



**SİYEZ BUĞDAYININ (*Triticum monococcum* L.) BESİNSEL İÇERİĞİ VE  
DENEYSEL TİP 2 DİYABET OLUŞTURULAN RATLARDA ANTİDİYABETİK VE  
ANTİOKSİDAN ÖZELLİKLERİ**

**SEHER CAN**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Doktora Tezi**

**Danışman: Prof. Dr. Tuncay GÜMÜŞ**

**2022**

T.C.  
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



SİYEZ BUĞDAYININ (*Triticum monococcum* L.) BESİNSEL İÇERİĞİ VE  
DENEYSEL TİP 2 DİYABET OLUŞTURULAN RATLARDA ANTİDİYABETİK VE  
ANTİOKSİDAN ÖZELLİKLERİ

SEHER CAN

ORCID: 0000-0002-0423-4766

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

Danışman: Prof. Dr. Tuncay GÜMÜŞ

HAZİRAN-2022

Her hakkı saklıdır.

## ÖZET

### **SİYEZ BUĞDAYININ (*Triticum monococcum* L.) BESİNSEL İÇERİĞİ VE DENEYSEL TİP 2 DİYABET OLUŞTURULAN RATLARDA ANTİDİYABETİK VE ANTIOKSIDAN ÖZELLİKLERİ**

Seher CAN

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Danışman: Prof. Dr. Tuncay GÜMÜŞ

Bu çalışma, Kastamonu ilinin farklı ilçelerinden temin edilen siyez buğdayının (*Triticum monococcum* L.) besinsel kalitesinin ve deneysel tip 2 diyabet oluşturulan ratlarda antidiyabetik ve antioksidan özelliklerinin belirlenmesi amacıyla planlanmıştır. İki aşamalı gerçekleştirilen çalışmada önce farklı kimyasal analizler ile siyez buğdayı (*Triticum monococcum* L.) ve ekmeklik buğdayın (*Triticum aestivum* L.) besinsel bileşimi incelenmiştir. Daha sonra streptozotosin ile deneysel tip 2 diyabet modeli geliştirilen ratlarda kan şekeri, insülin seviyesi, total oksidan seviye, total antioksidan seviye gibi özellikler araştırılmıştır. Çalışmanın sonunda; siyez buğdayının nem, yağ, protein, enerji, ham selüloz, toplam diyet lifi miktarı ekmeklik buğdaydan daha düşük saptanırken; kül, nişasta, toplam sterol, mineral madde içeriği ekmeklik buğdaydan daha yüksek tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). Deney hayvanlarından alınan kan örnekleri incelendiğinde gruplar arasında total oksidan, total antioksidan, insülin değerleri bakımından anlamlı bir fark saptanamamıştır ( $p > 0,05$ ). Diyabetli olan ve siyez buğdaylı yem ile beslenen grubun kan şekeri değeri ekmeklik buğdaylı yem ile beslenen gruba göre daha düşük saptanmıştır. Siyez buğdayı diyabetiklerde, kan şekerinin düzenlenmesinde, insülin duyarlılığının iyileştirilmesinde faydalı olabileceği fakat mekanizmasının tam olarak anlaşılabilmesi için farklı çalışmalarla desteklenmesi gerektiği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Siyez buğdayı, Ekmeklik buğday, Tip 2 diyabet, Besin içeriği, Kan şekeri

## ABSTRACT

### NUTRITIONAL CONTENT, ANTIDIABETIC AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF EINKORN WHEAT (*Triticum monococcum* L.) IN RATS WITH EXPERIMENTAL TYPE 2 DIABETES

Seher CAN

Department of Food Engineering

PhD Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Tuncay GÜMÜŞ

This study was planned to determine the nutritional quality of einkorn wheat (*Triticum monococcum* L.) obtained from different districts of Kastamonu province and its antidiabetic and antioxidant properties in rats with experimental type 2 diabetes. In the study, which was carried out in two stages, first of all, the nutritional composition of einkorn wheat (*Triticum monococcum* L.) and bread wheat (*Triticum aestivum* L.) was investigated with different chemical analyzes. Later, an experimental type 2 diabetes model was developed with streptozotocin and properties such as blood sugar, insulin level, total oxidant level and total antioxidant level were investigated in rats. According to the findings obtained as a result of the study; while the moisture, fat, protein, energy, crude fiber and total dietary fiber content of einkorn wheat were lower than bread wheat; ash, starch, total sterol and mineral content were higher than bread wheat ( $p<0.05$ ). When the blood samples taken from the experimental animals were examined, no significant difference was found between the groups in terms of total oxidant, total antioxidant, and insulin values ( $p>0.05$ ). The blood sugar value of the diabetic group fed with einkorn feed was lower than the group fed with bread wheat feed. It is thought that einkorn wheat may be beneficial in regulating blood sugar and improving insulin sensitivity in diabetics, but it should be supported by different studies in order to fully understand its mechanism.

**Keywords:** Einkorn wheat, Bread wheat, Type 2 diabetes, Nutrient content, Blood sugar

# İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT .....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
SİMGELER DİZİNİ.....	viii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	ix
TEŞEKKÜR.....	xi
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1 Literatür Özeti.....	4
1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı .....	6
<b>2. KURAMSAL TEMELLER .....</b>	<b>7</b>
2.1 Siyez Buğdayı ( <i>T. monococcum</i> L.) Hakkında Bilgiler .....	7
2.2 Siyez Buğdayının ( <i>T. monococcum</i> L.) Tane Yapısı .....	9
2.3 Siyez Buğdayının ( <i>T. monococcum</i> L.) Besin İçeriği .....	10
2.4 Buğday Tanesinin Bileşimini Etkileyen Faktörler .....	14
2.5 Diabetes Mellitus (Diyabet, DM) Tanımı ve Tanı Kriterleri .....	14
2.6 Diyabetin Sınıflandırılması .....	16
2.6.1 Tip 1 Diyabet (İnsülin Yetersizliği Sonucu $\beta$ -hücre Yıkımı ile Tanımlanan Tip) .....	18
2.6.2 Tip 2 Diyabet.....	19
2.6.3 Gestasyonel Diyabet (GDM) .....	21
2.7 Diyabetin Semptomları .....	23
2.8 Diyabetin Komplikasyonları .....	24
2.9 Diyet ve Tip 2 DM İlişkisi .....	25
2.9.1 Glisemik İndeks ve Glisemik Yük .....	26
2.9.2 Glisemik İndeks Değerini Etkileyen Faktörler.....	29
2.9.2.1 Nişastanın Yapısı.....	29
2.9.2.2 Diyet Lif İçeriği .....	30
2.9.2.3 Karbonhidrat ve Monosakkarit İçeriği.....	31
2.9.2.4 Yağ ve Protein İçeriği.....	32
2.9.2.5 Asit İçeriği.....	33
2.9.2.6 Besin Öğesi Olmayan Maddeler.....	33

2.9.2.7 Besinlerin Olgunluk Düzeyi.....	34
2.9.2.8 Fiziki Engelleme .....	34
2.9.2.9 Besinlerin Hazırlanması ve Pişirilmesi .....	35
2.9.2.10 Besinlerin Tüketim Hızı .....	35
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM .....</b>	<b>37</b>
3.1 Materyal .....	37
3.2 Yöntem.....	39
3.2.1 Nem Analizi .....	39
3.2.2 Kül Analizi .....	39
3.2.3 Yağ Analizi .....	40
3.2.4 Yağ Asitlerinin Metil Esterleri Analizi.....	40
3.2.5 Ham Protein Analizi.....	40
3.2.6 Nişasta Analizi.....	41
3.2.7 Ham Lif (Selüloz) Analizi.....	42
3.2.8 Antioksidan Aktivite Tayini .....	43
3.2.9 Toplam Fenolik Madde Miktarı Analizi .....	44
3.2.10 Sterol Kompozisyonu .....	44
3.2.11 Diyet Lifi Analizi (Toplam, Çözünür ve Çözünmeyen) .....	44
3.2.12 Kalori Analizi .....	45
3.2.13 Taramalı Elektron Mikroskobu veya SEM (Scanning Electron Microscope) .....	46
3.2.14 Mineral Madde Analizi .....	46
3.2.15 Deney Modeli ve Test Diyetlerinin Oluşturulması.....	46
3.2.16 İstatistiksel Değerlendirme .....	48
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....</b>	<b>49</b>
4.1 Buğdayların (%) Nem Analiz Sonuçları .....	49
4.2 Buğdayların (%) Kül Analiz Sonuçları .....	49
4.3 Buğdayların (%) Ham Protein Analiz Sonuçları .....	52
4.4 Buğdayların Nişasta İçeriği Sonuçları .....	54
4.5 Buğdayların Ham Lif (Selüloz) İçeriği Sonuçları .....	55
4.6 Buğdayların (%) Yağ Analiz Sonuçları .....	55
4.7 Yağ Asitleri Kompozisyonu Sonuçları .....	57
4.8 Buğdayların Antioksidan Kapasite Değerleri .....	62
4.9 Buğdayların Toplam Fenolik Madde İçeriği Sonuçları .....	64
4.10 Buğdayların Sterol Kompozisyonu Sonuçları .....	65

4.11 Buğdayların Diyet Lifi (Toplam, Çözünür ve Çözünmeyen) Sonuçları .....	71
4.12 Buğdayların Kalori Değerleri .....	72
4.13 Buğdayların Taramalı Elektron Mikroskobu Görüntüleri (Scanning Electron Microscope-SEM) .....	73
4.14 Buğdayların Mineral Madde İçeriği.....	75
4.15 Deney Hayvanlarında Açlık Kan Şekeri ve İnsülin Değerleri Değişimi .....	80
4.16 Deney Hayvanlarının Vücut Ağırlığı Takibi .....	88
4.17 Deney Hayvanlarının Kanlarında Total Oksidan Seviye (TOS) ve Total Antioksidan Seviye (TAS) Değerleri .....	91
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>94</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>97</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>116</b>
<b>EK-1. DENEY HAYVANLARI ETİK KURUL ONAYI.....</b>	<b>116</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>117</b>

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Siyez buğdayının teknolojik ve bazı besinsel özellikleri .....	13
Çizelge 2.2. IDF Diyabet Atlası küresel tahminleri 2015 – 2040 .....	15
Çizelge 2.3. Diyabet tanısı için kriterler.....	16
Çizelge 2.4. Diyabet etiyolojik sınıflaması .....	17
Çizelge 2.5. Diyabet türleri.....	18
Çizelge 2.6. Gestasyonel diyabet tanı kriterleri .....	23
Çizelge 2.7. Diyabetin uyarı işaretleri .....	24
Çizelge 2.8. Besinlerin glisemik indeks aralıkları.....	26
Çizelge 2.9. Besin bileşenlerinin glisemik düzenlemedeki rolü ve diyabet riskinin azaltılması .....	28
Çizelge 3.1. Standart ve test yemlerin içerikleri.....	37
Çizelge 3.2. Yüksek yağlı diyet içeriği.....	38
Çizelge 4.1. Buğdayların nem, kül, yağ, nişasta, ham selüloz ve ham protein bulguları (%)...51	
Çizelge 4.2. Buğdayların yağ asidi kompozisyonu (%) .....	59
Çizelge 4.3. Buğdayların antioksidan kapasite değerleri .....	62
Çizelge 4.4. Buğdayların toplam fenolik madde sonuçları .....	64
Çizelge 4.5. Buğdayların sterol kompozisyonu sonuçları .....	67
Çizelge 4.6. Buğdayların diyet lifi sonuçları.....	71
Çizelge 4.7. Buğdayların kalori değerleri.....	73
Çizelge 4.8. Buğdayların mineral madde analiz sonuçları .....	79
Çizelge 4.9. Deney hayvanlarına ait (%) kan şekeri değerleri .....	84
Çizelge 4.10. Deney hayvanlarına ait insülin değerleri.....	85
Çizelge 4.11. Deney hayvanlarına ait vücut ağırlıkları .....	90
Çizelge 4.12. Deney hayvanlarının serum total oksidan ve total antioksidan seviye değerleri.91	



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2. 1. Buğdayın evrimi .....	8
Şekil 2. 2. Çeşitli ekili antik buğday türleri, durum buğdayı ve modern buğday dahil olmak üzere Triticum ailesinin ekili üyelerinin soyağacı .....	8
Şekil 2. 3. Tip 2 diabetes mellitusta (T2DM) patofizyolojinin şematik gösterimi .....	21
Şekil 3. 1. DPPH aktivitesi için Trolox ile hazırlanan standart grafiği .....	43
Şekil 4. 1. Ekmeklik buğdayın yağ asidi kompozisyonu kromatogram grafiği .....	60
Şekil 4. 2. İhsangazi siyez buğdayı yağ asidi kompozisyonu kromatogram grafiği .....	61
Şekil 4. 3. Seydiler siyez buğdayı yağ asidi kompozisyonu kromatogram grafiği .....	61
Şekil 4. 4. Taşköprü siyez buğdayı yağ asidi kompozisyonu kromatogram grafiği .....	62
Şekil 4. 5. Ekmeklik buğday sterollerinin kromatogram grafiği .....	69
Şekil 4. 6. İhsangazi siyez buğdayı sterollerinin kromatogram grafiği .....	70
Şekil 4. 7. Seydiler siyez buğdayı sterollerinin kromatogram grafiği .....	70
Şekil 4. 8. Taşköprü siyez buğdayı sterollerinin kromatogram grafiği .....	71
Şekil 4. 9. Ekmeklik buğdayın taramalı mikroskop görüntüsü .....	74
Şekil 4. 10. İhsangazi siyez buğdayın taramalı mikroskop görüntüsü .....	74
Şekil 4. 11. Seydiler siyez buğdayın taramalı mikroskop görüntüsü .....	75
Şekil 4. 12. Taşköprü siyez buğdayın taramalı mikroskop görüntüsü .....	75
Şekil 4. 13. Deney hayvanlarına ait kan şekeri ölçümü bulguları grafiği .....	80
Şekil 4. 14. Deney hayvanlarına ait % kan şekeri değerlerinin günlere göre değişimi .....	82
Şekil 4. 15. Deney hayvanlarına ait insülin değeri bulguları .....	86
Şekil 4. 16. Deney hayvanlarının vücut ağırlıklarındaki değişim .....	90
Şekil 4. 17. Deney hayvanlarına ait total antioksidan seviye değerleri .....	92
Şekil 4. 18. Deney hayvanlarına ait total oksidan seviye değerleri .....	92

