. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2015;75:316-21.

39. Homayouni A, Amini A, Keshtiban AK, Mortazavian AM, Esazadeh K, Pourmoradian S. Resistant starch in food industry: A changing outlook for consumer and producer. *Starch-Stärke*. 2014;66(1-2):102-14.
40. Baghurst PA, Baghurst K, Record S. Dietary fibre, non-starch polysaccharides and resistant starch: a review. *Food Australia*. 1996;48(3):S3-S35.
41. Stephen AM, Champ MM-J, Cloran SJ, Fleith M, Van Lieshout L, Mejbourn H, et al. Dietary fibre in Europe: current state of knowledge on definitions, sources, recommendations, intakes and relationships to health. *Nutrition Research Reviews*. 2017;30(2):149-90.
42. Food, Administration D. Review of the Scientific Evidence on the Physiological Effects of Certain Non-Digestible Carbohydrates. Food Drug Administration: Silver Spring, MD, USA. 2018:1-52.
43. Lockyer S, Nugent A. Health effects of resistant starch. *Nutrition Bulletin*. 2017;42(1):10-41.
44. Büyüksu N. İştah-Doygunluk Metabolizmasını Etkileyen Faktörler. *Klinik Tıp Pediatri Dergisi*. 2019;11(1):22-8.
45. Arusoğlu G, Köksal G. Besin Alımı ve Enerji Dengesi. *Beslenme ve Diyet Dergisi*. 2015;43(1):51-8.
46. Zhou J, Martin RJ, Tulley RT, Raggio AM, McCutcheon KL, Shen L, et al. Dietary resistant starch upregulates total GLP-1 and PYY in a sustained day-long manner through fermentation in rodents. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*. 2008;295(5):E1160-E6.
47. Harrold J, Breslin L, Walsh J, Halford J, Pelkman C. Satiety effects of a whole-grain fibre composite ingredient: reduced food intake and appetite ratings. *Food & Function*. 2014;5(10):2574-81.
48. Chambers ES, Viardot A, Psichas A, Morrison DJ, Murphy KG, Zac-Varghese SE, et al. Effects of targeted delivery of propionate to the human colon on appetite regulation, body weight maintenance and adiposity in overweight adults. *Gut*. 2015;64(11):1744-54.
49. Chambers ES, Morrison DJ, Frost G. Control of appetite and energy intake by SCFA: what are the potential underlying mechanisms? *Proceedings of the Nutrition Society*. 2015;74(3):328-36.
50. Jiang F, Du C, Jiang W, Wang L, Du S-K. The preparation, formation, fermentability, and applications of resistant starch. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2020;150:1155-61.

51. Dülger D, Şahan Y. Diyet lifin özellikleri ve sağlık üzerindeki etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2011;25(2):147-58.
52. Djurle S, Andersson AA, Andersson R. Effects of baking on dietary fibre, with emphasis on  $\beta$ -glucan and resistant starch, in barley breads. *Journal of Cereal Science*. 2018;79:449-55.
53. Bakanlığı TS, Üniversitesi H. Türkiye beslenme ve sağlık araştırması (TBSA). Beslenme Durumu ve Alışkanlıklarının Değerlendirilmesi Sonuç Raporu Sağlık Bakanlığı Yayın. 2019(931).
54. Roman L, Martinez MM. Structural basis of resistant starch (RS) in bread: Natural and commercial alternatives. *Foods*. 2019;8(7):267.
55. Mohebbi Z, Homayouni A, Azizi MH, Hosseini SJ. Effects of beta-glucan and resistant starch on wheat dough and prebiotic bread properties. *Journal of Food Science and Technology*. 2018;55(1):101-10.
56. de la Fuente-Arrillaga C, Martinez-Gonzalez MA, Zazpe I, Vazquez-Ruiz Z, Benito-Corchon S, Bes-Rastrollo M. Glycemic load, glycemic index, bread and incidence of overweight/obesity in a Mediterranean cohort: the SUN project. *BMC Public Health*. 2014;14(1):1-11.
57. Serra-Majem L, Bautista-Castano I. Relationship between bread and obesity. *British Journal of Nutrition*. 2015;113(S2):S29-S35.
58. Baldino N, Carnevale I, Laitano F, Lupi FR, Curcio S, Gabriele D. Formulation of bread model doughs with resistant starch, vegetable proteins and transglutaminase. *European Food Research and Technology*. 2020;246(3):397-408.
59. Li X. Resistant starch and its applications. *Functional Starch and Applications in Food*: Springer; 2018. p. 63-90.
60. Scazzina F, Siebenhandl-Ehn S, Pellegrini N. The effect of dietary fibre on reducing the glycaemic index of bread. *British Journal of Nutrition*. 2013;109(7):1163-74.
61. Aribas M, Kahraman K, Koksel H. Effects of resistant starch type 4 supplementation of bread on in vitro glycemic index value, bile acid-binding capacity, and mineral bioavailability. *Cereal Chemistry*. 2020;97(2):163-71.
62. Miller RA, Bianchi E. Effect of RS4 resistant starch on dietary fiber content of white pan bread. *Cereal Chemistry*. 2017;94(2):185-9.
63. Sanz-Penella JM, Wronkowska M, Soral-Śmietana M, Collar C, Haros M. Impact of the addition of resistant starch from modified pea starch on dough and bread performance. *European Food Research and Technology*. 2010;231(4):499-508.

64. Arp CG, Correa MJ, Ferrero C. Kinetic study of staling in breads with high-amylose resistant starch. *Food Hydrocolloids*. 2020;106:105879.
65. Van Hung P, Yamamori M, Morita N. Formation of enzyme-resistant starch in bread as affected by high-amylose wheat flour substitutions. *Cereal Chemistry*. 2005;82(6):690-4.
66. Khalili L, Amini A. Resistant starch in food industry. *Polysaccharides: Bioactivity and Biotechnology*. 2015:663-73.
67. Yadav BS, Yadav RB, Kumari M, Khatkar BS. Studies on suitability of wheat flour blends with sweet potato, colocasia and water chestnut flours for noodle making. *LWT-Food Science and Technology*. 2014;57(1):352-8.
68. Patterson MA, Maiya M, Stewart ML. Resistant starch content in foods commonly consumed in the United States: A narrative review. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 2020;120(2):230-44.
69. Slavin JL. Carbohydrates, dietary fiber, and resistant starch in white vegetables: Links to health outcomes. *Advances in Nutrition*. 2013;4(3):351S-5S.
70. Murphy MM, Douglass JS, Birkett A. Resistant starch intakes in the United States. *Journal of the American Dietetic Association*. 2008;108(1):67-78.
71. Wolever TM, Vorster H, Björck I, Brand-Miller J, Brighenti F, Mann J, et al. Determination of the glycaemic index of foods: interlaboratory study. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2003;57(3):475-82.
72. Wolever TM, Jenkins DJ, Jenkins AL, Josse RG. The glycemic index: methodology and clinical implications. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1991;54(5):846-54.
73. Venn B, Green T. Glycemic index and glycemic load: measurement issues and their effect on diet–disease relationships. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2007;61(1):S122-S31.
74. Jenkins DJ, Kendall CW, Augustin LS, Franceschi S, Hamidi M, Marchie A, et al. Glycemic index: overview of implications in health and disease. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2002;76(1):266S-73S.
75. Esfahani A, Wong JM, Mirrahimi A, Srichaikul K, Jenkins DJ, Kendall CW. The glycemic index: physiological significance. *Journal of the American College of Nutrition*. 2009;28(sup4):439S-45S.
76. Evans CE, Greenwood DC, Threapleton DE, Gale CP, Cleghorn CL, Burley VJ. Glycemic index, glycemic load, and blood pressure: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2017;105(5):1176-90.