## SİMGELER DİZİNİ

$\alpha$	Alfa
$\beta$	Beta
$\gamma$	Gama
$\Delta$	Delta
$\mu$	Mikro
$^{\circ}\text{C}$	Celsius derecesi



## KISALTMALAR DİZİNİ

ABTS	2,2-azino-bis-3-etilbenzo-tiyazolin-6-sülfonik asit
ADF	Acid Detergent Fiber
ADL	Acid Detergent Lignin
ADP	Adenozin Difosfat
AOAC	The Association of Official Analytical Chemists
ATP	Adenozin Trifosfat
DPPH	1,1-difenil 2-pikril hidrazil
dk	Dakika
dl	Desilitre
DNA	Deoksiribo Nükleik Asit
ELISA	Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay
g	Gram
GIP	Gastric Inhibitory Polypeptide
Gİ	Glisemik İndeks
GLUT	Glucose Transporter
GC-MS	Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi
HbA1c	Hemoglobin A1c (glikozillenmiş hemoglobin)
ICD	International Classification of Diseases
KATP	ATP' ye duyarlı potasyum
kDa	Kilodalton
kg	Kilogram
kkal	Kilokalori
KM	Kuru Madde
LDL	Low Density Lipoprotein
MEq	Miliekivalen
mg	Miligram
mmol	Milimol
MPa	Megapaskal
µg	Mikrogram
µL	Mikrolitre
µM	Mikromolar
NDF	Neutral Detergent Fiber

ng	Nanogram
ppm	Parts Per Million
SCFA	Short Chain Fatty Acids
SDS	Sodyum Dodesil Sülfat
TE	Troloks Eşdeğeri
TS	Türk Standardı
W	Enerji Değeri



## TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim ve tez çalışmam süresince tez danışmanlığımı üstlenerek bana yol gösteren, tez konumun belirlenmesinden, çalışmanın planlanmasında, gerçekleştirilmesinde ve sonuçlandırılmasında her türlü bilimsel katkı ve manevi desteğini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Tuncay Gümüş (T.N.K.Ü. Ziraat Fak. Gıda Müh. Böl., Tekirdağ) hocama, deney hayvanları çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Özgür Gündüz (T.Ü. Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji Anabilim Dalı, Edirne) ve Dr. Öğr. Üyesi Oktay Kaya (T.Ü. Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, Edirne) hocalarıma, laboratuvar analizlerimin gerçekleştirilmesinde bana yardımcı olan Arş. Gör. Dr. Deniz Damla Altan Kamer'e (T.N.K.Ü. Ziraat Fak. Gıda Müh. Böl., Tekirdağ) ve Gıda Yüksek Mühendisi Efe Bakla'ya (Edirne Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü), her zaman yanımda olan, sabrını ve hoşgörüsünü gördüğüm, en büyük motivasyonum olan canım oğluma, hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen, hiçbir zaman haklarını ödeyemeyeceğim aileme en içten sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Seher CAN

Gıda Yüksek Mühendisi

## 1. GİRİŞ

Dünyada en çok tüketilen ürün grubunu oluşturan tahıllar, ülkemizde tarım sektörünün olduğu kadar ekonomimizin de temelini oluşturmaktadır. Tahılların çok sayıda sanayi işletmesinin hammaddesini oluşturması ve birçok üreticinin yıllık gelirini sağlamasına katkısından dolayı sosyal ve ekonomik yaşantımızdaki önemi büyüktür. Önemli oranda besin ögesi içermesi nedeniyle de sağlıklı beslenmede önemli bir yer tutmaktadır.

Buğday, gerek dünyada gerekse ülkemizde en çok yetiştirilen tahıl çeşididir. Günümüz modern ekmeklik buğday çeşitleri yaygın hale gelmeden önce buğdayın ilkel formlarının tarımının yapıldığı bilinmektedir. Türkiye'nin bazı bölgelerini de içine alan Bereketli Hilal'de ilk uygarlıklardan bu yana ana besin kaynağı olarak önemli bir rol oynamıştır. Arkeolojik kazılardan elde edilen kanıtlara göre, buğdayın kültüre alınması yaklaşık 12.000 yıl önce Türkiye'nin güneydoğusundaki Göbeklitepe'de başlamıştır (Dietrich, Heun, Notroff, Schmidt ve Zarnkow, 2012). Kültüre alınan en eski ve sağlıklı buğday olarak bilinen siyez buğdayı ülkemizde en çok Kastamonu ilinde yetiştirilmektedir. İhsangazi, Devrekâni, Seydiler, Taşköprü ilçelerinde siyez buğdayı tarımı yoğun olarak yapılmaktadır. Modern ekmeklik buğdaya kıyasla bazı besin öğeleri bakımından daha zengin olan siyez buğdayı özellikle son yıllarda daha çok ilgi görmeye başlamıştır. Birkaç yıl öncesinde sadece bulgur, ekme ve un olarak değerlendirilmesine rağmen, günümüzde ise siyez unundan yapılan tarhanalar, makarnalar, mantılar, galetalar da bulunmaktadır. Sağlık açısından birçok olumlu etkisi olan siyez buğdayının kullanımı günümüzde artış göstermiştir (Kaplan, 2020).

Buğday yerel türleri ve eski çeşitler, yalnızca yetiştiriciler için kolayca erişilebilir bir gen kaynağı olarak değil, aynı zamanda marjinal alanlarda iyi performans gösterdikleri için ve modern buğday çeşitlerinden daha dayanıklı oldukları için gıda güvenliğinde önemli bir role sahiptir (Migliorini vd., 2016). Ayrıca marjinal ortamlarda veya organik koşullarda yetiştirilen yerel çeşit ve eski çeşitlerin, öncelikle doğal ve sağlıklı tam tahıl ürünlerinin üretiminde kullanıldığı için modern buğday çeşitlerine kıyasla çiftçilere daha yüksek gelir sağlayabileceği bildirilmiştir (Kantor, Variyam, Allshouse, Putnam ve Lin, 2001).

Antik tahıllar, herhangi bir modern seleksiyon veya yetiştirme sürecinden geçmemiş ve düşük hasat indeksi, bireysel değişkenlik, kırılgen eksen ve başak yüksekliği gibi yabani atalarından belirli özellikleri koruyan *Triticum*'un ilkel türlerini ifade etmektedir. Son yıllarda

çiftçilerin, fırıncıların ve tüketicilerin, antik tahıl türlerine olan ilgisi artmıştır. Bunun nedeni, bu tahılların iklim koşulları, toprak ve su üzerindeki taleplerinin düşük olmasının yanı sıra zararlılara, hastalıklara, kirliliğe ve tuzluluğa karşı yüksek direnç göstermeleridir. Kimyasalların kullanılmaması eski tahılları organik tarım için uygun bir ürün haline getirmektedir. Aynı zamanda iklim uyumluluğuna yardımcı olabileceği ve biyolojik çeşitliliği arttırabileceği düşünülmektedir. Öte yandan, özel ürün arayışında olan usta fırıncılar açısından, eski tahıllar hakkında besinsel fayda, kalite parametreleri ve tarımsal verim gibi belirli özellikleri bilmek önem taşımaktadır. Tüketiciler ise yenilikçi, doğal ve sağlıklı ürünler arayışındadır. Araştırmalar, eski tahılların besin mevcudiyeti ve insan sağlığı üzerindeki faydalı etkileri açısından yüksek bir potansiyele sahip olma eğiliminde olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, proteinlerin, lipidlerin (çoğunlukla doymamış yağ asitlerinin), çözünür liflerin, minerallerin, vitaminlerin ve antioksidan aktiviteye sahip biyoaktif bileşiklerin ana kaynağı olan karmaşık besin bileşimleri nedeniyle antik tahılların popülaritesi önemli ölçüde artmıştır (Şerban, Păucean, Man, Chiş ve Mureşan, 2021).

Şimdiye kadar, modern tahıllara kıyasla antik tahılların tam besin değerini ve sağlık yararlarını belirlemek mümkün olmamıştır. Net bir sınırlama yapmak ve antik türlerin üstünlüğünü kesin olarak belirlemek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte, biyoaktif bileşiklerdeki bileşimlerine dayalı olarak, bazı çalışmalar modern buğday çeşitlerine kıyasla çok az farklılıkların olduğunu bildirmektedir. Polifenoller ve melanoidinler gibi doğal olarak bulunan veya pişirme sırasında oluşan bazı bileşiklerin antioksidan aktivitesi nedeniyle eski buğdayın sağlık yararları bildirilmektedir (Şerban vd., 2021).

Buğday tanesi, ruşeym, endosperm, aleurone ve perikarp (meyve kabuğu) gibi farklı tabakalardan oluşmaktadır. Buğdayın her tabakası farklı konsantrasyonlarda besin maddelerini içermektedir (Stevenson, Phillips, O'sullivan ve Walton, 2012). Kepek tabakası, öğütme ürünü diğer tabakalardan daha yüksek antioksidan kapasiteye sahiptir (Liyana-Pathirana ve Shahidi, 2007). Tam tahıllı buğday tüketimi, kardiyovasküler hastalık riskini, LDL seviyesini ve kolon kanseri gibi bazı kanser türlerinin riskini azaltmaktadır. Ayrıca tip 2 diyabet ve bazı kronik hastalıkların riskini azaltır ve hücreyi serbest radikallerin neden olduğu oksidatif hasara karşı korumaktadır (Keskin, Pehlivan Karakas ve Ağıl, 2021).

Büyük kohort çalışmalarının sonuçları, lifin diyabet gelişimine karşı koruyucu olduğunu göstermiştir. Çeşitli diyet kaynaklarından elde edilen lif artışının, tip 2 diyabette glisemik

kontrolü iyileştirdiği gösterilmiştir. İlk çalışmalar, tahıl lifinin diyabette glisemik kontrolü ve diyabetik olmayan kişilerde glukoz toleransını iyileştirdiğini ileri sürmüştür (Jenkins, Jenkins, Zdravkovic, Würsch ve Vuksan, 2002).

Son araştırmalar, kanser, kardiyovasküler hastalık, diyabet ve obezite gibi kronik hastalıkların gelişme riskinin azalmasıyla ilişkili tam tahıl ve türev ürünlerinin tüketiminde bir artış olduğunu göstermektedir. Tam tahıllar, besin maddeleri ve fitokimyasallar açısından zengin olduğundan dolayı bu koruma için farklı mekanizmalar öne sürülmektedir. Özellikle tam tahıllar, fenolik bileşikler dahil olmak üzere antioksidanlar ve mineraller açısından zengindir. Tam tahılda, farklı yapılara ve etki türlerine sahip birkaç tür antioksidan bileşik vardır. Demir, çinko, bakır ve selenyum gibi kofaktörler yoluyla dolaylı olarak antioksidanlara ve ferulik asit, diğer polifenoller, karotenoidler ve vitamin E gibi antioksidan bileşikler yoluyla doğrudan antioksidanlara yardımcı olurlar. Sinerjik bir şekilde hareket ettikleri ve tam tahıl bazlı ürünün antioksidan özelliklerinin, kendine özgü antioksidan profiline bağlı olduğu varsayılmaktadır (Trozzi vd., 2019).

Heun vd. tarafından bildirildiğine göre (aktaran Salantur ve Karaoğlu, 2021) kavuzlu buğdaylar, günümüz buğdayı ile yabancı buğday akrabaları arasındaki ara formlardır. Siyez buğdayı (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum*), Diyarbakır, Karacadağ eteklerinde yetiştirilen ilk buğday türüdür. İnsan beslenmesine ve sağlığına önemli katkılar sağladığı bilinmektedir (Hidalgo ve Brandolini, 2008).

Günümüzde kışlık buğdaya (*Triticum aestivum* L. ssp. *aestivum*) ek olarak, siyez buğdayı (*Triticum monococcum* L. ssp. *monococcum*) sürdürülebilir tarım için ıslahta giderek daha önemli bir rol oynamaktadır. Yabancı atalar ve eski yerel türler, modern buğday yetiştirme programlarında yeterince kullanılmayan bir genetik kaynağı temsil etmektedir (Csákvári, Halassy, Enyedi, Gyulai ve Berke, 2021).

Siyez buğdayı, yüksek ve dağlık bölgelere, sıcak ve soğuk havaya ve verimsiz topraklara çok uygundur (Yaman, Ordu, Zencirci ve Kan, 2020). Düşük lif içeriğine, yüksek protein içeriğine ve yüksek miktarda doymamış yağ asitlerine sahiptir. Ayrıca yüksek düzeyde Zn ve Fe elementleri içermektedir (Shewry, 2009a; Shewry, 2009b).

Spesifik olarak in vitro sonuçlar, en temsili antik tahıllardan biri olan siyez için, metabolik hastalıklarda glikoz ve insülinin kan konsantrasyonları üzerindeki etkileri nedeniyle



siyez bazlı gıdaların kullanılması açısından iyi bir sağlık potansiyeli olduğunu kanıtlamıştır (Bo vd., 2017; Thorup, Gregersen ve Jeppesen, 2014).

## 1.1 Literatür Özeti

Türkiye, coğrafi konumu itibari ile zengin bitkisel ürün çeşitliliğine sahiptir. Bu bitkisel kaynaklardan olan tahıllar, insan beslenmesinde önemli olan; karbohidrat, protein, lipit, lif vitamin ve mineral gibi besin öğelerinin kaynağıdır (Coşkun ve Bahar, 2020). Tarımlarının kolay olması, uzun yıllar depolanabilme özellikleri ve makineli tarıma elverişli olmalarından dolayı tahılların ekim alanları ve üretimleri fazladır. Buğday, pirinç, mısır, çavdar ve yulaf gibi ürünlere genel olarak tahıl adı verilmektedir (Göncü, 2011). Ülkemizde üretimi yapılan tahıllar arasında ilk sırada buğday gelmektedir (Yavuz, 2005).

Özellikle antioksidanlar ve bazı fitokimyasallar bakımından daha zengin içeriğe sahip oldukları yönündeki bulgulara dayanılarak gerek dünyada gerekse ülkemizde yerel buğdaylara olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır. Buğdayın atası olarak bilinen siyez buğdayı (*Tr. monococcum* L, Einkorn), yaklaşık 10-12 bin yıl önce 'Bereketli Hilal' olarak bilinen, bugünkü Türkiye, Suriye, Irak, İran, Lübnan, İsrail ve Filistin'i kapsayan bölgede üretimine başlanmıştır. Günümüzde Türkiye toprakları içerisinde birkaç noktada üretimi yapılmaktadır. Güneydoğu Anadolu bölgesi, buğdayın ilk kez kültüre alındığı, dünyaya yayıldığı bölge olarak uygarlık tarihine geçmiştir (Atak, 2017).

Siyez buğdayı, genetik yapısı sebebiyle binlerce yıl önceki formunu koruyan nadir ürünlerden biridir (Kaplan, 2020). *Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum* eski buğday çeşitlerinden biridir ve çevre dostu organik tarım için potansiyel bir üründür. Neolitik Çağ'da yaygın olarak yetiştirilmiş, ancak Tunç Çağı'nda yavaş yavaş yerini tetraploid ve hekzaploid buğday almıştır. Bugün siyez Türkiye'nin batısında, Balkan ülkelerinde, İtalya, İspanya, İsviçre ve Almanya'da marjinal tarım arazilerinde yetiştirilmektedir (Demir vd., 2015). Diploid  $2n=14$  kromozom sayısı ile genetik olarak en basit buğday çeşidi olan siyez, günümüzde artan bir kullanım alanına sahiptir (Mayer, Marconi, Perretti, Sensidoni ve Fantozzi, 2011). Birkaç çalışmada; bebek maması, yüksek diyet lifi, karotenoid ve tokol içeren özel ve yeni gıdaların geliştirilmesinde, siyez ununun umut verici bir seçenek olduğu sonucuna varılmıştır (Kızılaslan, 2020).

Diabetes Mellitus (DM) , pankreasın yeterli insülini üretememesi veya vücudun ürettiği insülini etkin bir şekilde kullanamaması durumunda ortaya çıkan kronik bir hastalıktır. Bu durum kandaki glikoz konsantrasyonunun artmasına yol açar. Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organisation [WHO]), 2014 yılında 18 yaş ve üstü yetişkinlerde diyabetin prevalansını %8,5 olarak bildirmiştir. Diyabetin, 2019'da doğrudan diyabetin neden olduğu tahmini 1,5 milyon ölümle, dokuzuncu önde gelen ölüm nedeni olduğu bildirilmiştir (WHO, 2021).

Tip 2 diyabetin genel diyabet popülasyonundaki prevalansı %80-90 arasındadır. Hastalık genellikle sinsi başlangıçlı olup, başlangıçta pek çok hastada hiçbir semptom gözlenmemektedir. Hiperglisemiye bağlı olarak poliüri, polidipsi, polifaji, halsizlik gibi şikâyetler görülebilmektedir. Sıklıkla obez veya kilolu [Beden kitle indeksi (BKİ) >25 kg/m<sup>2</sup>] ve 30 yaş sonrası hastalarda ortaya çıkmaktadır. Fakat obezite artışının sonucuna bağlı olarak son 10-15 yılda çocukluk veya adolesan çağında ortaya çıkan tip 2 diyabet vaka sayılarında da artış gözlenmeye başlanmıştır. Günlük fiziksel aktiviteleri az olan insanlarda Tip 2 diyabet meydana gelme riski daha fazladır (Gökpınar, 2015).

Yüksek miktarda yağ içeren, kompleks karbonhidrat ve lif oranı düşük olan diyet obeziteye yol açarak Tip 2 diyabet prevalansını arttırmaktadır (Ağgöl, 2012).

Yüksek miktarda besinsel lif tüketimi serum glukoz seviyesini ve insülin gereksinimini düşürmektedir. Gıdalarda kompleks karbonhidratlarla birlikte bulunan çözünür lifler glikozun kan dolaşımına çok yavaş bir şekilde verilmesini sağlamaktadır. Böylece kan şekerinin vücut tarafından absorpsiyonunu düzenlemekte ve kandaki şeker seviyesini ayarlayarak diyabetiklerde yarar sağladığı bilinmektedir (Dülger ve Şahan, 2011).

Oksidatif stresin, diyabetin ve daha sonraki komplikasyonlarının patogenezinde önemli rolü bulunmaktadır. Diyabette oksidatif stresi artıran mekanizmalar, otooksidatif glikozilasyon, enzimatik olmayan glikozilasyon, antioksidan savunma sistemindeki çeşitli değişiklikler, sorbitol yolu aktivitesi, hipoksi gibi nedenlerdir. Serbest radikallerin yapısında bir veya daha fazla ortaklanmamış elektron bulunmaktadır. Diyabette bu serbest radikallerin artış gösterirken, radikal bağlayıcı sistemlerinde azalma olduğu ileri sürülmektedir. Bu durumda diyabetli bireylerin antioksidanlara daha çok gereksinim duyacağı savunulmaktadır (Şanlıdağ, 2014).

Diyabet tedavisinde pek çok medikal tedavi mevcuttur. Bununla birlikte ilk basamak, fiziksel aktivite ve diyetdir. Son yıllarda diyabet diyetinin kavram ve içeriğinde bazı değişiklikler olmuştur. Amerikan Diyabet Cemiyeti tarafından daha önce yayınlanan diyabet

diyeti ve diyabetteki beslenme prensip ve önerileri, beslenme tedavisindeki anlayışı ve terminolojiyi değiştirmiştir. Tıbbi beslenme tedavisi deyimi, diyet kelimesinin yerine kullanılmaya başlanmıştır. Tıbbi beslenme tedavisinde içerik açısından da düzenlemeler yapılmıştır. Her geçen gün diyet içerikleri ile ilgili bilgi birikimimiz artmakta aynı zamanda yeni besinlerle ilgili birçok çalışma yürütülmektedir (Tümer ve olak, 2012).

## **1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı**

Çalışmada, Kastamonu ilinin farklı ilçelerinden temin edilen siyez buğdaylarının (*Triticum monococcum* L. ) besinsel kalitesinin ve deneysel Tip 2 diyabet oluşturulan ratlarda antidiyabetik ve antioksidan özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Araştırma konusu ile ilgili yapılmış çalışmaların sınırlı olduğu, literatürde siyez buğdayının tip 2 diyabet ile ilişkisini araştıran herhangi bir çalışmanın olmadığı belirlenmiştir. Zengin antioksidan madde ve yüksek lif içeriğine sahip siyez buğdayının, tip 2 diyabette potansiyel olarak alternatif bir besin kaynağı olabileceği düşünülerek bu araştırma planlanmıştır.

## 2. KURAMSAL TEMELLER

### 2.1 Siyez Buğdayı (*T. monococcum* L.) Hakkında Bilgiler

Dünya nüfusunun artışına bağlı olarak, insanların gereksinim duydukları temel besin maddelerinin temini de her geçen gün daha önemli hale gelmektedir. Temel besin kaynağı olarak kullanılan tahıllar ve özellikle de buğday, insan beslenmesinde kullanılan kültür bitkileri arasında dünyada en çok ekilen ve üretimi yapılan bitkilerden biridir (Atar, 2017).

Tahıllar yaygın olarak tüketilen ve insanların biyolojik aktivitesi için gerekli olan bileşikleri temin eden değerli kaynaklardır. Yüksek protein ve enerji kaynaklarından biri olup çoğu ülkede, temel gıda olan ekmeğin şeklinde tüketilmektedir (Čurna ve Lacko-Bartosova, 2017).

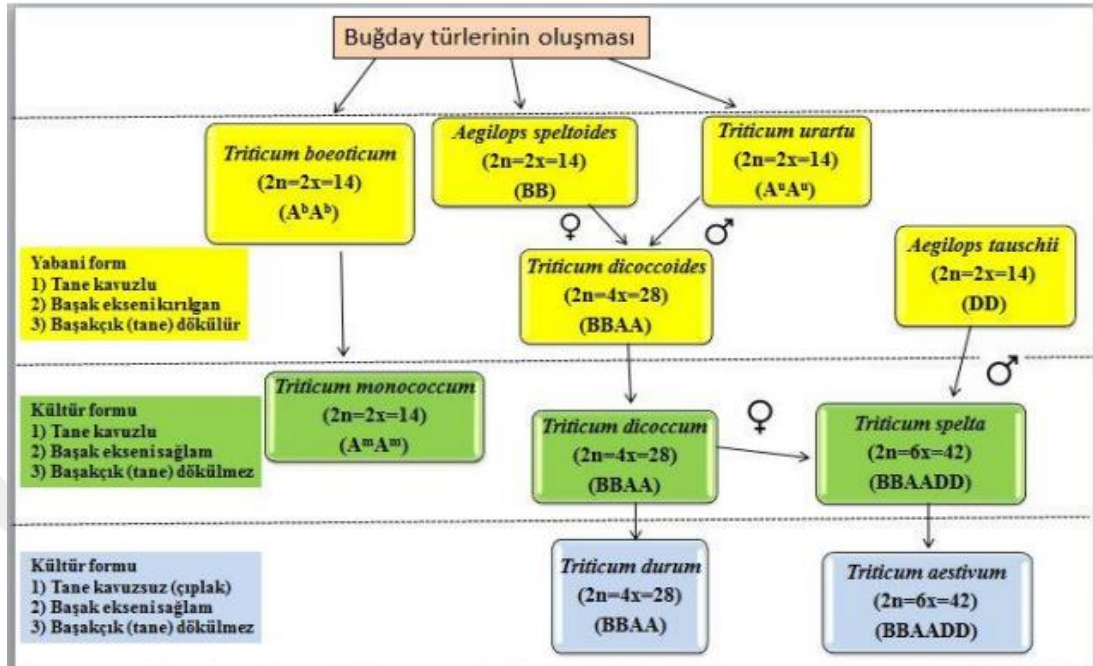
Buğday, ılıman ülkelerin temel ürünü ve başlıca besinidir. Dünyada 2021 yılında üretim yaklaşık olarak 789 milyon ton olup ülkemizde bu değer 20,5 milyon tondur (Tarım ve Orman Bakanlığı [TOB], 2021).

Son gıda krizleri, tüketicilerin antik ve daha güvenilir gıdalara yönelmelerine neden olmuştur. Organik gıda üretimi, çevreyle dost, daha kontrollü, hayvan refahı ve insan sağlığı için daha iyi bir uygulama olarak kabul edilmektedir. Organik tarımın ve sağlıklı gıda ürünlerinin artan popülaritesi kavuzlu buğday türlerine karşı olan ilginin artmasına neden olmuştur (Čurna ve Lacko-Bartosova, 2017).

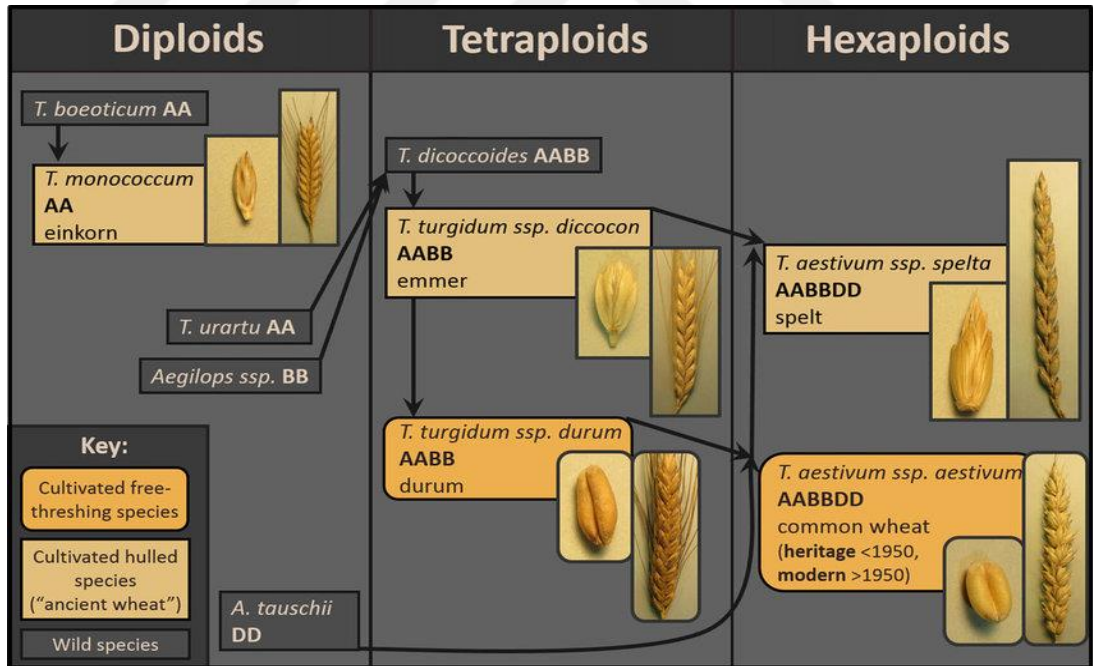
*Triticum* ve *Aegilops* cinsleri (Şekil 2.1) *Poaceae* familyasının *Triticeae* oymağına giren buğday grubu olarak bilinmektedir. Bunlardan *Triticum* cinsi; diploid ( $2n=14$ ), tetraploid ( $2n=28$ ) ya da hekzaploid ( $2n=42$ ) gruplarını içermektedir. Kültürü yapılan buğdaylar üç grup altında toplanmaktadır. Bunlar; diploid (*T. monococcum* ( $2n=14$ , AA)), tetraploid ((*T. dicoccon* ( $2n=28$ , AABB) ve *T. timopheevii* ( $2n=28$ , AAGG)) ve hekzaploiddir (*T. aestivum* ( $2n=42$ , AABBDD))(Şekil 2.2). Bu buğdayların kavuzlu formları da vardır. Makarna yapımında tetraploid buğdaylar, ekmeğin ve pasta yapımında ise hekzaploid buğdaylar kullanılmaktadır. Diploid buğday ise son günlerde, sağlıklı beslenme bilincinin artışı ile birlikte daha çok aranan buğday olmuştur (Kucek, Veenstra, Amnuaycheewa ve Sorrells, 2015; Özkan, 2018).

Siyez (*Triticum monococcum* L.), Anadolu ve Mezopotamya'da kültüre edilmiş, antik bir tahıldır. Islahı ilk olarak Diyarbakır, Karacadağ Dağları, Türkiye civarında gerçekleşmiştir.

Olumsuz çevre koşullarına adaptasyon yeteneği ve buğday gelişimi için zengin gen kaynaklarına sahip olma özelliği ıslahında etken olmuştur (Şahin vd., 2017).