77. Livesey G, Livesey H. Coronary heart disease and dietary carbohydrate, glycemic index, and glycemic load: dose-response meta-analyses of prospective cohort studies. *Mayo Clinic Proceedings: Innovations, Quality & Outcomes*. 2019;3(1):52-69.
78. Zafar MI, Mills KE, Zheng J, Regmi A, Hu SQ, Gou L, et al. Low-glycemic index diets as an intervention for diabetes: a systematic review and meta-analysis. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2019;110(4):891-902.
79. Livesey G, Taylor R, Livesey HF, Buyken AE, Jenkins DJ, Augustin LS, et al. Dietary glycemic index and load and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and updated meta-analyses of prospective cohort studies. *Nutrients*. 2019;11(6):1280.
80. Ojo O, Ojo OO, Adebawale F, Wang X-H. The effect of dietary glycaemic index on glycaemia in patients with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutrients*. 2018;10(3):373.
81. Zafar M, Mills K, Zheng J, Peng M, Ye X, Chen L. Low glycaemic index diets as an intervention for obesity: a systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*. 2019;20(2):290-315.
82. Ludwig DS, Majzoub JA, Al-Zahrani A, Dallal GE, Blanco I, Roberts SB. High glycemic index foods, overeating, and obesity. *Pediatrics*. 1999;103(3):e26-e.
83. Brand-Miller JC, Holt SH, Pawlak DB, McMillan J. Glycemic index and obesity. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2002;76(1):281S-5S.
84. Holt SH, Brand Miller JC, Petocz P, Farmakalidis E. A satiety index of common foods. *European Journal of Clinical Nutrition*. 1995;49(9):675-90.
85. Anderson GH, Catherine NL, Woodend DM, Wolever TM. Inverse association between the effect of carbohydrates on blood glucose and subsequent short-term food intake in young men. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2002;76(5):1023-30.
86. Raigond P, Ezekiel R, Raigond B. Resistant starch in food: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2015;95(10):1968-78.
87. Pinky R, Rajarathnam E, Brajesh S, Som D, Alka J. Resistant starch production technologies-a review. *Potato Journal*. 2015;42(2):81-94.
88. Petchoo J, Jittinandana S, Tuntipopipat S, Ngampeerapong C, Tangsuphoom N. Effect of partial substitution of wheat flour with resistant starch on physicochemical, sensorial and nutritional properties of breadsticks. *International Journal of Food Science & Technology*. 2021;56(4):1750-8.

89. Åkerberg A, Liljeberg H, Björck I. Effects of amylose/amylopectin ratio and baking conditions on resistant starch formation and glycaemic indices. *Journal of Cereal Science*. 1998;28(1):71-80.
90. Chillo S, Ranawana DV, Pratt M, Henry CJK. Glycemic response and glycemic index of semolina spaghetti enriched with barley  $\beta$ -glucan. *Nutrition*. 2011;27(6):653-8.
91. Binou P, Yanni AE, Stergiou A, Karavasilis K, Konstantopoulos P, Perrea D, et al. Enrichment of bread with beta-glucans or resistant starch induces similar glucose, insulin and appetite hormone responses in healthy adults. *European Journal of Nutrition*. 2021;60:455-64.
92. Hirschberg AL. Sex hormones, appetite and eating behaviour in women. *Maturitas*. 2012;71(3):248-56.
93. Poçan AG, Sönmezer M, Topal K, Aslan B, Gereklioğlu Ç, Sönmezer M. Investigation of the risk factors related to osteoporosis in postmenopausal women. *Journal of the Turkish German Gynecological Association*. 2023.
94. Klosterbuer AS, Thomas W, Slavin JL. Resistant starch and pullulan reduce postprandial glucose, insulin, and GLP-1, but have no effect on satiety in healthy humans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2012;60(48):11928-34.
95. Gazete TR. Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği. Pub L. 2012(2012/2).
96. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). In: (Ed.) WH, editor. *Official methods of analysis of AOAC international* (18th ed) Assn of Official Analytical Chemists, Gaithersburg (2005)2005.
97. Lee SC, Prosky L, Vries JWD. Determination of total, soluble, and insoluble dietary fiber in foods—Enzymatic-gravimetric method, MES-TRIS buffer: Collaborative study. *Journal of AOAC international*. 1992;75(3):395-416.
98. Al Dhaheri AS, Al Ma'awali AK, Laleye LC, Washi SA, Jarrar AH, Al Meqbaali FT, et al. The effect of nutritional composition on the glycemic index and glycemic load values of selected Emirati foods. *BMC Nutrition*. 2015;1:1-8.
99. Organization WH. The WHO STEPwise approach to noncommunicable disease risk factor surveillance. *World Heal Organ*. 2017;36:1-474.
100. Stewart ML, Wilcox ML, Bell M, Buggia MA, Maki KC. Type-4 resistant starch in substitution for available carbohydrate reduces postprandial glycemic response and hunger in acute, randomized, double-blind, controlled study. *Nutrients*. 2018;10(2):129.

101. Joint F, Consultation WE. Carbohydrates in human nutrition (FAO Food and Nutrition Paper 66). Rome, Italy: FAO. 1998.
102. Baixauli R, Salvador A, Martinez-Cervera S, Fiszman S. Distinctive sensory features introduced by resistant starch in baked products. *LWT-Food Science and Technology*. 2008;41(10):1927-33.
103. Charalampopoulos D, Wang R, Pandiella S, Webb C. Application of cereals and cereal components in functional foods: a review. *International Journal of Food Microbiology*. 2002;79(1-2):131-41.
104. Emilien CH, Hsu WH, Hollis JH. Effect of resistant wheat starch on subjective appetite and food intake in healthy adults. *Nutrition*. 2017;43:69-74.
105. Stewart ML, Zimmer JP. A high fiber cookie made with resistant starch type 4 reduces post-prandial glucose and insulin responses in healthy adults. *Nutrients*. 2017;9(3):237.
106. Gentile CL, Ward E, Holst JJ, Astrup A, Ormsbee MJ, Connelly S, et al. Resistant starch and protein intake enhances fat oxidation and feelings of fullness in lean and overweight/obese women. *Nutrition Journal*. 2015;14(1):1-10.
107. Augustin LS, Kendall CW, Jenkins DJ, Willett WC, Astrup A, Barclay AW, et al. Glycemic index, glycemic load and glycemic response: an International Scientific Consensus Summit from the International Carbohydrate Quality Consortium (ICQC). *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 2015;25(9):795-815.
108. Wolever T, Jenkins D, Collier G, Ehrlich R, Josse R, Wong G, et al. The glycaemic index: effect of age in insulin dependent diabetes mellitus. *Diabetes Research (Edinburgh, Scotland)*. 1988;7(2):71-4.
109. Jenkins D, Wolever T, Jenkins A, Thorne M, Lee R, Kalmusky J, et al. The glycaemic index of foods tested in diabetic patients: a new basis for carbohydrate exchange favouring the use of legumes. *Diabetologia*. 1983;24:257-64.
110. Foster-Powell K, Holt SH, Brand-Miller JC. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2002;76(1):5-56.
111. Brouns F, Bjorck I, Frayn K, Gibbs A, Lang V, Slama G, et al. Glycaemic index methodology. *Nutrition Research Reviews*. 2005;18(1):145-71.
112. Atkinson FS, Brand-Miller JC, Foster-Powell K, Buyken AE, Goletzke J. International tables of glycemic index and glycemic load values 2021: a systematic review. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2021;114(5):1625-32.