Şekil 2.1. Buğdayın evrimi (Faris, 2014)



Şekil 2.2. Çeşitli ekili antik buğday türleri, durum buğdayı ve modern buğday dahil olmak üzere Triticum ailesinin ekili üyelerinin soyağacı (Kucek vd., 2015)(Dawson vd., 2013'ten uyarlanmıştır)

## 2.2 Siyez Buğdayının (*T. monococcum* L.) Tane Yapısı

Siyez buğdayının tohum büyüklüğü, buğdayın kalitesi ve teknolojik özellikleri bakımından önemli bir role sahiptir. Çünkü buğdaylar daha büyük ve daha ağır tanelere, yüksek endospermlere, daha düşük miktarlarda dış perikarp ve aleurone tabakasına sahiptir. Siyez taneleri %3,0-3,2 ruşeym (öz) içerirken, ekmeklik buğday %2,9-3,0; siyez %22,8-23,0 oranında kepek içerirken, ekmeklik buğday %15,0-17,0 oranında içermektedir. Siyez endosperm oranı %73,0-75,0 iken ekmeklik buğdayda %80,0-82,0'dir. Siyez buğdayının kepek oranı yüksek, çekirdek yapısı küçüktür. Bin tane sadece 25-28 gram ağırlığındadır. Öte yandan, ekmeklik buğday için ortalama bin tane ağırlığı 34,9 gramdır. Bu nedenle, siyez buğdayı un için işlendiğinde, ekmek veya makarnalık buğday ile karşılaştırılması uygun olmayacaktır. Teknolojik çıktısı düşüktür (Hidalgo ve Brandolini, 2014).

Siyez tanesinin önemli bir özelliği de yumuşak dokusudur (Pogna vd., 2002). Siyez çekirdeğinin ekstra yumuşak dokusunun temel belirleyici faktörleri, tohum proteinlerinin 2S süper ailesine ait triptofan ve sistein bakımından zengin izoformları olan iki  $\alpha$ -heliksel, puroindolin A (Pin-A) ve puroindolin B'dir (Pin-B) (Morris, 2002). Pin-A ve Pin-B, pH 3,1'de asidik poliakrilamid jel elektroforezi (A-PAGE) ile birbirinden kolayca ayrılabilen yaklaşık 13 kDa büyüklüğündeki temel proteinlerdir. Puroindolinler, sert buğdaylara kıyasla yumuşak buğdaylardaki nişasta granüllerinin yüzeyinde daha yüksek miktarlarda bulunmaktadır (Corona, Gazza, Boggini ve Pogna, 2001). Puroindolinlerin köpüklenme özellikleri ile bakteriyel ve fungal membranlar üzerinde geçirgenleştirici etkileri vardır (Jing, Demcoe ve Vogel, 2003) ve öğütme sırasındaki partikül yapısını, buğday hamurunun reolojik özelliklerini ve nişasta granül bütünlüğünü etkilemektedirler (Giroux vd., 2000). Siyez, Pin-A ve Pin-B seviyesi ekmeklik buğday ile karşılaştırıldığında, ortalama olarak sırasıyla 3,2 ve 2,7 kat daha yüksektir (Taddei vd., 2009).

Siyez buğdayının bir başka belirgin özelliği, diğer buğdaylarda bulunmayan nişasta bağlı proteinlerin asidik poliakrilamid jel elektroforezle belirlenen bir einkorn tripsin inhibitörünün (ETI) bulunmasıdır. Taddei vd. (2009), puroindolin ve ETI'nin, nişasta granül yüzeyi ve çevresindeki matris arasındaki yapışmanın gücünü azaltabileceği ve siyez taneciklerinin ekstra yumuşak dokusunun asıl geçirgen maddesi olarak çalışabileceğini belirtmişlerdir.

### 2.3 Siyez Buğdayının (*T. monococcum* L.) Besin İçeriği

Buğday çoğunlukla zengin kalori kaynağı olarak kabul edilmekle birlikte, aynı zamanda esansiyel amino asitleri, mineralleri ve vitaminleri, yararlı fitokimyasalları ve diyet lifi gibi bileşenleri ile insanların diyetine katkıda bulunmaktadır (Anonim 2019a). Buğday taneleri, ince bağırsakta sindirime ve emmeye karşı dirençli olan ve kalın bağırsakta tamamen veya kısmen fermente olmuş diyet liflerinin iyi bir kaynağıdır (Ertop ve Atasoy, 2018).

Başlıca tahıl olan buğday (*Triticum ssp.*) ve marjinal olarak yetiştirilen kavuzlu buğday atası olan siyez buğdayı (*Triticum monococcum ssp. monococcum*), diyabet, kanser ve kardiyovasküler hastalıklar gibi kronik hastalıkları azaltan ve önleyen, besinsel özelliklerin yanı sıra, biyoaktif bileşiklere sahiptir (Şahin vd., 2017).

Türkiye'nin bazı bölgelerinde, Balkan ülkeleri ve İtalya'da siyez buğdayı hala yetiştirilmekte, hayvan ve insanların beslenmesinde kullanılmaktadır. Siyez buğdayı genellikle zararlılara karşı daha dirençlidir ve modern buğday çeşitleriyle karşılaştırıldığında zayıf toprak koşullarında yetişebilmektedir. Siyez buğdayı organik tarım için çok uygundur. Yüksek protein, karotenoid ve tokol içeriği ve diğer *Triticum* türlerine göre daha düşük toksisite, siyezin diğer özellikleridir. Aynı zamanda çinko, demir, bakır, magnezyum, fosfor ve manganez gibi minerallerin iyi bir kaynağıdır (Yılmaz ve Koca 2017).

Shewry ve Hey (2015), antik buğdayların verilerini modern durum ve ekmeklik buğdaylarıyla karşılaştırmıştır. Eski buğdayların, modern buğday türlerinden pek çok biyoaktif bileşen içeriği bakımından çok az farklılık gösterdiği ve diyet lifi gibi bazı bileşenlerin daha düşük olabileceği sonucuna varmışlardır. Bununla birlikte, literatürde Khorasan (Kamut), siyez ve emmer buğdaylarının, ekmeklik buğdaydan daha yüksek oranda karotenoid, lutein içerdiğine dair bilgiler bulunmaktadır.

Siyez buğdayı (*Triticum monococcum*), yüksek protein içeriği, çoklu doymamış yağ asitleri, fruktanlar, tokoller, karotenoidler, alkilresorsinoller ve fitosteroller gibi biyoaktif bileşikler ve düşük  $\alpha$ -,  $\beta$ -amilaz ve lipoksijenaz aktiviteleri ile karakterize edilmektedir. Bu bileşikler siyez unundan yapılan yiyecekleri daha sağlıklı hale getirmektedir (Barone vd., 2019).

Siyez buğdayı %10 ile %26 arasında değişen protein içeriğine sahiptir. Genellikle bu değer arpa, durum buğdayı ve ekmeçlik kırmızı buğdaydan daha yüksektir. Aminoasit kompozisyonu ekmeçlik buğdaylar ile benzerdir (Troccoli ve Codianni., 2005).

Araştırmalara göre, siyez buğdayı ortalama %2,35 kül, %18,2 protein ve 25,6 ml sedimantasyon değerine sahiptir (Brandolini, Hidalgo ve Moscaritolo, 2008; Hidalgo ve Brandolini, 2012). Siyez buğdayı ortalama %26,7 çözünür şeker, %65,5 nişasta, %3,5 yağ, %10,2 diyet lifi içermektedir ve glutamik asit ile prolin amino asitlerince zengindir. Ayrıca Zn, Fe, Mn, Cu, Mg, karotenoidler, tokoller, konjuge fenolikler, alkilresorsinoller, fitosteroller açısından ekmeçlik ve makarnalık buğdaydan daha zengindir (Hidalgo ve Brandolini 2014). Bu nedenle, siyez buğdayının zengin besin içeriği sayesinde bebek maması gibi çeşitli ürünlerde yaygın kullanım alanı vardır (Hidalgo ve Brandolini, 2011).

Siyez buğdayı tanesi, diğer ekili buğdaylardan daha fazla çözünür şeker ve mineral, toplamda daha az ve çözünmeyen diyet lifi konsantrasyonuna sahiptir (Abdel-Aal, Hucl ve Sosulski, 1995).

Ekmeçlik buğday ile kıyaslandığında, bütün kavuzlu buğdaylar belirgin derecede daha fazla çinko, demir, bakır (Suchowilska, Wiwart, Kandler ve Krska, 2012) ve selenyum içermektedir (Lachman, Miholova, Pivec, Jíru, ve Janovska, 2011).

Siyez tanesi, ekmeçlik ve makarnalık buğdayla karşılaştırıldığında daha az  $\alpha$ -amilaz inhibitörü içermekte ve sonuçta sindirimi kolaylaşmaktadır (Atak, 2017). Ayrıca siyez gliadininin, tahılların gluteninin prolamin bileşenlerine maruz kaldığında ince bağırsağın bir inflamasyonu olan çölyaklı hastalar için toksik olmadığı öne sürülmüştür (Au-ricchio, De Ritis, De Vincenzi, Occorsio ve Silano, 1982; Frisoni, Vallega, D'Egidio, Corazza ve Gasbarrini, 1995) ve çölyak hastaları için yeni bir diyet alternatifi olabileceği fakat daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulduğu bildirilmiştir (Pizzuti vd., 2006; Zanini, Petroboni, Not, Pogna ve Lanzani, 2011).

Tetraploid ve diploid buğday türleri arasında toksisite bakımından geniş bir varyasyon bulunmaktadır. Bunlardan bazılarının çok düşük aglütinasyon aktivitesi gösterdiği ve sıçan in vitro organ kültür sistemleri üzerinde hiçbir zararlı etki göstermediği bildirilmiştir. Son zamanlarda, glutene karşı immün reaktivitenin, buğdayın hekzaploid diploid türleri arasında önemli ölçüde farklılık gösterdiği, özellikle diploid türlerin glutenine karşı düşük bir bağırsak T hücresi tepkisi gösterdiği bildirilmiştir. Araştırmacılar,  $\alpha$ -gliadin genleri tarafından kodlanan



immünodominant 33-mer fragmanı ile aynı veya eşdeğer fragmanların, siyez gibi AA genom yapısına sahip diploid buğday glüteninde bulunmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca,  $\alpha$ -gliadin T hücre uyarıcı epitoplarının yanı sıra çölyak patogenezinde rol oynayan gliadin ve glutenin epitoplarının da düşük konsantrasyonlarda bulunduğu saptanmıştır (Pizzuti vd., 2006). Yapılan çalışmalar siyez buğdayı toksisitesi ile ilgili farklı sonuçlar sunmaktadır. Gianfrani vd. tarafından bildirildiğine göre (aktaran Adıgüzel, 2019) siyez buğdayının çölyak toksisitesi alt türlere göre değişmektedir.

Modern buğdaylara kıyasla siyez tanesinde iki kat daha fazla karotenoid (Grausgruber vd., 2010), üç ile dört kat daha fazla lutein, 4-5 kat daha fazla riboflavin ve daha yüksek konsantrasyonda pridoksin vardır (Abdel-Aal vd., 1995, Abdel-Aal vd., 2002). Yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) analizleri, yaşa bağlı maküler dejenerasyona karşı koruyan lutein ve zeaksantin (SanGiovanni vd., 2007) siyezde majör karotenoidler olduğunu göstermiştir (Hidalgo, Brandolini, Pompei ve Piscozzi, 2006).

Birçok hastalığa reaktif oksijen türleri ile hücrelere ve moleküllere zarar veren serbest radikaller neden olmaktadır. Büyük ölçüde birçok bitkide bulunan doğal antioksidanlar, radikal temizleyici faaliyetleri sayesinde bu hasarı sınırlamaya ve hastalıkların önlenmesine katkıda bulunur. Buğday, fenolik asitler, flavonoidler, karotenoidler, tokoferoller/tokotrienoller, liganlar ve fitosteroller/fitostanoller gibi sağlığa yararlı olan birkaç biyokimyasal bileşik içerir. Kardiyovasküler hastalıklar, tip 2 diyabet, obezite ve kanser riskini azaltmak için, toplam tahıl ürün tüketiminin en az yarısının tam tahıl ürünlerinden gelmesi önerilir. Tam tahıl tüketimiyle ilgili sağlık yararları, bulgur tüketiminin ardından büyük olasılıkla gözlenmektedir (Yılmaz ve Koca, 2017).

Fenolik bileşikler, bir veya daha fazla hidroksil grubuna sahip bir veya daha fazla aromatik halka içermekte ve basit moleküllerden kompleks polimerlere kadar değişen yapıları bulunmaktadır. Bu yapısal çeşitlilik biyoyararlanımdaki farklarını etkilemektedir. Basit fenolik asitler (örneğin kafeik asit) bağırsak bariyerini daha kolay geçerken, karmaşık moleküller (örn. proantosiyandinler) az miktarda absorbe edilmektedir (Scalbert, Morand, Manach ve Rémésy, 2002).

Tahıllar, bitki fenoliklerinin iyi bir kaynağıdır ve insanlığın temel gıda maddesi olarak, bu moleküllerin alımında önemli bir yer teşkil etmektedirler. Tahıllarda en yaygın fenolik bileşik türü olan fenolik asitler, çözünür serbest asitler, şekerlere ve diğer düşük molekül kütleli

bileşenlere esterlenen çözünebilir konjugatlar ve çözünmeyen bağlı formlar olmak üzere üç ayrı formda bulunurlar. Buğdayda en bol miktarda bulunan kısım çözünmeyen bağlı formdur (%77), bunu takiben çözünür konjugat (%22) ve çözünür serbest asit (<%0,5-1) formları takip etmektedir ( Li, Shewry ve Ward, 2008).

Bazı siyezlerde, serbest ferulik asit miktarı yüksektir (Lachman vd., 2012). Kolesterol seviyesini düşüren (O' Neill vd., 2004) ve akciğer, mide, yumurtalık ve meme kanserlerini inhibe edebilen bir steroid bileşiği olan fitosterol içeriğinin (Woyengo, Ramprasath ve Jones, 2009) ekmeçlik buğdaylardan %25 daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Nurmi, Nyström, Edelman, Lampi ve Piironen, 2008).

Şahin vd. (2017) tarafından ekmeçlik, durum ve siyez buğdaylarının toplam fenolik ve flavonoidlerinin değerlendirildiği bir çalışmada siyez buğdaylarının ferulik asit (148,67-764,04 µg/g), p-kumarik asit (5,06-54,09 µg/g) ve toplam fenolik içeriği (2,06-8,11 µmol GAE/g) ekmeç ve durum buğdaylarından önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. Siyez buğdayı ile yapılan bir çalışmada fiziksel, reolojik ve teknolojik özellikler Çizelge 2.1'de verilmiştir (Şanal, 2018).

Çizelge 2.1. Siyez buğdayının teknolojik ve bazı besinsel özellikleri (Şanal,2018)

Siyez Buğdayının Teknolojik Besinsel Özellikleri			
Hektolitre Ağırlığı (kg/hl)	78	Diyet Lif (%)	9,72
Bin Tane Ağırlığı (g)	27	Ham lif (mg/100g)	0,9
Sertlik (PSI)	62	Enerji (kkal/100 g)	340
Tane Proteini (%)	11,83	B1 Vitamini (mg/100g)	0,25
Un Verimi (%)	40,48	B2 Vitamini (mg/100g)	0,026
Farinograf Stabilite (dk)	1	B5 Vitamini (mg/100g)	0,208
Farinograf Gelişme Süresi (dk)	1,3	B6 Vitamini (mg/100g)	0,41
Farinograf Su Apsorpsiyonu (%)	54,65	B7 Vitamini (µ/100g)	1,66
Farinograf Yumuşama Derecesi (BU)	170	B12 Vitamini (µ/100g)	0,091
Düşme Sayısı (s)	406	E Vitamini (%)	0,09
SDS Çözültisi Tutma Kapasitesi (%)	95	Niasin (mg/100g)	4,21
Alveograf Enerji Değeri W (Joule)	70	K2 Vitamini (µ/100g)	1,23
Alveograf P (cm)	37	Folik Asit (µ/100g)	26
Alveograf L (cm)	31	Çinko (mg/100g)	5,32
Nişasta (mg/100g)	56,69	Demir (mg/100g)	4,21
Karbonhidrat (%)	65,00	Fosfor (mg/100g)	159,7
Kül (%)	1,75	Kalsiyum (mg/100g)	32,26
Yağ (%)	1,8	Magnezyum (mg/100g)	94
ADL (%) <sup>1</sup>	0,294	Potasyum (mg/100g)	403,5
Ham Selüloz	0,595	Sodyum (mg/100g)	3,41
ADF (%) <sup>2</sup>	1,194	Selenyum (mg/100g)	11,5
NDF (%) <sup>3</sup>	3,816		

<sup>1</sup>Asit deterjan lignin (ADL), <sup>2</sup>Asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), <sup>3</sup>Nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF)

## 2.4 Buğday Tanesinin Bileşimini Etkileyen Faktörler

Farklı buğday türlerinin, kompozisyonda diyet ve sağlık üzerinde farklı etkilere neden olabilecek genetik olarak belirlenmiş farklılıklar göstermesi beklenmektedir. Bununla birlikte, tahılın bileşimi ayrıca çevresel faktörlerden ve bunların genotip ile etkileşimlerinden de etkilenmektedir. Ekmeklik buğday, Orta Doğu'dan dünyanın ılıman bölgelerine hızla yayılmıştır. 3000 yıl öncesine kadar Çin'e ulaşmış, 16. ve 18. yüzyılın sonlarında Avustralya'da Yeni Dünya'ya tanıtılmıştır (Feldman, 2001). Bu göç, buğdayın yerel ortamlara adapte olmasını sağlamış ve modern ekmeklik buğdayın genetik çeşitliliğini zenginleştirmiştir.

Tahıl bileşimi hem çevre hem de tarımdan, özellikle de azot gübrelenmesinin türü ve miktarı tarafından etkilenmektedir. Yüksek oranda azot uygulaması daha yüksek protein içeriğine neden olmaktadır (Shewry vd., 2013). Yüksek proteinli tahıl aynı zamanda daha yüksek oranda serbest amino asit içeriğine sahiptir (Claus vd., 2006). Düşük kükürt içeriği, azalmış tahıl protein içeriğine neden olmakla birlikte, serbest amino asitlerin, özellikle asparaginin birikmesine neden olmaktadır (Granvogel, Wiester, Koehler, von Tucher, ve Schieberle, 2007).

Tahıl bileşimi hava koşullarından, özellikle de tahıl gelişimi sırasında ortamdaki sıcaklık ve su miktarından etkilenmektedir. Shewry vd. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada 4 ayrı ortamda yetiştirilen 26 genotip karşılaştırılmıştır. Fitokimyasalların içeriği ile tane gelişimi sırasındaki ortalama sıcaklık arasında pozitif, bazı bileşenlerin de aynı dönemde toplam yağışla negatif korelasyonlar gösterdiği bildirilmiştir. Buna karşılık, kepek ve beyaz undaki suda çözünür arabinoksilan lifinin içeriğinin sıcaklıkla negatif, yağışla pozitif yönde ilişkili olduğu belirtilmiştir.

## 2.5 Diabetes Mellitus (Diyabet, DM) Tanımı ve Tanı Kriterleri

Diabetes Mellitus (DM), insülin salınımı, insülin etkisi veya bu faktörlerin her ikisinde de bozukluk nedeniyle ortaya çıkan hiperglisemi ile karakterize kronik metabolik bir hastalıktır. Klinik bulgu ve belirtileri, ağız kuruluğu, iştahsızlık, bulanık görme, ayaklarda uyuşma, yanma, karıncalanma, polidipsi, poliüri, noktüri, kilo kaybı, idrar yolu enfeksiyonları, vulvovajinit, ciltte kuruluk, mantar enfeksiyonları, kaşıntı ve yorgunluktur (Anonim 2019b).

Uluslararası Diyabet Federasyonu'na (IDF) göre; 2015 yılında, 11 yetiştikten 1'i diyabetliydi (415 milyon). 2040 yılında ise 10 yetiştikten 1'inin diyabet hastası (642 milyon)

olacağı tahmin edilmektedir (Çizelge 2.2). Tüm dünyada toplam sağlık hizmetleri harcamalarının %5-10'unu diyabet komplikasyonları maliyetinin oluşturduğu tahmin edilmektedir (Anonim 2019c)

Klasik semptomları olan bir hastada, plazma glikozunun ölçülmesi diyabeti (hiperglisemi veya hiperglisemik kriz belirtileri artı rastgele bir plazma glikozu  $\geq 200$  mg/dL (11,1 mmol/L) teşhis etmek için yeterlidir. Bu durumlarda, plazma glikoz seviyesini bilmek önemlidir, çünkü semptomların diyabetten kaynaklandığını doğrulamanın yanı sıra, yönetim kararlarını da bildirecektir. Bazı sağlayıcılar, bir hastanın ne kadar süreyle hiperglisemi geçirdiğini belirlemek için HbA1c'yi bilmek isteyebilirler. Çizelge 2.3'te diyabet teşhisi kriterleri listelenmiştir.

Çizelge 2.2. IDF Diyabet Atlası küresel tahminleri, 2015 – 2040 (Anonim 2019c)

	2015	2040
Toplam dünya nüfusu	7,3 milyar	9,0 milyar
Yetişkin nüfus (20-79 aralığı)	4,72 milyar	6,16 milyar
Çocuk nüfusu (0-14 aralığı)	1,92 milyar	-
<b>Şeker hastalığı (20-79 aralığı)</b>		
Küresel prevalans	%8,8 (%7,2-11,4)	%10,4 (%8,5-13,5)
Diyabetli birey sayısı	415 milyon (340-536 milyon)	642 milyon (521-829 milyon arası)
Diyabete bağlı hayatını kaybedenlerin sayısı	5,0 milyon	-
<b>Diyabete bağlı sağlık harcamaları (20-79 arası)</b>		
Toplam sağlık harcamaları, R=2*2015 ABD Doları	673 milyar	802 milyar
<b>Gebelikte hiperglisemi (20-49 aralığı)</b>		
Etkilenen canlı doğumların oranı	%16,2	-
Etkilenen canlı doğumların sayısı	20,9 milyon	-
<b>Bozulmuş glukoz toleransı (20-79 arası)</b>		
Küresel prevalans	%6,7	%7,8
Bozulmuş glukoz toleransı olan kişi sayısı	318 milyon	481 milyon
<b>Tip 1 diyabetliler (0-14 aralığı)</b>		
Tip 1 diyabetli çocuk sayısı	542,000	-
Her yıl yeni teşhis konulanların sayısı	86,000	-

Çizelge 2.3. Diyabet tanısı için kriterler (Anonim 2019b)

(Aşağıdaki kriterlerden sadece biri tanı için yeterlidir)	
Açlık Plazma Glukozu (APG) <sup>1,2</sup>	≥126 mg/dl
Rastlantısal Plazma Glukozu <sup>3+</sup> diyabet semptomları	≥200 mg/dl
Oral Glukoz Tolerans Testi (OGTT)'nde 2.st plazma glukozu <sup>4,5</sup>	≥200 mg/dl
HbA1c <sup>6,7</sup>	≥%6.5

<sup>1</sup> Kan glukozu ölçümünde referans yöntem olarak venöz plazmada glukoz oksidaz yöntemi kullanılmalıdır.

<sup>2</sup> APG için en az 8 saat açlık gereklidir.

<sup>3</sup> Rastlantısal plazma glukozu, gıda alımına bağlı olmaksızın günün herhangi bir saatinde ölçülebilir.

<sup>4</sup> OGTT 75 g oral glukoz alımı ile yapılmalıdır

<sup>5</sup> Plazma glukoz ölçümüne göre tam kan glukoz ölçümü %11, kapiller glukoz ölçümü %7, serum glukoz değeri %5 civarında daha düşük bulunur.

<sup>6</sup> HbA1c, ancak uluslararası standardize edilmiş yöntemlerle ölçüm yapıldığında tanı testi olarak kullanılabilir. Ülkemizde henüz HbA1c ölçüm testleri standardize edilemediği için tek başına tanı testi olarak kullanımı önerilmez.

<sup>7</sup> HbA1c testi anemi, hemoglobinopati, gebelik varlığında, C ve E vitamini gibi antioksidan kullanımında tanı testi olarak kullanılamaz.

## 2.6 Diyabetin Sınıflandırılması

Diyabet, aşağıdaki genel kategorilere göre sınıflandırılabilir (Anonim 2019d).

1. Tip 1 diyabet (otoimmün  $\beta$ - hücre yıkımı nedeniyle genellikle insülin eksikliğine yol açan)
2. Tip 2 diyabet (sıklıkla insülin direncinin neden olduğu  $\beta$ -hücre insülin salgılanmasının ilerleyici kaybı)
3. Gestasyonel diabetes mellitus (GDM) (gebelik öncesinde açık bir şekilde diyabet olmayan hamileliğin ikinci veya üçüncü trimesterinde tanısı konulan diyabet)
4. Diğer nedenlere bağlı olarak spesifik tipte diyabetler, örneğin, monogenik diyabet sendromları (Yenidoğan diyabet ve genç [MODY] olgunluk başlangıçlı diyabet gibi), ekzokrin pankreas hastalıkları (kistik fibroz ve pankreatit gibi) ve ilaç veya kimyasal kaynaklı diyabet (örneğin HIV/AIDS veya organ nakli sonrası glukokortikoid kullanımı gibi) (Çizelge 2,4)(Çizelge 2,5)

## Çizelge 2.4. Diyabet etiyolojik sınıflaması (Anonim 2019b)

<b>1. Tip 1 diyabet (İnsülin yetersizliği sonucu <math>\beta</math>-hücre yıkımı ile tanımlanan tiptir)</b>	
A. İmmün aracılıklı	
B. İdiyopatik	
<b>2. Tip 2 diyabet (İnsülin direnci ile beraber ilerleyen ve insülin salınımının bozukluğu ile tanımlanan tiptir)</b>	
<b>3. Gestasyonel diabetes mellitus (GDM) (Gebeliğin seyri sırasında oluşan ve genellikle doğumla birlikte sonlanabilen diyabet tipidir).</b>	
<b>4. Diğer spesifik diyabet tipleri</b>	
A. Pankreas $\beta$ -hücre işlevlerinin genetik bozuklukları (monogenik diyabet türleri) -MODY1: 20. Kromozom, Hepatosit nükleer faktör-4a (HNF-4a) -MODY2: 7. Kromozom, Glukokinaz -MODY3: 12. Kromozom, Hepatosit nükleer faktör-1a (HNF-1a) -MODY4: 13. Kromozom, İnsülin promotör faktör-1 (IPF-1) -MODY5: 17. Kromozom, Hepatosit nükleer faktör-1b (HNF-1b) - MODY6: 2. Kromozom, Nörojenik diferansiyasyon 1 (NeuroD1) -MODY7: 2. Kromozom, Kruppel like factor 11 (KLF11) -MODY8: 9. Kromozom, Karboksil ester lipaz (Carboxyl ester lipase/bile salt-dependent lipase) (CEL) -MODY9: 7. Kromozom, Paired box4 (PAX4) -MODY10: 11. Kromozom, İnsülin (INS) -MODY11: 8. Kromozom, Beta lenfosit-spesifik kinaz (BLK), gençlerde görülen erişkin tipi 1-11 diyabet formlarıdır. -Mitokondriyal Deoksi-ribonükleik asit (DNA) hasarı -11. Kromozom, Neonatal DM (Kir6.2, ATP-binding cassette C8 (ABCC8), Potassium inwardly-rectifying channel J11 (KCNJ11) mutasyonu) -Diğerleri	E. İlaç veya kimyasal ajanlar -Glukokortikoidler -Tiroid hormonu -Tiyazid grubu diüretikler -Atipik antipsikotikler  -Antiviral ilaçlar -b-adrenerjik agonistler -Diazoksid -Fenitoin -Statinler - $\alpha$ -İnterferon -Nikotinik asit -Pentamidin -Proteaz inhibitörleri -Pestisit ilaçları (fare zehiri gibi) -Transplant organ reddini önlemek için kullanılan ilaçlar -Diğerleri
B. İnsülin nedeniyle oluşabilen genetik bozukluklar -Lipoatrofik diyabet -Tip A insülin direnci -Leprechaunism -Rabson-Mendenhall sendromu -Diğerleri	F. İmmün aracılıklı nadir diyabet formları -Anti insülin-reseptör antikorları -“Stiff-man” sendromu -Diğerleri
C. Pankreasın dış salınım doku hastalıkları -Pankreatit -Fibrokalkülöz pankreatopati -Travma/pankreatektomi -Kistik fibrozis -Hemokromatoz -Neoplazi -Diğerleri	G. Diyabetle ilişkili genetik sendromlar -Alström sendromu -Turner sendromu -Miyotonik distrofi -Down sendromu -Porfiria -Klinefelter sendromu -Prader-Willi sendromu -Friedreich tipi ataksi -Huntington korea -Laurence-Moon-Biedl sendromu -Wolfram (Diabetes mellitus, diabetes insipidus, sağırılık ve optik atrofiyle seyreden sendrom-Diabetes Insipidus Diabetes Mellitus Optic Atrophy Deafness-DIDMOAD) sendromu -Diğerleri
D. Endokrinopatiler -Hipertiroidi -Cushing sendromu -Feokromositoma -Aldosteronoma -Glukagonoma -Somatostatinoma -Akromegali -Diğerleri	H. Enfeksiyonlar -Sitomegalovirus -Konjenital rubella -Koksaki B virüsü -Diğerleri (adenovirus, kabakulak gibi)