113. Lurati AR. Effects of menopause on appetite and the gastrointestinal system. *Nursing for Women's Health*. 2018;22(6):499-505.
114. Çelik AS, Pasinlioğlu T. Klimakterik dönemde yaşanan semptomlar ve hemşirenin rolü. *ERÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*. 2013;1(1):50-6.
115. Akdağ S, Kaner G, Ayer Ç. Menopoz döneminde beslenmenin yönetimi. *İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*. 2022;7(1):191-7.
116. Sarda FAH, Giuntini EB, Gomez MLP, Lui MCY, Negrini JA, Tadini CC, et al. Impact of resistant starch from unripe banana flour on hunger, satiety, and glucose homeostasis in healthy volunteers. *Journal of Functional Foods*. 2016;24:63-74.
117. Prentice AM, Jebb SA. Beyond body mass index. *Obesity Reviews*. 2001;2(3):141-7.
118. Malik VS, Popkin BM, Bray GA, Després J-P, Willett WC, Hu FB. Sugar-sweetened beverages and risk of metabolic syndrome and type 2 diabetes: a meta-analysis. *Diabetes Care*. 2010;33(11):2477-83.
119. Mohebbi Z, Azizi-Lalabadi M, Hosseini SJ, Abdi Nowrouzani S, Alizadeh M, Homayouni A. The effects of prebiotic bread containing oat  $\beta$ -glucan and resistant starch on the glycemic index and glycemic load in healthy individuals. *Nutrition & Food Science*. 2019;49(6):1029-38.
120. Nugraheni M, Hamidah S, Auliana R. Glycemic index of *Coleus tuberosus* crackers rich in resistant starch type III. *International Food Research Journal*. 2018;25(1).
121. Neary NM, Goldstone AP, Bloom SR. Appetite regulation: from the gut to the hypothalamus. *Clinical Endocrinology*. 2004;60(2):153-60.
122. De Silva A, Bloom SR. Gut hormones and appetite control: a focus on PYY and GLP-1 as therapeutic targets in obesity. *Gut and Liver*. 2012;6(1):10.
123. Sands AL, Leidy HJ, Hamaker BR, Maguire P, Campbell WW. Consumption of the slow-digesting waxy maize starch leads to blunted plasma glucose and insulin response but does not influence energy expenditure or appetite in humans. *Nutrition Research*. 2009;29(6):383-90.
124. Wolever TM. Carbohydrate and the regulation of blood glucose and metabolism. *Nutrition Reviews*. 2003;61(suppl\_5):S40-S8.
125. Özel H. Glisemik indeks ve yük: Gerçekler ve çelişkiler. *Beslenme ve Diyetetik Güncel Konular-II*. 2015;1:109-36.
126. Kendall CW, Esfahani A, Jenkins DJ. The link between dietary fibre and human health. *Food Hydrocolloids*. 2010;24(1):42-8.

127. Hoebler C, Karinthi A, Chiron H, Champ M, Barry J. Bioavailability of starch in bread rich in amylose: metabolic responses in healthy subjects and starch structure. *European Journal of Clinical Nutrition*. 1999;53(5):360-6.
128. Aparicio-Saguilán A, Sáyago-Ayerdi SG, Vargas-Torres A, Tovar J, Ascencio-Otero TE, Bello-Pérez LA. Slowly digestible cookies prepared from resistant starch-rich lintnerized banana starch. *Journal of Food composition and Analysis*. 2007;20(3-4):175-81.
129. Laguna L, Salvador A, Sanz T, Fiszman SM. Performance of a resistant starch rich ingredient in the baking and eating quality of short-dough biscuits. *LWT-Food Science and Technology*. 2011;44(3):737-46.
130. Nantel G. Glycemic carbohydrate: an international perspective. *Nutrition Reviews*. 2003;61(suppl\_5):S34-S9.
131. Murakami K, Sasaki S, Okubo H, Takahashi Y, Hosoi Y, Itabashi M. Dietary fiber intake, dietary glycemic index and load, and body mass index: a cross-sectional study of 3931 Japanese women aged 18–20 years. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2007;61(8):986-95.
132. Monro J. Available carbohydrate and glycemic index combined in new data sets for managing glycemia and diabetes. *Journal of Food composition and Analysis*. 1999;12(1):71-82.
133. Welsch CA, Lachance PA, Wasserman BP. Dietary phenolic compounds: inhibition of Na<sup>+</sup>-dependent D-glucose uptake in rat intestinal brush border membrane vesicles. *The Journal of Nutrition*. 1989;119(11):1698-704.
134. Bryans JA, Judd PA, Ellis PR. The effect of consuming instant black tea on postprandial plasma glucose and insulin concentrations in healthy humans. *Journal of the American College of Nutrition*. 2007;26(5):471-7.
135. Riccardi G, Rivellese AA, Giacco R. Role of glycemic index and glycemic load in the healthy state, in prediabetes, and in diabetes. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2008;87(1):269S-74S.
136. Salmerón J, Manson JE, Stampfer MJ, Colditz GA, Wing AL, Willett WC. Dietary fiber, glycemic load, and risk of non—insulin-dependent diabetes mellitus in women. *Journal of the American Medical Association*. 1997;277(6):472-7.
137. Ford ES, Liu S. Glycemic index and serum high-density lipoprotein cholesterol concentration among US adults. *Archives of Internal Medicine*. 2001;161(4):572-6.
138. Jenkins DJ, Wolever T, Taylor RH, Barker H, Fielden H, Baldwin JM, et al. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1981;34(3):362-6.

139. Aribas M, Kahraman K, Koksel H. In vitro glycemic index, bile acid binding capacity and mineral bioavailability of spaghetti supplemented with resistant starch type 4 and wheat bran. *Journal of Functional Foods*. 2020;65:103778.
140. Biyikli ET, Kebapcilar L, Karabudak E. Effect of Resistant Starch Type 4 Addition on the In Vivo and In Vitro Glycemic Index of Turkish Noodle. *Progress in Nutrition*. 2021;23(4):e2021203
141. Goñi I, Garcia-Alonso A, Saura-Calixto F. A starch hydrolysis procedure to estimate glycemic index. *Nutrition Research*. 1997;17(3):427-37.
142. Behall K, Hallfrisch J. Plasma glucose and insulin reduction after consumption of breads varying in amylose content. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2002;56(9):913-20.
143. Hallström E, Sestili F, Lafiandra D, Björck I, Östman E. A novel wheat variety with elevated content of amylose increases resistant starch formation and may beneficially influence glycaemia in healthy subjects. *Food & Nutrition Research*. 2011;55(1):7074.
144. EFSA Panel on Dietetic Products N, Allergies. Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to resistant starch and reduction of post-prandial glycaemic responses (ID 681), “digestive health benefits”(ID 682) and “favours a normal colon metabolism”(ID 783) pursuant to Article 13 (1) of Regulation (EC) No 1924/2006. *EFSA Journal*. 2011;9(4):2024.
145. Robertson MD. Dietary-resistant starch and glucose metabolism. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*. 2012;15(4):362-7.
146. Anderson GH, Cho CE, Akhavan T, Mollard RC, Luhovyy BL, Finocchiaro ET. Relation between estimates of cornstarch digestibility by the Englyst in vitro method and glycemic response, subjective appetite, and short-term food intake in young men. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2010;91(4):932-9.
147. Lin M-HA, Shyr C-R, Lin J. Bread containing type 3 resistant starch reduced glycemic index and glycemic response in healthy young adults. *Current Topics in Nutraceutical Research*. 2012;10(3-4):143-50.
148. Harris KF. An introductory review of resistant starch type 2 from high-amylose cereal grains and its effect on glucose and insulin homeostasis. *Nutrition Reviews*. 2019;77(11):748-64.
149. Barclay AW, Augustin LS, Brighenti F, Delport E, Henry CJ, Sievenpiper JL, et al. Dietary glycaemic index labelling: A global perspective. *Nutrients*. 2021;13(9):3244.