Çizelge 2.5. Diyabet türleri (WHO, 2019)

<b>Tip 1 diyabet</b>
<b>Tip 2 diyabet</b>
<b>Hibrit diyabet formları</b>
Yetişkinlerde yavaş yavaş gelişen bağımsızlık aracılı diyabet
Ketoza eğilimli tip 2 diyabet
<b>Diğer spesifik tipler</b>
Monojenik diyabet
- $\beta$ -hücre fonksiyonunun monojenik kusurları
- İnsülin etkisindeki monojenik bozukluklar
Ekzokrin pankreas hastalıkları
Endokrin bozuklukları
İlaç veya kimyasal kaynaklı
Enfeksiyonlar
İmmün aracılı diyabetin nadir görülen spesifik formları
Bazen diyabetle ilişkili olan diğer genetik sendromlar
<b>Sınıflandırılmamış diyabet</b>
Bu kategori, özellikle diyabet tanısı zamanına yakın net bir tanı kategorisi olmadığında geçici olarak kullanılmalıdır.
<b>İlk kez hamilelik sırasında tespit edilen hiperglisemi</b>
Gebelikte diabetes mellitus
Gestasyonel diyabetes mellitus

### 2.6.1 Tip 1 Diyabet (İnsülin Yetersizliği Sonucu $\beta$ -hücre Yıkımı ile Tanımlanan Tip)

Tip 1 diyabetin genellikle doğrudan bağımsızlık aracılı olmasa da, insülin üreten pankreas  $\beta$  hücrelerinin tahrip olmasıyla ilişkili bir bağımsızlık tarafından çökertildiği düşünülmektedir. Tip 1 diyabet patogeneziyle ilgili araştırma makalelerinin çoğu, bozukluğun insülin salgılayan pankreas  $\beta$  hücrelerinin otoimmün yıkımından kaynaklandığını belirtmektedir. Bu yorumun temeli, tip 1 diyabetin semptomatik başlangıcında, pankreatik adacıkları etkileyen filtratta kronik bir enflamatuvar varlığına dayanmaktadır. Başka bir iddiaya göre, kronik hastalığı olan bireylerde, pankreas, insülin üreten hücrelerden yoksun kalmakta ve geri kalan  $\beta$  hücreleri yenilenememektedir. Bu tip 1 diyabet patogenezi kavramlarının her ikisi de tartışılmıştır. Son veriler, uzun süredir devam eden tip 1 diyabetli hastaların çoğunda az sayıda  $\beta$  hücrelerinin

bulduğunu, bunun da adölesan ve yetişkinler dışında bebeklerde ve çok küçük çocuklarda  $\beta$  hücre yenilenmesine dair kanıt teşkil ettiğini göstermektedir (Atkinson, Eisenbarth ve Michels, 2014).

Geçmişte tip 1 diyabet büyük ölçüde çocuklarda ve ergenlerde bir bozukluk olarak kabul edilmiştir. Ancak bu görüş son on yılda değişmiş olup semptomatik başlangıç yaşı artık kısıtlayıcı bir faktör değildir. Açıkça hiperglisemi ile birlikte polidipsi, polifaji ve poliüri (hastalık başlangıcı ile ilişkili semptomların klasik üçlüsü) çocuklarda ve ergenlerde ve daha az oranda yetişkinlerde tanı işareti olarak kalmaktadır. Yaşam boyu tedaviye ihtiyaç duyulan tip 1 diyabetin ayırt edici özelliği, ekzojen insülin replasmanına olan acil ihtiyaçtır (Atkinson, Eisenbarth ve Michels, 2014).

Tip 1 diyabet her yaşta teşhis edilebilse de, çocukluk çağında en sık görülen kronik hastalıklardan biridir. Pik yaptığı zamanlar, 5-7 yaş arası ve ergenlik dönemi veya ergenlik dönemine yakın zamanlardır. Otoimmün bozuklukların çoğu kadınları orantısız olarak etkilemekle birlikte, tip 1 diyabet erkek çocuklarda ve yetişkin erkeklerde biraz daha yaygındır (Atkinson, Eisenbarth ve Michels, 2014).

Tip 1 diyabet epidemiyolojisi, mevcut tedavilerin etkinliği, bozukluğun nasıl geliştiğinin anlaşılması ve hastalığın önlenmesi veya iyileştirilmesi ile ilgili anahtar sorular devam etmektedir (Atkinson, Eisenbarth ve Michels, 2014).

## **2.6.2 Tip 2 Diyabet**

Tip 2 diyabet, pankreatik  $\beta$  hücre fonksiyon bozukluğunun ve hedef organlarda insülin direncinin neden olduğu göreceli insülin eksikliği ile karakterizedir. Obezite, fiziksel hareketsizlik ve enerjice zengin diyetlerin artışı, tip 2 diyabetli hasta sayısını da arttırmıştır. 2015 yılında 415 milyon insanın % 90'ından fazlasının tip 2 diyabet hastası olduğu ve 2040 yılına kadar 642 milyona çıkacağı tahmin edilmektedir (Chatterjee, Khunti ve Davies, 2017).

Tip 2 diyabet insidansı ve prevalansı, coğrafi bölgeye göre değişmekte olup, hastaların %80'inden fazlası düşük ile orta gelirli ülkelerde yaşamaktadır. Ancak 1980'den beri her ülkede genel eğilim olarak diyabet prevalansında bir artış bulunmaktadır. Ayrıca 318 milyon insanın klinik öncesi bozulmuş glikoz regülasyonu durumu bulunmaktadır. Ancak yoğun yaşam tarzı değişikliği, farmakoterapi veya her ikisi de tip 2 diyabet gelişimini tersine çevirebileceği veya geciktirebileceği belirtilmektedir (Chatterjee, Khunti ve Davies, 2017).

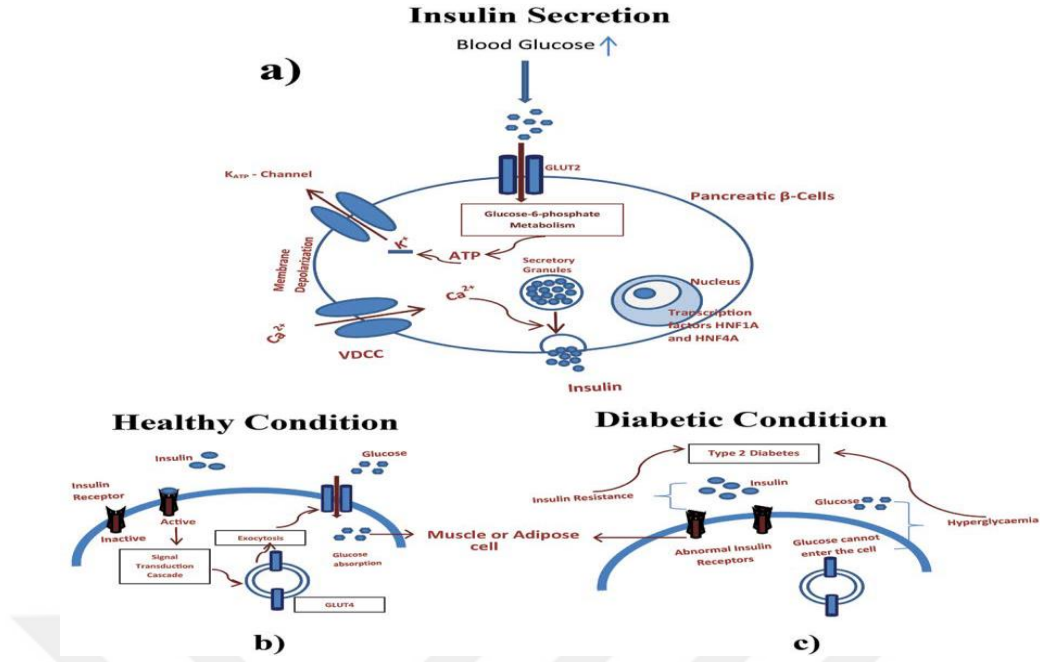


Diyet alışkanlıkları ve hareketsiz yaşam tarzı, gelişmekte olan ülkeler arasında hızla artan DM insidansının ana faktörleridir. Tip 2 diyabetiklerde son zamanlarda yüksek HbA1c seviyesi mikrovasküler ve makrovasküler komplikasyonların gelişmesinde önde gelen risk faktörlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Yüksek HbA1c seviyesindeki iyileşme diyet yönetimi ile sağlanabilmektedir (Sami, Ansari, Butt ve Hamid, 2017).

T2DM patofizyolojisinin şematik gösterimi Şekil 2.3'de verilmiştir. Post prandial glikoz molekülleri GLUT2 aracılığıyla pankreatik  $\beta$  hücrelerine girmektedir. Hücre içi glikoz, mitokondride glikoliz ve Krebs döngüsüne girerek ATP molekülleri üretmektedir. ATP:ADP oranındaki artışla birlikte potasyum kanalı bloke olmakta sonuç olarak, pozitif yüklü potasyum iyonlarının yüksek seviyesinden dolayı değişen potansiyel ile, membran depolarize olmaktadır. Bu, voltaja bağlı kalsiyum kanalını aktive ederek kalsiyum iyonlarının akmasına neden olmaktadır. Kalsiyum iyonları, hepatosit nükleer faktör 1 alfa (HNF1A) ve 4 alfa (HNF4A) gibi insülin sentezini ve salgılanmasını başlatan transkripsiyonel aktivatörlerin ekspresyonuna neden olmaktadır (VSS vd., 2018).

Bozulmuş  $\beta$  hücre fonksiyonu (genellikle hastalığın klinik başlangıcından önce gözlenir), klinik olarak pankreastaki hücrelerin glikoz duyarlılığında bir azalma olarak gözlenen, insülin sekresyonunun bozulmasına yol açmaktadır. Yemeklerden sonra glikoza duyarlı insülin sekresyonunda azalma ile karakterize bozulmuş glikoz toleransı (IGT) hiperglisemiye neden olmaktadır. Glikoz toksisitesi ve lipotoksitesite gibi ilişkili risk faktörleri bozulmuş insülin sekresyonunun ilerlemesini daha da arttırmakta, bu durum tedavi edilmezse, pankreatik  $\beta$  hücrelerinin aşırı çalışmasına neden olmaktadır. Bu da apoptozun ilerlemesine ve nihayetinde pankreatik hücre kütlelerinde ( $\beta$  hücre büyüklük ve sayısı) bir azalmaya yol açmaktadır. Kan glukoz seviyesindeki yükselmeye (hiperglisemi) eşlik eden pankreatik  $\beta$  hücre fonksiyonunun ve zaman içinde kütlelerin giderek azalması, T2DM gelişimini işaret etmektedir.

İnsülin direnci, vücuttaki hücrelerin, üretilen fizyolojik insülin seviyelerine yanıt veremediği durumlarda ve kan şekeri seviyesinin artmasına neden olduğunda ortaya çıkmaktadır. Periferik hücrelerde, sağlıklı koşullar altında, insülin peptidi, GLUT4'ü sitoplazmadan membrana geçiren fosforilasyon bazlı sinyal kaskadını tetikleyen insülin reseptörüne bağlanmaktadır. GLUT4 daha sonra hücrelere glikoz alımını kolaylaştırarak enerji için yedek yağ kullanımını engellemektedir. Bununla birlikte, diyabetik koşullar altında, periferik doku hücrelerindeki insülin reseptörleri inaktif hale gelir ve GLUT4 sitoplazmada kalır. Bu nedenle, hücreler kronik hiperglisemi gelişimine katkıda bulunan glikozu ememez.



Şekil 2.3. Tip 2 diabetes mellitusta (T2DM) patofizyolojinin şematik gösterimi (VSS vd.,2018).

<sup>a)</sup>Glikoz taşıyıcı tip 2 (GLUT2) membran taşıyıcılar, prandiyal kan glikozunun hücreye girmesini kolaylaştırır. Hücre içi glikoz, piruvat ve adenosin trifosfat (ATP) üreten glikoliz döngüsüne giren glikoz-6-fosfata fosforile b glikoz-6-fosfatazdır. Piruvat, ayrıca ATP üreten trikarboksilik asit (TCA) döngüsüne girer. ATP: ADP oranındaki artış, membran depolarizasyonuna yol açan KATP kanalını bloke ederek,  $Ca^{2+}$  iyonlarının voltaja bağlı / geçmeli kalsiyum kanalı yoluyla hücreye girmesine izin verir.  $Ca^{2+}$  iyonları, insülin peptit salgılanmasını uyarır;

<sup>b)</sup>Sağlıklı bireylerde, insülin, hücre içi GLUT4'ün glikoz moleküllerinin alınması için membrana translokasyonu ile sonuçlanan fosforilasyon bazlı sinyalleme kaskatı başlatan insülin reseptörüne bağlanır;

<sup>c)</sup>Diyabetik durumda, insülin reseptörleri işlevsiz hale gelir ve sitoplazmik GLUT4, insülin direnciyle sonuçlanan membrana taşınmaz. Sonuç olarak, hiperglisemiye (artmış kan şekeri seviyeleri) yol açan glikoz alımı gerçekleşmez

T2DM esasen genetik belirleyicilerden, fiziksel aktivite seviyesinden, diyet paterninden, yaşlanmadan ve yaşam tarzından etkilenen insülin sekresyonunun ve insülin direncinin inhibisyonunun kombinasyonunun bir sonucudur. Aşırı karbonhidrat ve yağ alımı, aşırı beslenmeye ve dengesizliğe neden olan hiperglisemi ve hiperlipidemiye yol açmaktadır. Bu tür beslenmeye uzun süre maruz kalmak, lipid peroksidasyonuna ve glikasyonuna neden olmaktadır. Bu gelişmeler insülin direnciyle sonuçlanır. Bu faktörler, enerji açısından zengin gıdaların tüketimi ile birlikte T2DM'nin gelişimine önemli katkıda bulunmaktadır (VSS vd., 2018).

### 2.6.3 Gestasyonel Diyabet (GDM)

Uzun yıllar GDM, hipergliseminin derecesine bakılmaksızın ilk kez gebelik sırasında fark edilen herhangi bir glikoz intoleransı derecesi olarak tanımlanmıştır. Bu tanım, GDM'nin tespiti ve sınıflandırılması için tek tip bir stratejiyi kolaylaştırmıştır. Fakat bu tanımın ciddi

kısıtlamaları bulunmaktadır. Öncelikle, mevcut kanıtlar, üreme çağındaki hamile olmayan kadınlarda rutin tarama yaygın olarak yapılmadığından, GDM vakalarının çoğunun, gebelikte rutin tarama ile saptanan önceden var olan hiperglisemiyi temsil ettiğini ortaya koymaktadır. Hem kısa hem de uzun vadeli maternal ve fetal riskler açısından klinik olarak önemli olan hipergliseminin ciddiyetidir. Evrensel önyargı ve/veya ilk üç aylık dönem taraması, hem uygun tanı eşikleri hem de sonuçlarla ilgili veri ve fikir birliği eksikliği nedeniyle engellenmektedir. Bu alandaki daha fazla çalışma için ikna edici bir kanıt, gebelik dışında diyabet tanısı olabilecek ve gebe kalma anında mevcut olan hipergliseminin, düşük glukoz seviyeleri ile görülmeyen artmış konjenital malformasyon riski ile ilişkili olduğu gerçeğidir. Devam eden obezite ve diyabet epidemisi, erken gebelikte tanı konulmamış tip 2 diyabetli gebe kadınların sayısında artışla birlikte üreme çağındaki kadınlarda daha fazla tip 2 diyabete yol açmıştır. Tanı konulmamış tip 2 diyabetli gebe kadınların sayısı nedeniyle, tip 2 diyabet için risk faktörleri olan kadınları test etmek mantıklıdır. Gebelik dışında kullanılan standart tanı kriterlerine göre diyabeti olduğu tespit edilen kadınlar, gebeliği zorlaştıran diyabet (çoğunlukla tip 2 diyabet, nadiren tip 1 diyabet veya monojenik diyabet) olarak sınıflandırılmalı ve buna göre yönlendirilmelidir. GDM için düşük glisemik kriterleri karşılayan kadınlar bu durumla teşhis edilmeli ve buna göre yönetilmelidir. Diğer kadınlar 24-28. gebelik haftaları arasında GDM için yeniden taranmalıdır (American Diabetes Association [ADA], 2020).

GDM genellikle, doğumdan sonra annede her zaman olmamakla birlikte tip 2 diyabet olmak üzere, daha sonra diyabet gelişimi için belirgin artmış risk oluşturan, altta yatan hücre disfonksiyonunun göstergesidir. Etkili önleme müdahaleleri mevcut olduğundan, GDM teşhisi konan kadınlara, diyabet riskini azaltmak, müdahalelere izin vermek ve mümkün olan en erken zamanda tedaviye başlayabilmek için tip 2 diyabet açısından ömür boyu tarama yapılmalıdır. GDM anne, fetüs ve yenidoğan için risk taşımaktadır (ADA, 2020).

Tek ve iki aşamalı tanı yaklaşımı bulunmaktadır. Geleneksel olarak iki aşamalı yaklaşım kullanılmaktadır (Çizelge 2,6). Gebelikte tanı amacıyla OGTT yapılması gestasyonel diyabetin erken teşhisi için gereklidir. Annede oluşan plazma glukoz artışı zamanında tespit edilir ve böylece hipergliseminin fetus üzerindeki zararlı etkilerini engellemek için önlem alınabilir (Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği [TEMED], 2020).

Çizelge 2.6. Gestasyonel diyabet tanı kriterleri<sup>1</sup> (TEMD, 2020)

		APG	1. st PG	2.st PG	3.st PG
<b>İki aşamalı test</b>					
İlk aşama test	50 g glukozlu	-	≥140	-	-
İkinci aşama	100 g glukozlu OGTT (en az 2 patolojik değer tanı koydurur)	≥95	≥180	≥155	≥140
<b>Tek aşamalı test</b>					
IADPSG kriterleri	75 g glukozlu OGTT (en az 1 patolojik değer tanı koydurur)	≥92	≥180	≥153	-

<sup>1</sup>Glisemi venöz plazmada glukoz oksidaz veya heksokinaz ile 'mg/dl' olarak ölçülür. IADPSG: Uluslararası Diyabetik Gebelik Çalışma Grupları Derneği, GDM: Gestasyonel diabetes mellitus, OGTT: Oral glukoz tolerans testi, APG: Açlık plazma glukozu, 1.st PG, 2.st PG, 3.st PG: 1., 2., 3.st plazma glukozu

## 2.7 Diyabetin Semptomları

Diyabetin belirti ve semptomları, hastalığın kronik ilerlemesi nedeniyle birçok kişi tarafından göz ardı edilmektedir. İnsanlar, hasarın semptomlar fark edilmeden birkaç yıl önce başlayabileceğinin farkında değildir. Bu talihsiz bir durumdur çünkü erken semptomların tanınması, hastalığın hemen kontrol altına alınmasına ve vasküler komplikasyonların önlenmesine yardımcı olabilmektedir.

Poliüri, polidipsi ve polifaji gibi diyabetin klasik semptomları, hızlı bir şekilde şiddetli hiperglisemi gelişimine sahip olan tip 1 diyabette ve ayrıca çok yüksek hiperglisemi seviyelerine sahip tip 2 diyabette yaygın olarak görülmektedir. Şiddetli kilo kaybı, yalnızca tip 1 diyabette veya tip 2 diyabetin uzun süre fark edilmeden kalması durumunda yaygındır. Açıklanamayan kilo kaybı, yorgunluk, huzursuzluk ve vücut ağrısı da saptanamayan diyabetin yaygın belirtileridir (Çizelge 2.7). Hafif veya kademeli olarak gelişen semptomlar da fark edilmeden kalabilir (Ramachandran, 2014).

Çizelge 2.7. Diyabetin uyarı işaretleri (Ramachandran, 2014).

<b>Diyabetin uyarı işaretleri</b>
1. Açıklanamayan kilo kaybı
2. Sık yorgunluk
3. Sinirlilik
4. Özellikle tekrarlayan enfeksiyonlar <ul style="list-style-type: none"><li>• Genital alanlar</li><li>• İdrar yolu</li><li>• Deri</li><li>• Ağız boşluğu</li><li>• Gecikmiş yara iyileşmesi</li></ul>
5. Ağız kuruluğu
6. Ayaklarda yanma, ağrı, uyuşma
7. Kaşıntı
8. Reaktif hipoglisemi
9. Acanthos nigricans-insülin direncinin bir göstergesi olan boyun, koltuk altı, kasıkta kadifemsi koyu lekelerin varlığı
10. Azalan görüş
11. İktidarsızlık veya erektil disfonksiyon

## 2.8 Diyabetin Komplikasyonları

Diyabetik ketoasidoz (DKA), hiperglisemik hiperosmolar durum (HHS), laktik asidoz (LA) ve hipoglisemi diyabetin akut ve potansiyel olarak yaşamı tehdit eden komplikasyonlarıdır. DKA ve şiddetli hipoglisemi, tip 1 diyabette daha sık görülürken, ketoasidozsuz HHS, tip 2 diyabet ile daha sık ilişkilidir (Rewers, 2016).

DKA'ya dolaşımdaki çok düşük etkili insülin seviyeleri ve eşlik eden glukagon, katekolaminler, kortizol ve büyüme hormonu gibi karşı düzenleyici hormon seviyelerindeki artış neden olmaktadır. Bu kombinasyon karbonhidrat, yağ ve protein metabolizmasında katabolik değişikliklere yol açmaktadır. Bozulmuş glikoz kullanımı ve karaciğer ve böbrekler tarafından artan glikoz üretimi, hiperglisemi ile sonuçlanır. Lipoliz, özellikle beta-hidroksibutirat ( $\beta$ -OHB), ketonemi ve devam eden sıvı ve elektrolit kayıpları ile abartılan metabolik asidoz olmak üzere keton üretiminin artmasına neden olur. Tanı anında DKA, daha önce tanı konmamış tip 1 diyabet hastalarında altta yatan ilerleyici beta hücre yetmezliğinden kaynaklanmaktadır. Yerleşmiş hastalarda, insülin eksikliği, enfeksiyon sırasında yetersiz insülin dozu, gastrointestinal hastalık, travma ve stres veya pompa yetmezliği DKA'yı hızlandırabilir. Tip 2 diyabet hastalarında DKA, eşlik eden akut hastalık sırasında veya insülin bağımlılığına geçiş sırasında ortaya çıkmaktadır (Rewers, 2016).

Hem HHS hem de DKA'nın altında yatan mekanizma, karşı düzenleyici hormonların eşzamanlı yükselmesiyle birleşen dolaşımdaki insülinin etkisindeki azalmadır. Bu değişiklikler, artan hepatik ve renal glukoz üretimine ve periferik dokularda bozulmuş glukoz kullanımına yol açar, bu da hiperglisemiye ve hücre dışı boşluğun ozmolalitesinde paralel değişikliklere neden olur. HHS, glikozüri ile ilişkilidir ve su, sodyum, potasyum ve diğer elektrolitlerin kaybıyla birlikte ozmotik diürece yol açar. HHS'de insülin seviyeleri, insüline duyarlı dokular tarafından glukoz kullanımı için yetersizdir, ancak lipoliz ve ketogenezi önlemek için yeterlidir (Rewers, 2016).

LA, asidozlu ( $pH < 7,3$ ) ve ketoasidozsuz  $5,0 \text{ mEq/L}$ 'nin üzerinde laktik asit yükselmesinden oluşur. Düşük keton seviyeleri mevcut olabilir (serum dilüsyonunda 1:4 veya  $\beta\text{-OHB} > 0,4 - < 0,6 \text{ mmol/L}$ ). ICD-9 kodu 276.2, başta LA olmak üzere asidozu tanımlamaktadır. LA için olağan hızlandırıcı faktörler, hipoksemi, şok, sepsis, karbon monoksit zehirlenmesi ve özellikle böbrek yetmezliği olan hastalarda kullanıldığında fenformin ve metformin dahil olmak üzere bazı ilaçlar gibi bozulmuş oksijenasyon koşullarıdır (Rewers, 2016).

Hipoglisemi, diyabet tedavisinin en sık görülen, yaşamı tehdit eden akut komplikasyondur. Çoklu risk faktörleri ve karmaşık patofizyoloji ile karakterizedir. Beyin, keton cisimlerini de kullanabilmesine rağmen, enerji için sürekli bir glikoz kaynağına bağlıdır. Küçük çocuklar ve ergenler hipoglisemi açısından daha yüksek risk altındadır ve sonuçların spektrumu hafif bilişsel bozukluktan koma, nöbet ve ani ölüme kadar uzanmaktadır (Rewers, 2016).

## **2.9 Diyet ve Tip 2 DM İlişkisi**

Diyetin T2DM etiyolojisindeki rolü, hastalığın neredeyse aşırı miktarda yağ, un ve şeker tüketen zengin insanlarla sınırlı olduğunu gözlemleyen Hintliler tarafından önerilmiştir. Birinci ve İkinci Dünya Savaşları sırasında, Almanya ve diğer Avrupa ülkelerinde diyabete bağlı ölüm oranlarındaki düşüşlerin, gıda kıtlığı ve açlığa bağlı olduğu belgelenmiştir. Berlin'de diyabet mortalite oranı 1914'te  $23,1/100.000$ 'den 1919'da  $10,9$ 'a düşmüştür. Buna karşılık, Japonya ve Kuzey Amerika ülkeleri gibi gıda sıkıntısı olmayan diğer ülkelerde diyabet mortalite oranında değişiklik olmamıştır. Az sayıda çalışma, T2DM'nin yüksek karbonhidrat ve yağ alımı ile güçlü bir ilişkisi olduğunu bulmuştur. Birçok çalışma, yüksek şeker alımı ile T2DM gelişimi arasında pozitif bir ilişki olduğunu bildirmiştir (Sami vd., 2017).

### 2.9.1 Glisemik İndeks ve Glisemik Yük

Glisemik indeks, 50 g kullanılabilir karbonhidrat ihtiva eden test edilen yiyeceğin, 2 saatte oluşturduğu kan glukozunu arttırma alanının, aynı miktarda karbonhidrat içeren referans yiyeceğin oluşturduğu arttırma alanına kıyaslanması olarak tanımlanmaktadır. Besinin glisemik indeks değerinin yüze bölünüp alınan karbonhidrat miktarı ile çarpılmasıyla glisemik yük hesaplanmaktadır. Glisemik yük, oluşturduğu insülin ihtiyacını ve glisemik yanıtın seviyesini belirlemektedir (Bıyıklı, Bıyıklı ve Akbulut, 2017). Çizelge 2.8’de glisemik indeks aralıkları verilmiştir.

Çizelge 2.8. Besinlerin glisemik indeks aralıkları (Bıyıklı vd., 2017)

Sınıflama	Glisemik indeks aralıkları
Düşük	0-55
Orta	56-69
Yüksek	>70

Beslenme, hastalıkların önlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Sağlıklı bir yaşam tarzı ve vücut metabolizmasının doğru işleyişini sürdürmek için gereklidir. Besin maddelerinin alım oranları da vücut ağırlığını etkilemektedir. Düşük glisemik indeksli (GI) gıda tüketimi ile değişen yağ, karbonhidrat ve lif alımı, daha düşük vücut ağırlığı ile ilişkilendirilmiştir. T2DM hastaları, normal bireylerden oldukça farklı bir örüntüde besin içeren gıdaları tüketme eğilimindedir. Kesitsel bir çalışmaya dayanarak, Breen vd. (2014) T2DM hastalarının, nispeten daha yüksek miktarlarda toplam yağ, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asidi ve protein tükettiklerini ancak karbonhidrat, laktoz dışındaki şekerleri ve diyet lifi alımının diyabetik olmayanlardan daha az olduğunu gözlemlemişlerdir.

Besin metabolizmasına bağlı enerji metabolizmasının T2DM ile ilişkisi bulunmaktadır. Bir kişiyi diyabete yatkın hale getiren enerji dengesizliği, fiziksel aktivite ya da yiyeceğin diyet bileşimi tarafından düzenlenmektedir (Steinberg, 2018). Kompleks karbonhidratlar, sebzeler, mercimek ve genel olarak düşük glisemik indeks ve glisemik yük içeren gıdalardan oluşan diyabetik bir diyetin tüketimi, T2DM’de uzun süreli komplikasyonların önlenmesinde gerekli olan kan şekerinde ılımlı bir artışa neden olmaktadır.