150. Keenan MJ, Zhou J, Hegsted M, Pelkman C, Durham HA, Coulon DB, et al. Role of resistant starch in improving gut health, adiposity, and insulin resistance. *Advances in Nutrition*. 2015;6(2):198-205.
151. Hasjim J, Lee SO, Hendrich S, Setiawan S, Ai Y, Jane JL. Characterization of a novel resistant-starch and its effects on postprandial plasma-glucose and insulin responses. *Cereal Chemistry*. 2010;87(4):257-62.
152. MacNeil S, Rebry RM, Tetlow IJ, Emes MJ, McKeown B, Graham TE. Resistant starch intake at breakfast affects postprandial responses in type 2 diabetics and enhances the glucose-dependent insulinotropic polypeptide–insulin relationship following a second meal. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2013;38(12):1187-95.
153. Belobrajdic DP, Regina A, Klingner B, Zajac I, Chapron S, Berbezy P, et al. High-amylose wheat lowers the postprandial glycemic response to bread in healthy adults: A randomized controlled crossover trial. *The Journal of Nutrition*. 2019;149(8):1335-45.
154. Hughes RL, Horn WH, Finnegan P, Newman JW, Marco ML, Keim NL, et al. Resistant starch type 2 from wheat reduces postprandial glycemic response with concurrent alterations in gut microbiota composition. *Nutrients*. 2021;13(2):645.
155. Amaral O, Guerreiro C, Almeida A, Cravo M. Bread with a high level of resistant starch influenced the digestibility of the available starch fraction. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*. 2022;28:100318.
156. Yamada Y, Hosoya S, Nishimura S, Tanaka T, Kajimoto Y, Nishimura A, et al. Effect of bread containing resistant starch on postprandial blood glucose levels in humans. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 2005;69(3):559-66.
157. Dainty SA, Klingel SL, Pilkey SE, McDonald E, McKeown B, Emes MJ, et al. Resistant starch bagels reduce fasting and postprandial insulin in adults at risk of type 2 diabetes. *The Journal of Nutrition*. 2016;146(11):2252-9.
158. Penn-Marshall M, Holtzman GI, Barbeau WE. African Americans may have to consume more than 12 grams a day of resistant starch to lower their risk for type 2 diabetes. *Journal of Medicinal Food*. 2010;13(4):999-1004.
159. Boll EVJ, Ekström LM, Courtin CM, Delcour JA, Nilsson AC, Björck IM, et al. Effects of wheat bran extract rich in arabinoxylan oligosaccharides and resistant starch on overnight glucose tolerance and markers of gut fermentation in healthy young adults. *European Journal of Nutrition*. 2016;55:1661-70.
160. Ekström LM, Björck IM, Östman EM. On the possibility to affect the course of glycaemia, insulinaemia, and perceived hunger/satiety to bread meals in healthy volunteers. *Food & Function*. 2013;4(4):522-9.

161. Sandberg JC, Björck IM, Nilsson AC. Effects of whole grain rye, with and without resistant starch type 2 supplementation, on glucose tolerance, gut hormones, inflammation and appetite regulation in an 11–14.5 hour perspective; a randomized controlled study in healthy subjects. *Nutrition Journal*. 2017;16:1-11.
162. Xiong K, Wang J, Kang T, Xu F, Ma A. Effects of resistant starch on glycaemic control: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Nutrition*. 2021;125(11):1260-9.
163. Drapeau V, Blundell J, Therrien F, Lawton C, Richard D, Tremblay A. Appetite sensations as a marker of overall intake. *British Journal of Nutrition*. 2005;93(2):273-80.
164. Chaput J-P, Gilbert J-A, Gregersen NT, Pedersen SD, Sjödin AM. Comparison of 150-mm versus 100-mm visual analogue scales in free living adult subjects. *Appetite*. 2010;54(3):583-6.
165. Hughes RL, Horn WF, Wen A, Rust B, Woodhouse LR, Newman JW, et al. Resistant starch wheat increases PYY and decreases GIP but has no effect on self-reported perceptions of satiety. *Appetite*. 2022;168:105802.
166. Lawless HT, Heymann H. Introduction. *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices*. New York, NY: Springer New York; 2010. p. 1-18.
167. Munoz AM. Sensory evaluation in quality control: an overview, new developments and future opportunities. *Food Quality and Preference*. 2002;13(6):329-39.
168. Stewart ML, Zimmer JP. Postprandial glucose and insulin response to a high-fiber muffin top containing resistant starch type 4 in healthy adults: a double-blind, randomized, controlled trial. *Nutrition*. 2018;53:59-63.
169. Raben A, Tagliabue A, Christensen NJ, Madsen J, Holst JJ, Astrup A. Resistant starch: the effect on postprandial glycemia, hormonal response, and satiety. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1994;60(4):544-51.
170. Luhovyy BL, Mollard RC, Yurchenko S, Nunez MF, Berengut S, Liu TT, et al. The effects of whole grain high-amylose maize flour as a source of resistant starch on blood glucose, satiety, and food intake in young men. *Journal of Food Science*. 2014;79(12):H2550-H6.
171. Jyothsna E, Hymavathi T. Resistant starch: Importance, categories, food sources and physiological effects. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2017;6(2):67-9.
172. Bodinham C, Smith L, Thomas EL, Bell JD, Swann JR, Costabile A, et al. Efficacy of increased resistant starch consumption in human type 2 diabetes. *Endocrine Connections*. 2014;3(2):75.

173. Bodinham CL, Robertson MD. The acute effects of resistant starch on appetite and satiety. *Resistant Starch: Sources, Applications and Health Benefits*. 2013;215-28.
174. Ble-Castillo JL, Juárez-Rojop IE, Tovilla-Zárate CA, García-Vázquez C, Servin-Cruz MZ, Rodríguez-Hernández A, et al. Acute consumption of resistant starch reduces food intake but has no effect on appetite ratings in healthy subjects. *Nutrients*. 2017;9(7):696.
175. García-Vázquez C, Ble-Castillo JL, Arias-Córdova Y, Córdova-Uscanga R, Tovilla-Zárate CA, Juárez-Rojop IE, et al. Effects of resistant starch ingestion on postprandial lipemia and subjective appetite in overweight or obese subjects. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019;16(20):3827.
176. Sanders L, Dicklin M, Palacios O, Maki C, Wilcox M, Maki K. Effects of potato resistant starch intake on insulin sensitivity, related metabolic markers and appetite ratings in men and women at risk for type 2 diabetes: a pilot cross-over randomised controlled trial. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*. 2021;34(1):94-105.
177. Al-Mana NM, Robertson MD. Acute effect of resistant starch on food intake, appetite and satiety in overweight/obese males. *Nutrients*. 2018;10(12):1993.
178. Bodinham CL, Al-Mana NM, Smith L, Robertson MD. Endogenous plasma glucagon-like peptide-1 following acute dietary fibre consumption. *British Journal of Nutrition*. 2013;110(8):1429-33.
179. Zhang L, Ouyang Y, Li H, Shen L, Ni Y, Fang Q, et al. Metabolic phenotypes and the gut microbiota in response to dietary resistant starch type 2 in normal-weight subjects: a randomized crossover trial. *Scientific Reports*. 2019;9(1):1-11.
180. Mohr AE, Minicucci O, Long Jr D, Miller VJ, Keller A, Sheridan C, et al. Resistant starch combined with whey protein increases postprandial metabolism and lowers glucose and insulin responses in healthy adult men. *Foods*. 2021;10(3):537.
181. Patterson MA, Fong JN, Maiya M, Kung S, Sarkissian A, Nashef N, et al. Chilled potatoes decrease postprandial glucose, insulin, and glucose-dependent insulintropic peptide compared to boiled potatoes in females with elevated fasting glucose and insulin. *Nutrients*. 2019;11(9):2066.
182. White U, Peterson CM, Beyl RA, Martin CK, Ravussin E. Resistant starch has no effect on appetite and food intake in individuals with prediabetes. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 2020;120(6):1034-41.
183. Maziarz MP, Preisendanz S, Juma S, Imrhan V, Prasad C, Vijayagopal P. Resistant starch lowers postprandial glucose and leptin in overweight adults

consuming a moderate-to-high-fat diet: a randomized-controlled trial. *Nutrition Journal*. 2017;16:1-10.

184. Arias-Córdova Y, Ble-Castillo JL, García-Vázquez C, Olvera-Hernández V, Ramos-García M, Navarrete-Cortes A, et al. Resistant starch consumption effects on glycemic control and glycemic variability in patients with type 2 diabetes: A randomized crossover study. *Nutrients*. 2021;13(11):4052.

185. Schioldan AG, Gregersen S, Hald S, Bjørnshave A, Bohl M, Hartmann B, et al. Effects of a diet rich in arabinoxylan and resistant starch compared with a diet rich in refined carbohydrates on postprandial metabolism and features of the metabolic syndrome. *European Journal of Nutrition*. 2018;57:795-807.

186. Reader A. Response of resistant starch in a food bar vs two commercially available bars in persons with type II diabetes mellitus. *Diabetes*. 1997;46:254A.

187. Keenan MJ, Zhou J, McCutcheon KL, Raggio AM, Bateman HG, Todd E, et al. Effects of resistant starch, a non-digestible fermentable fiber, on reducing body fat. *Obesity*. 2006;14(9):1523-34.

188. Shen L, Keenan MJ, Martin RJ, Tulley RT, Raggio AM, McCutcheon KL, et al. Dietary resistant starch increases hypothalamic POMC expression in rats. *Obesity*. 2009;17(1):40-5.

189. Zhou J, Martin RJ, Raggio AM, Shen L, McCutcheon K, Keenan MJ. The importance of GLP-1 and PYY in resistant starch's effect on body fat in mice. *Molecular Nutrition & Food Research*. 2015;59(5):1000-3.

190. Alhussain M, Almousa A, Alhowikan A. Impact of resistant starch type-3 on glucose metabolism and appetite in healthy males. *Proceedings of the Nutrition Society*. 2021;80(OCE2).

191. Horner K, Lee S. Appetite-related peptides in childhood and adolescence: role of ghrelin, PYY, and GLP-1. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2015;40(11):1089-99.

## 8. EKLER

## EK-1: Etik Kurul Onayı

## HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

|                                  |                                                                                                                           |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI            | Farklı Oranlarda Dirençli Nişasta İçeren Ekmeklerin Glisemik İndeks ve İştah Parametreleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi |
| VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU |                                                                                                                           |

|                      |                  |                                                                              |
|----------------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| ETİK KURUL BİLGİLERİ | ETİK KURULUN ADI | HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU                       |
|                      | AÇIK ADRESİ      | HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR KURULU<br>06100 Altındağ / ANKARA |
|                      | TELEFON          | 0312 305 34 98                                                               |
|                      | FAKS             | 0312 310 05 80                                                               |
|                      | E-POSTA          | kliniketik@hacettepe.edu.tr                                                  |

BASVURU BİLGİLERİ

|                                                                                           |                                                                                              |                                          |                                    |                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------|
| KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI                                         | Öğr. Gör. Dr. Oğuz Abdullah UYAROĞLU                                                         |                                          |                                    |                                          |
| KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI                                         | İç Hastalıkları                                                                              |                                          |                                    |                                          |
| KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ                                       | Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı Genel Dahiliye Bilim Dalı |                                          |                                    |                                          |
| DESTEKLEYİCİ                                                                              |                                                                                              |                                          |                                    |                                          |
| PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI<br>(TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için) |                                                                                              |                                          |                                    |                                          |
| DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ                                                          |                                                                                              |                                          |                                    |                                          |
| ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ                                                                 | FAZ 1                                                                                        | <input type="checkbox"/>                 |                                    |                                          |
|                                                                                           | FAZ 2                                                                                        | <input type="checkbox"/>                 |                                    |                                          |
|                                                                                           | FAZ 3                                                                                        | <input type="checkbox"/>                 |                                    |                                          |
|                                                                                           | FAZ 4                                                                                        | <input type="checkbox"/>                 |                                    |                                          |
|                                                                                           | Gözlemsel ilaç çalışması                                                                     | <input type="checkbox"/>                 |                                    |                                          |
|                                                                                           | Tıbbi cihaz klinik araştırması                                                               | <input type="checkbox"/>                 |                                    |                                          |
|                                                                                           | İn vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları               | <input type="checkbox"/>                 |                                    |                                          |
|                                                                                           | İlaç dışı klinik araştırma                                                                   | <input checked="" type="checkbox"/>      |                                    |                                          |
|                                                                                           | Diğer ise belirtiniz:                                                                        |                                          |                                    |                                          |
| ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER                                                             | TEK MERKEZ<br><input checked="" type="checkbox"/>                                            | ÇOK MERKEZLİ<br><input type="checkbox"/> | ULUSAL<br><input type="checkbox"/> | ULUSLARARASI<br><input type="checkbox"/> |

|                          |                                     |            |                   |                                                                                                              |
|--------------------------|-------------------------------------|------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DEĞERLENDİRİLEN BELGELER | Belge Adı                           | Tarihi     | Versiyon Numarası | Dili                                                                                                         |
|                          | ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ                 | 22.06.2021 | 2.0               | Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/> |
|                          | BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU | 22.06.2021 | 2.0               | Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/> |
|                          | OLGU RAPOR FORMU                    | 21.05.2021 | 1.0               | Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/> |

Etik Kurul Başkanının  
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Mutlu HAYRAN

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

## HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

|                                  |                                                                                                                           |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI            | Farklı Oranlarda Dirençli Nişasta İçeren Ekmeklerin Glisemik İndeks ve İştah Parametreleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi |
| VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU |                                                                                                                           |

| DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER | Belge Adı                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Açıklama                                                    |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
|                                | SIGORTA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <input type="checkbox"/>                                    |
|                                | ARAŞTIRMA BÜTÇESİ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <input checked="" type="checkbox"/> 22.06.2021 imza tarihli |
|                                | BIYOLOJİK MATERYAL TRANSFER FORMU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <input type="checkbox"/>                                    |
|                                | ILAN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <input type="checkbox"/>                                    |
|                                | YILLIK BİLDİRİM                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <input type="checkbox"/>                                    |
|                                | SONUÇ RAPORU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <input type="checkbox"/>                                    |
|                                | GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <input type="checkbox"/>                                    |
|                                | DİĞER:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <input type="checkbox"/>                                    |
| KARAR BİLGİLERİ                | Karar No: 2021/16-10 (KA-21078) Toplantı Tarihi: 29.06.2021<br>Üniversitemiz Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı Genel Dahiliye Bilim Dalı öğretim üyelerinden Öğr. Gör. Dr. Oğuz Abdullah UYAROĞLU'nun sorumlu araştırmacısı olduğu, Tuba TEKİN'in doktora tezi olan (KA-21078) kayıt numaralı ve "Farklı Oranlarda Dirençli Nişasta İçeren Ekmeklerin Glisemik İndeks ve İştah Parametreleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi" başlıklı proje önerisine ait yukarıda bilgileri verilen belge ve dokümanlar; araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve bilgi edinilmiş olup, tıbbi etik açıdan uygun bulunmuştur.<br>İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumundan izin alınması gerekmektedir. |                                                             |

| HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU    |                                      |                                |                                                                                                          |                                                                  |                                                                  |         |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------|
| ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI                                |                                      |                                | İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik<br>İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu |                                                                  |                                                                  |         |
| BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:                           |                                      |                                | Prof. Dr. Mutlu HAYRAN                                                                                   |                                                                  |                                                                  |         |
| Unvanı/Adı/Soyadı                                         | Uzmanlık Alanı                       | Kurumu                         | Cinsiyet                                                                                                 | Araştırma ile ilişkisi                                           | Katılım*                                                         | İmzası: |
| Prof. Dr. Mutlu HAYRAN<br>Başkan                          | Preventif Onkoloji                   | Hacettepe Ü. Kanser Enstitüsü  | E                                                                                                        | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> |         |
| Prof. Dr. Tarkan ELDEM<br>Başkan Yardımcısı               | Farmasötik Biyoteknoloji             | Hacettepe Ü. Ezc. F.           | K                                                                                                        | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> |         |
| Prof. Dr. Erdem KARABULUT<br>(Bildirimlerden Sorumlu Üye) | Biyoistatistik                       | Hacettepe Ü. Tıp F.            | E                                                                                                        | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> |         |
| Prof. Dr. Murat YURDAKÖK                                  | Çocuk Sağl. ve Hst. (Neonatoloji)    | Hacettepe Ü. Tıp F.            | E                                                                                                        | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> |         |
| Prof. Dr. Ayşe KÜÇÜKDEVECİ                                | Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon       | Ankara Ü. Tıp F.               | K                                                                                                        | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> |         |
| Prof. Dr. Mehmet UĞUR                                     | Biyofizik                            | Ankara Ü. Tıp Fakültesi.       | E                                                                                                        | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> |         |
| Prof. Dr. Mehmet Hakan ÖZSOY                              | Ortopedi ve Travmatoloji             | Memorial Ankara Hastanesi      | E                                                                                                        | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> |         |
| Prof. Dr. M. Yıldırım SARA                                | Tıbbi Farmakoloji                    | Hacettepe Ü. Tıp Fakültesi     | E                                                                                                        | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> |         |
| Prof. Dr. Abdullah Cevdet AKMAN                           | Periodontoloji                       | Hacettepe Ü. Diş Hekimliği F.  | E                                                                                                        | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> |         |
| Prof. Dr. Ömer DİZDAR                                     | Medikal Onkoloji                     | Hacettepe Ü. Kanser Enstitüsü  | E                                                                                                        | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> |         |
| Prof. Dr. Ali DÜZOVA                                      | Çocuk Sağl. ve Hst. (Nefroloji)      | Hacettepe Ü. Tıp Fakültesi     | E                                                                                                        | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> |         |
| Prof. Dr. Nuket ÖRNEK BÜKEN                               | Tıp Tarihi ve Etik                   | Hacettepe Ü. Tıp Fakültesi     | K                                                                                                        | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> |         |
| Uzm. Dr. Pınar GÜNER                                      | Halk Sağlığı/Anestezi ve Reanimasyon | Hacettepe Ü. Kanser Enstitüsü  | K                                                                                                        | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> |         |
| Av. Meltem ONURLU                                         | Avukat                               | Hacettepe Ü. Hukuk Müşavirliği | K                                                                                                        | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> |         |
| Tuğba YILMAZ                                              | Sivil Üye                            | Hacettepe Üniversitesi         | K                                                                                                        | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> |         |

\* Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanının  
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Mutlu HAYRAN

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

## EK-2: Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu Kararı



T.C.  
SAĞLIK BAKANLIĞI  
Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu

Sayı : E-66175679-514.99-458777  
Konu : Kapsam Dışı Çalışma

**NORMAL**  
14.06.2021

Sayın Öğr. Görevlisi Dr. Oğuz Abdullah UYAROĞLU  
Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Genel Dahiliye Bilim Dalı  
ANKARA

İlgi : Kurum evrak kayıt 25.05.2018 tarihli, E-85521274-000-918787 sayılı yazınız

Bilindiği üzere, 3359 sayılı Sağlık Hizmetleri Temel Kanunu ek 10 uncu maddesi hükmünce herhangi bir tedavi yöntemi veya araçlarının veya ruhsat veya izin alınmış olsa dahi ilaç ve terkiplerinin, tıbbi ve biyolojik ürünler, bitkisel ürünler, kozmetik ürünler ve hammaddeleri ile tıbbi cihazların bilimsel araştırma amacıyla insanlar üzerinde kullanılabilmesi için Sağlık Bakanlığı veya bağlı kuruluşlarından izin alınması gerekmektedir.

Öğr. Görevlisi Dr. Oğuz Abdullah UYAROĞLU sorumluluğunda yapılması planlanan “Farklı Oranlarda Dirençli Nişasta İçeren Ekmeklerin Glisemik İndeks ve İştah Parametreleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi” başlıklı araştırma bahsi geçen kanun maddesi kapsamına girmediğinden ilgili etik kurul onayı doğrultusunda yürütülebilir. Kişisel Verilerin Korunması Kanunu ve ilgili Yönetmeliği kapsamında çalışmaya katılacak gönüllülerin açık rızasının alınması gerekmektedir.

Yazımızın bir ilgili etik kurula iletilmesi hususunda bilginizi ve gereğini rica ederim.

Dr. Ecz. Nihan BURUL BOZKURT  
Kurum Başkanı a.  
Daire Başkanı

**Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.**

Belge Doğrulama Kodu: S3k0Q3NRSHY3S3k0ak1URG83M0Fy

Belge Takip Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/saglik-titck-ebys>

Söğütözü Mahallesi, 2176.Sokak No:5 06520 Çankaya/ANKARA  
Telefon No: (0 312) 218 30 00 Faks No: (0 312) 218 34 60  
e-Posta: [halkla\\_iliskiler@titck.gov.tr](mailto:halkla_iliskiler@titck.gov.tr) İnternet Adresi: <https://www.titck.gov.tr>  
Kep Adresi: titck@hs01.kep.tr



### EK-3: Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

#### BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Sayın katılımcı,

Bu katılacağınız çalışma bilimsel bir araştırma olup, araştırmanın adı “Farklı Oranlarda Dirençli Nişasta İçeren Ekmeklerin Glisemik İndeks ve İştah Parametreleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi” dir. Bu araştırmanın amacı, farklı oranda dirençli nişasta içeren ekmeklerin referans besinler olan beyaz ekmek ve glukozu göre glisemik indeksinin belirlenmesi ve dirençli nişasta içeriğinin iştah ve tokluk ile ilgili peptidler üzerine olan etkisinin değerlendirilmesidir. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Kararınızdan önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız.

Araştırma 2021 yılında 3 ay içerisinde Hacettepe Üniversitesi sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik bölümünde 10 sağlıklı birey ile yürütülecektir. Eğer bu araştırmaya kabul ederseniz size bazı kişisel bilgileri (yaş, cinsiyet, eğitim durumu vb.) içeren bir anket uygulanacaktır. Çalışmaya başlamadan önce vücut ağırlığı, boy uzunluğu, vücut kompozisyonu, bel ve kalça çevresi ölçümleri yapılacaktır. Bu araştırmada yer almanız dahilinde haftada bir kez olmak üzere 4 hafta gelmeniz yeterli olacaktır. Araştırmaya katıldığınız süreç boyunca ulaşım, yemek gibi masraflara ilişkin tarafınıza herhangi bir ödeme yapılmayacaktır. Bu araştırmada sizin için herhangi bir risk veya zarar söz konusu değildir. Araştırmadan makul ölçüde beklenen yararlarla ilgili olarak sizin açışınızdan hedeflenen herhangi bir klinik yarar olmadığı durumlarda araştırmacı tarafından gerekli bilgiler verilecektir. Bu araştırma ile ilgili olarak sizden beklenen istenen tahlilleri yaptırmak, araştırmacının sorularına uygun ve doğru cevap vermek ve sonuçlarını zamanında araştırmacıya ulaştırmaktır.

Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz bir hekim tarafından muayene edileceksiniz ve bulgularınız kaydedilecektir. Muayene sonucunda doktorunuz uygun görürse bu çalışmaya alınacaksınız. Çalışmaya dahil olduğunuzda 12 saat açlık sonrası haftada bir kez olmak üzere 4 hafta boyunca Hacettepe Üniversitesi sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik bölümüne gelmeniz gerekmektedir. Aç olarak bölüme geldiğinizde glikoz, beyaz ekmek, %17 ve %24 oranında tip IV dirençli nişasta içeren ekmeklerden araştırmacı tarafından belirlenen porsiyonda tüketmeniz gerekmektedir. Referans veya test besini tüketmeden önce 0. dk ve ilk lokmayı tükettikten 15. dk, 30. dk, 45. dk, 60. dk ve 90. dk ve 120. dk parmak ucundan glukometre ile dublike (iki kez) kan glukoz ölçümleri yapılacaktır. Bakılan kan glukoz değerleri ile glisemik indeks hesaplanacaktır. Test veya referans besin tüketiminden önce (0.dk) ve besin tüketiminin ardından 15., 30., 45., 60., 90., 120.

dakikalarda 100-mm'lik Görsel Analog Skala (VAS) ölçeği ile açlık, tokluk, ileri dönük besin tüketim isteği ve şekerli besin tüketim isteğiniz sorgulanacaktır. Yine izniniz doğrultusunda serum insülin düzeyi ile iştah ve tokluk ile ilgili peptidlerin düzeylerinin belirlenmesi amacıyla test veya referans besin tüketiminden önce (0.dk) ve besin tüketiminin ardından 30., 60., 120. dakikalarda koldan 4 ml kan alınarak ELİSA yöntemi ile incelenecektir. Koldan 4 kez kan alımı katater yardımı ile yapılacaktır. İntraket yardımı ile kolunuzdan sadece bir kez iğne girişi olmuş olacaktır. Alınan kanlar Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü Laboratuvarında Arş. Gör. Tuba Tekin tarafından santrifüj edilerek depolanacaktır. Referans veya test besin tüketiminden sonra alınan kanlar Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü Laboratuvarında ELİSA yöntemi ile analiz edilecektir. Çalışma amacıyla alınan kanların (biyolojik materyal) analizi yurt içinde yapılacaktır. Yurt dışında herhangi bir biyolojik materyalin analizinin yapılması söz konusu değildir.

Ekmek tüketimlerinden sonra duyuşsal analiz formu ile ekmeklerin renk, görünüş, tat, koku, sıklık-yapışkanlık ve genel beğeni durumlarınız değerlendirilecektir. Referans/test besini tükettikten sonra gün içerisindeki besin tüketim kayıtlarınız araştırmacı tarafından alınarak Beslenme Bilgi Sistemi (BeBis) programında değerlendirilecektir. Değerlendirme sonucunda toplam kalori, karbonhidrat, yağ ve protein alımları hesaplanarak, referans/test besin tüketiminin toplam kalori, karbonhidrat, yağ ve protein alımına etkisi değerlendirilecektir.

Kan alınması sırasında oluşabilecek riskler: 1-) İğne batmasına bağlı olarak az bir acı duyabilirsiniz. 2-) Az bir ihtimal de olsa iğne batması sonrasında kanamanın uzaması veya enfeksiyon riski vardır. Araştırma sırasında sizi ilgilendirebilecek herhangi bir gelişme olduğunda, bu durum size veya yasal temsilcinize derhal bildirilecektir. Araştırma hakkında ek bilgiler almak için ya da çalışma ile ilgili herhangi bir sorun, istenmeyen etki ya da diğer rahatsızlıklarınız için 0 ... ..7 numaralı telefonda araştırmacı Arş. Gör. Tuba Tekin'e başvurabilirsiniz. Ayrıca bu araştırma kapsamındaki bütün muayene, tetkik, testler ve tıbbi bakım hizmetleri için sizden veya bağlı bulunduğunuz sosyal güvenlik kuruluşundan hiçbir ücret istenmeyecektir. İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorunun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahale sizden ücret talep edilmeden ve sosyal güvenceniz kullanılmadan sağlanacaktır.

Bu araştırmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Araştırmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada araştırmadan ayrılabilirsiniz. Bu durum herhangi bir cezaya ya da sizin yararlarınıza engel duruma yol açmayacaktır. Araştırmacı bilginiz dahilinde veya isteğiniz dışında, uygulanan tedavi şemasının gereklerini yerine getirmemeniz, çalışma programını aksatmanız veya tedavinin etkinliğini artırmak vb. nedenlerle sizi araştırmadan çıkarabilir. Araştırmanın

sonuçları bilimsel amaçla kullanılacaktır. İlgili mevzuat gereğince katılımcıların kimliğini ortaya çıkaracak kayıtlar gizli tutulacak ve kamuoyuna açıklanamayacaktır. Araştırma sonuçlarının yayımlanması halinde dahi katılımcıların kimliğinin gizli kalacaktır. Çalışmadan çekilmeniz ya da araştırmacı tarafından çıkarılmanız durumunda, sizle ilgili tıbbi veriler kullanılmayacaktır.

Size ait tüm tıbbi ve kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır ve araştırma yayımlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar gerektiğinde tıbbi bilgilerinize ulaşabilir. Yazılı gönüllü olur formunu imzalamanız dahilinde araştırmanın izleyicilerinin, yoklama yapanların, etik kurulların ve resmi makamların gerektiğinde tıbbi bilgilerinize erişim iznini vermiş olacaksınız. Siz de istediğinizde kendinize ait tıbbi bilgilere ulaşabilirsiniz. Araştırma konusuyla ilgili araştırmaya katılmaya devam etme isteğinizi etkileyebilecek yeni bilgiler elde edildiğinde en kısa sürede araştırmacı tarafından gerekli bilgiler verilecektir. Çalışma sonrası araştırma ürünlerine erişim talep etmeniz halinde araştırmacı tarafından araştırma ürünlerine ait bilgiler tarafınıza verilecektir.

#### **Çalışmaya Katılma Onayı:**

Yukarıda yer alan araştırmaya başlanmadan önce Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formundaki tüm açıklamaları okudum. Bana, yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen hekim tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi biliyorum. Yukarıda yer alan araştırmaya dair yazılı ve sözlü olarak bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Çalışmaya katılmayı isteyip istemediğime karar vermem için bana yeterli zaman tanındı. Bu koşullar altında, bana ait tıbbi bilgilerin gözden geçirilmesi, transfer edilmesi ve işlenmesi konusunda araştırma yürütücüsüne yetki veriyor ve söz konusu araştırmaya ilişkin bana yapılan katılım davetini hiçbir zorlama ve baskı olmaksızın gönüllü olarak kabul ediyorum.

Bu formun imzalı bir kopyası bana verilecektir.

#### **Gönüllünün,**

Adı-Soyadı:

Tarih:

İmza:

#### **Açıklamaları yapan araştırmacının,**

Adı-Soyadı:

Tarih:

İmza:

**EK-4: Anket Formu****ANKET FORMU****Anket No:****Tarih:****Ad-Soyadı:****A. SOSYODEMOGRAFİK ÖZELLİKLER**

1. YAŞ:
2. CİNSİYET:
3. MESLEK:
4. EĞİTİM DÜZEYİ:

**B. ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLER**

|                      |                            |
|----------------------|----------------------------|
| Vücut ağırlığı (kg): | Bel çevresi (cm):          |
| Boy uzunluğu(cm):    | Kalça çevresi (cm):        |
| BKİ:                 | Bel/Kalça oranı:           |
| Vücut Yağ Oranı (%): | İç Organ Yağ Oranı (%):    |
| Vücut Su Oranı (%):  | Yağsız Vücut Kütlesi (kg): |

**EK-5: Görsel Analog Skala (VAS)****GÖRSEL ANALOG SKALA (VAS-100 mm)**

Adı Soyadı:

Tarih:

Test Besin:

Dakika:

Şu anda kendinizi ne kadar aç hissediyorsunuz?

Hiç aç hissetmiyorum.

Hiç bu kadar aç hissetmemiştim.



Şu anda kendinizi ne kadar tok hissediyorsunuz?

Hiç tok hissetmiyorum.

Hiç bu kadar tok hissetmemiştim.



Şu anda yeme isteğiniz ne kadar güçlü?

Çok zayıf

Çok güçlü



Şu anda ne kadar yemek yiyebileceğinizi düşünüyorsunuz?

Çok az

Çok fazla



Şu anda şekerli besin tüketim isteğiniz ne kadar?

Çok az

Çok fazla



**EK-6: Duyusal Analiz Formu****DUYUSAL ANALİZ FORMU**

| <b>Duyusal Özellik</b> | <b>Test Besini</b> |
|------------------------|--------------------|
| Renk                   |                    |
| Görünüş                |                    |
| Tat                    |                    |
| Koku                   |                    |
| Sıklık-Yapışkanlık     |                    |
| Genel Beğeni           |                    |

\*Puanlama 1-5: (1-kötü, 3-kabul edilebilir ve 5-oldukça iyi)

## EK-7: Besin Tüketim Kaydı

## BESİN TÜKETİM KAYDI

| ÖĞÜNLER | TÜKETİLEN<br>BESİNLER,<br>YİYECEKLER,<br>İÇECEKLER | HAZIRLANIRKEN<br>İÇİNE KONAN<br>MALZEMELER | MİKTAR |         |
|---------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------|---------|
|         |                                                    |                                            | ÖLÇÜ   | AĞIRLIK |
| SABAHA  |                                                    |                                            |        |         |
| KUŞLUK  |                                                    |                                            |        |         |
| ÖĞLE    |                                                    |                                            |        |         |
| İKİNDİ  |                                                    |                                            |        |         |
| AKŞAM   |                                                    |                                            |        |         |
| GECE    |                                                    |                                            |        |         |

## EK-8: Orjinallik Raporu

TubaTekin-TezSınavSonrası-Turnitin.docx

## ORIGINALITY REPORT

13%

SIMILARITY INDEX

12%

INTERNET SOURCES

6%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1

openaccess.hacettepe.edu.tr:8080

Internet Source

3%

2

acikbilim.yok.gov.tr

Internet Source

3%

3

www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080

Internet Source

2%

4

openaccess.hacettepe.edu.tr

Internet Source

1%

5

dergipark.org.tr

Internet Source

1%

6

ÇİFTÇİ, Seda and ÖZEL, Hülya Gökmen.  
"Besinlerin Glisemik İndeks Değerinin  
Hesaplanmasında Kullanılan Beş Farklı  
Yöntemin Değerlendirilmesi", Türkiye  
Diyetisyenler Derneği, 2017.

Publication

&lt;1%

7

hemsirelik.ege.edu.tr

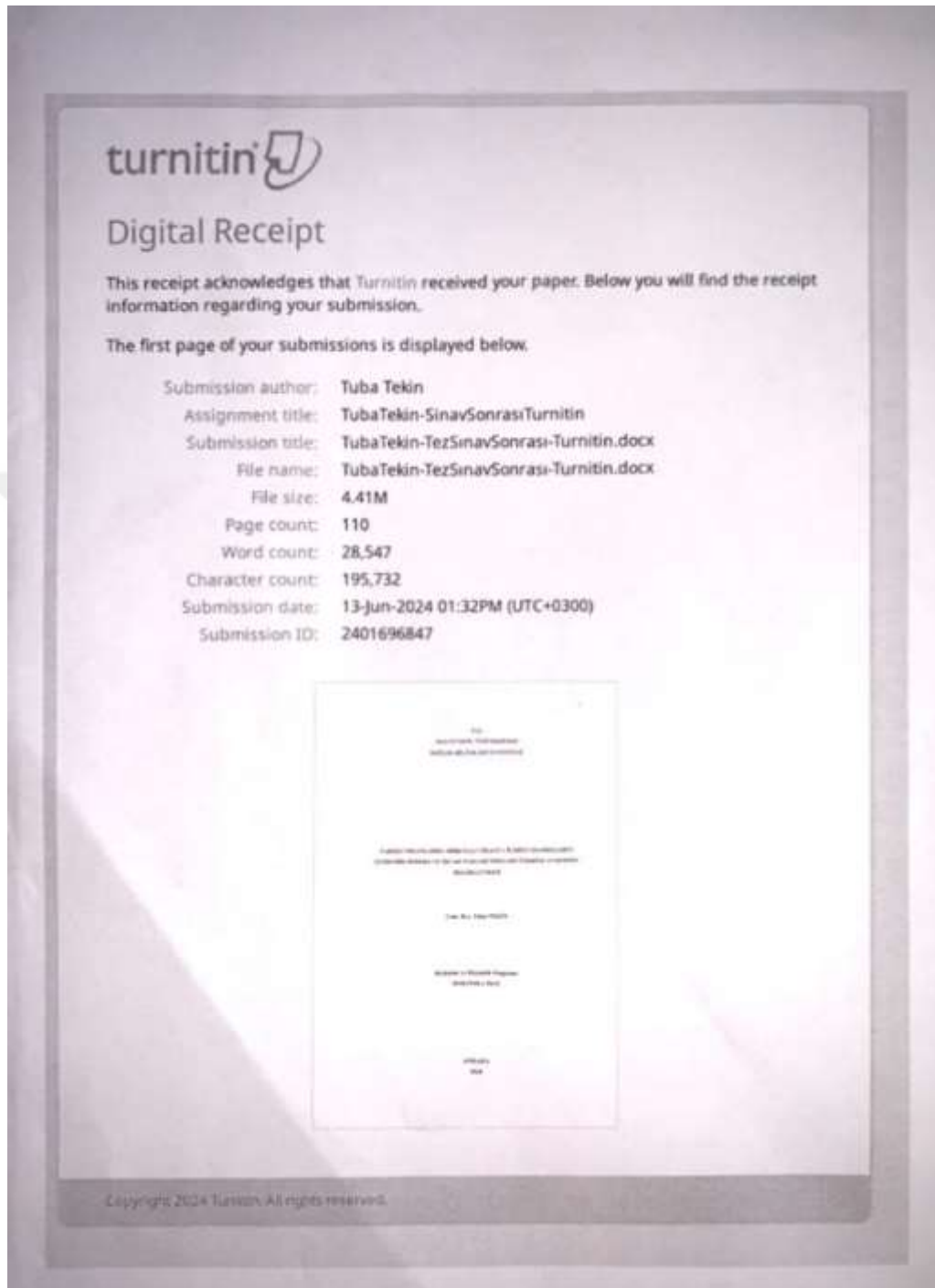
Internet Source

&lt;1%

8

acikerisim.baskent.edu.tr

Internet Source

**EK-9: Dijital Makbuz**

## 9. ÖZGEÇMİŞ

Lisans (2003-2007): İstanbul Kültür Üni-  
 versitesi, İktisadi İslahat Bölümü  
 • 2005-2009: Türkiye İş Bankası, İktisadi  
 İslahat Şube Başkanı  
 • 2010-2015: Türkiye İş Bankası, İktisadi  
 İslahat Şube Başkanı  
 • 2015-2019: Türkiye İş Bankası, İktisadi  
 İslahat Şube Başkanı