Son zamanlarda, kavuzlu buğday gibi fonksiyonel ve yeni gıda kaynakları, ekmeçlik buğdaylara kıyasla uygun diyet kaynağı olarak tanımlanmıştır (Biskup, Gajcy ve Fecka, 2017). Bunun nedeni önemli miktarda kan şekerini düşürücü ve diyet lifi, fitik asit, alkilresorsinoller

ve antioksidanlar gibi çoklu biyoaktif bileşenlerin ortaya çıkmasından kaynaklanmaktadır. Bu bileşenlerin kan şekeri seviyesini düzenlediği ve insülin duyarlılığını optimize ettiği bilinmektedir. Makrobesinler glisemik yanıtta önemli bir rol oynasa da, mikrobesinler ve biyoaktif bileşenler tek tek veya sinerjistik bir şekilde hareket etmektedir. Daha yüksek protein içeriği ve yağ içeriği özellikle kavuzlu buğdaydaki doymamış yağ içeriği glisemik kontrolde yardımcı olmaktadır.

Beslenme tedavisi, yüksek kan şekeri seviyesinin etkisini azaltmada etkilidir. Dworatzek vd. (2013), beslenme tedavisinin HbA1c'yi %1 ile %2 oranında azaltarak klinik sonuçları iyileştirme potansiyeli olduğunu ve yüksek GI karbonhidratlı gıdaların düşük GI gıdalarla değiştirilmesinin T2DM'nin yönetiminde yardımcı olabileceğini vurgulamıştır.

Birçok çalışma, hayvansal proteinin bitkisel protein ile değiştirilmesinin glisemik kontrol üzerinde yararlı etkileri olduğunu göstermiştir (Malik, Li, Tobias, Pan ve Hu, 2016; Vigiou vd., 2015) (Çizelge 2.9). Malik vd. (2016) tarafından yürütülen bir çalışmada toplam protein ve hayvansal protein alımının T2DM riskini sırasıyla %7 ve %13 arttırdığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, bitkisel protein alımı bu riskte orta derecede azalmaya neden olmuştur. Bu mekanizmanın, bitki proteinlerinde hayvan proteinlerinden daha yüksek miktarda L-arginin varlığının olmasından kaynaklandığı sanılmaktadır (Vigiou vd., 2015). İn vitro ve randomize kontrollü çalışmalar, L-argininin  $\beta$  hücrelerinden insülin sekresyonunu arttırdığını ve T2DM' de insülin duyarlılığını geliştirdiğini düşündürmektedir (Sener vd., 2000).



Çizelge 2.9. Besin bileşenlerinin glisemik düzenlemedeki rolü ve diyabet riskinin azaltılması (VSS vd., 2018).

<b>Besin</b>			
<b>Bileşeni</b>	<b>Gıda</b>	<b>Besin Miktarı</b>	<b>Etki</b>
Alkilrezorsinol	Gernik buğdayı Kavuzlu buğday Tam buğday Çavdar Arpa	0,4-55,8 mg/100 g	Alfa-glukosidaz enziminin aktivitesini inhibe eder
Alfa-linolenik asit	Keten tohumu, ceviz ve bitkisel yağlar, kanola ve soya yağları	0,2-11,0 g/100 g Yağ	Pankreas hasarını azaltır; İnsülin seviyesini hafifletir; Anti-oksidatif özellik gösterir.
Arabinoksilan	Tanelerin kepek tabakası Tam tahıl Aleuron tabakası Çavdar Buğday	2,37-30 g/100 g	Viskozite, sindirim enzim erişimini ve glikoz absorpsiyonunu engeller; İnsülin direncini ve yemek sonrası glikoz yanıtını geliştirir
Beta gluklan	Aleurone tabakası Kepek tabakası Kepekli tahıllar Arpa Yulaf Çavdar Buğday	0,4-3,9 g/100 g	İnsülin duyarlılığını artırır
Betain	Tam buğday Kavuzlu buğday	0,16-294 mg/100 g	İnsülin direncinin üstesinden gelir
Myo-inositol	Tahıllar Fındık Meyve Sebzeler	225-1500 mg/gün	Sitoprotektif etkiler; Pankreas üzerinde olumlu etki insüline bağımlı sinyallerle insülin salgılanması kaskat mekanizması; İnsülin direncini artırır
Karbonhidratlar	Ekmeklik buğday Kavuzlu buğday Kuru fasulye Nohut Barbunya Çavdar Soya içecekleri	4,5-74,48 g/100 g	Trigliseritleri, HbA1c ve C-reaktif proteini düşürür (CRP)
Klorojenik asit	Kahve	1 g/gün	Sindirim enzimlerini inhibe eder; İnce bağırsakta sodyum bağımlı glikoz taşıyıcı SGLT1'i bloke eder; insülin sekresyonunu uyarır ve insülin reseptörlerini aktive eder
Krom	Hububat Bakliyat Sebzeler Meyve	50-200 ug/gün	Düşük molekül ağırlıklı oligopeptidlerle bağlanır ve insülin metabolizmasını etkiler; Kan şekerini düşürür ve HbA1c ve insülin duyarlılığını artırır

Çizelge 2.9. Besin bileşenlerinin glisemik düzenlemedeki rolü ve diyabet riskinin azaltılması (devamı)

Diyet lifi	Esmer pirinç Soya fasulyesi Keten tohumu Bakliyat Kepekli tahıllar	3,8-25,5 g/100 g	Glikosile hemoglobini düzenler; Kolonik fermantasyona ve kısa zincirli yağ asitlerinin oluşumuna katılır; sindirim enzimlerine karşı nişasta duyarlılığını azaltır; SCFA glukoneogenez ve lipogenezi modüle eder; HbA1c'yi düşürür
Yağlar	Tam tahıllar Bakliyat Soya fasulyesi	0,38-35 g/100 g	LDL Kolesterol, trigliserit ve HbA1c'yi artırır
Ferulik asit	Hububat Fındık bakliyat	25-3300 mg/100 g	Kandan kasa geçen glikozu düzenler; insülin sekresyonunu teşvik eder; ince bağırsakta sodyum bağımlı glikoz taşıyıcı SGLT1'i bloke eder
Fenolik Asitler	Tam tahıllar Bakliyat	0,11-117,1 mg/100 g	Alfa-amilaz ve alfa-glukosidaz aktivitelerinin inhibisyonu
Fitik Asit	Kepek tabakası Kepekli tahıllar bakliyat	0,9-15,2 g/100 g	Alfa-glukosidaz ve alfa-amilaz inhibisyonu
Polifenol	Kahverengi algler Tam buğday	0,15 g/100 g	Anti-oksidatif mekanizma; karbonhidrat kaynağından glikoz salınımını inhibe eder;insülin direncini artırır
Protein	Hububat Bakliyat	2,08-17,47 g/100 g	Bitkisel protein, hayvansal proteinden daha az T2DM riski taşır
Triterpenik Asit	Prunella vulgaris Centella asiatica	0,34-8,5 mg/100 g	İnsülin duyarlılığını artırır; Anti-oksidan; enzimatik düzenleme Anti-obezite; glikoz üretimini azaltmak

## 2.9.2 Glisemik İndeks Değerini Etkileyen Faktörler

Besinlerde glisemik indeksi etkileyen bazı etmenler bulunmaktadır. Besinlerdeki nişastanın yapısı, diyet lifi, monosakkarit içeriği, yağ, protein ve asit içerikleri, besindeki protein-nişasta ilişkisi, işlenme ve pişirilme şekilleri gibi aşağıda verilen bir takım özellikler GI değerleri üzerine etkilidir.

### 2.9.2.1 Nişastanın Yapısı

Çok değişken bir ayrışma oranına sahip nişasta, tahıl tanelerindeki ana karbonhidrattır. Nişasta molekülü, oranları çok önemli olan amiloz ve amilopektin adlı iki glikoz polimerinden

oluşmaktadır. Amiloz dallanmamış bir yapıya sahiptir ve bu nedenle amilolitik enzimler için daha zor erişilebilir. Sonuç olarak, yüksek amilozlu nişasta daha düşük sindirilebilirlik ve daha yüksek hidrotermal stabilite göstermektedir (Syahariza, Sar, Hasjim, Tizzotti ve Gilbert, 2013; Zhong vd., 2018).

Amiloz moleküllerinin yapısı daha sıkı, su absorpsiyonları daha düşük ve hazmı yavaş olması sebebiyle GI değerini düşürme özelliğindedir. Amilopektin molekülleri ise gevşek yapıda olup daha fazla su emerler, çabuk hazm edilerek GI değerini yükseltirler (Mızrak, 2016).

Nişasta hızlı sindirilebilir, yavaş sindirilebilir ve dirençli nişastaya ayrılmaktadır. Dirençli nişasta diyet lifi bileşeni olarak sınıflandırılmaktadır. Varlığı, üründeki amiloz içeriği ile pozitif korelasyon göstermektedir (Agama-Acevedo, Bello-Perez, Lim, Lee ve Hamaker, 2018). Dirençli nişasta, insan sindirim sisteminin endojen enzimleri tarafından sindirilmeyen fakat bakteri florasının gelişimini uyaran değerli bir prebiyotiktir. Yapılan bir çalışmada dirençli nişasta açısından zengin bir diyetin kilo alımını, yağ kütesini, vücudun glisemik yanıtını azalttığını ve insülin duyarlılığını arttırdığını göstermiştir. Başka çalışmalarda da, dirençli nişastanın sadece bir öğünün kalori değerini azaltmak ve postprandiyal glikozu azaltmakla kalmayıp, obezite riskini azalttığını, aynı zamanda kalın bağırsakta bakteriyel fermantasyon sonucu oluşan kısa zincirli yağ asitlerinin üretimini de teşvik ettiğini vurgulamaktadır. Portal damardan kolonositler tarafından emilen bu asitler karaciğere girer, burada yağ asitleri ve kolesterol metabolizmasını düzenlerler. Yağ asitlerinin sentezini inhibe eden propionik asit özellikle önemlidir. Çoğu Kısa zincirli yağ asitleri (SCFA) karaciğerde metabolize olur, ancak bazıları kan dolaşımına girer ve adipogenez (yağ dokusu büyümesi) ve glisemik homeostaz ve lipidemiden sorumlu proteinlerin adipositokinlerin (adipokinler) salınmasını düzenler (Belobrajdic, King, Christophersen ve Bird, 2012). Dirençli nişastanın 15 g günlük dozunun sadece tip 2 diyabetin profilaksisinde önemli olan insülin duyarlılığını arttırmadığı, aynı zamanda kolesterol seviyelerini düşürdüğü ve vücut kilo kaybına katkıda bulunduğu gösterilmiştir (Krawęcka, Sobota ve Sykut-Domańska, 2019).

### 2.9.2.2 Diyet Lif İçeriği

Lif, bitki polisakkaritleri, oligosakkaritleri, ligninleri, fruktanları ve  $\beta$ -glukanları, yani insan gastrointestinal sisteminin endojen enzimleri tarafından ayrışmayan bileşenleri içeren bileşikler grubudur (Anonim, 2001). Bu nedenle, lif, diyetteki varlığının avantajlarından ilki olan glisemi seviyesini arttırmaz. Kolonda bulunan bakteriler tarafından fermente edilmektedir.

Bu işleme, kolonun aktivasyonu eşlik etmekte ve asetik, propiyonik ve bütirik asitler gibi kısa zincirli yağ asitlerinin (SCFA) üretilmesi ile sonuçlanmaktadır. Bu nedenle, tahıl lifi ve özellikle çözünür lif fraksiyonu, mikrobiyomun modülasyonuna katkıda bulunan prebiyotik bir etki göstermektedir (Aoe, Nakamura ve Fujiwara, 2018). Bu da diyabetle ilişkili hastalıkların azalmasına ve glikoz toleransının iyileştirilmesine neden olmaktadır.

Çözünür bileşenler, yani  $\beta$ -glukanlar, pektinler ve sakızlar, tokluğu arttırmakta ve kolesterol ile glikoz emilimini inhibe etmektedir (Rebello, O'Neil ve Greenway, 2016; Schulze vd., 2007).

Tahıl taneleri esas olarak diyet lifi içindeki çözünmeyen fraksiyon bakımından zengindir. Ancak arpa ve yulaf ürünleri yüksek miktarda çözünür fraksiyona sahiptir. En fazla miktarda lif, tam tane tahılları içeren ürünlerde bulunmaktadır. Bu tür ürünlerin daha yüksek tüketimi, glikoz intoleransı olan hastalarda tip 2 diyabet riskinin azaltılması ve sağlıklı popülasyonda genel mortalitenin azalması ile ilişkilidir (Krawęcka vd., 2019).

Avrupa Diyabet Araştırmaları Derneği'nin (European Association for the Study of Diabetes (EASD)), Diyabet ve Beslenme Çalışma Grubu (Diabetes and Nutrition Study Group (DNSG)) tarafından hazırlanan “Diyabetli Hastaların Beslenme Yönetimine Yönelik Tavsiyeler” diyet kılavuzlarında, diyet lifi bakımından zengin karbonhidrat içeren gıdalar veya düşük GI'li gıdalar özellikle tavsiye edilmektedir (Arvidsson-Lenner vd., 2004).

### 2.9.2.3 Karbonhidrat ve Monosakkarit İçeriği

Bir karbonhidratın glisemik indeksi, onun bağırsak emilim oranından etkilenmektedir. Bu da sırasıyla bileşiminden, üçüncül yapısından, nişasta türünden ve enzimatik sindirime duyarlılığından etkilenir. Kompleks karbonhidratlar, tekrarlayan monosakkarit birimlerinin polimerik zincirleridir. Nişastalar, tekrarlayan glikoz birimlerini içermektedir. Farklı nişastaların glisemik indeksleri, zincir uzunluğuna göre değil, enzimatik sindirime duyarlılıklarına göre belirlenmektedir. Beyaz ekmek ve makarna benzer zincir uzunluklarına sahiptir, ancak üçüncül yapısı ve tükürük ve pankreas amilazlarına daha fazla maruz kalmayı sağlayan çözünürlüğü nedeniyle ekmek daha yüksek bir glisemik indekse sahiptir. Kısa zincirli karbonhidratlar hızla emilir; ancak, glikoz içermeyen şekerleri bulduklarında, glisemik indeks orantılı olarak düşmektedir. Disakkaritlerden sakaroz ve laktoz, sırasıyla %50 glukoz ve %50 fruktoz veya galaktozdan oluşur ve her ikisi de, iki glikoz molekülünden oluşan disakkarit olan maltozdan daha düşük bir glisemik indekse sahiptir (Frost ve Dornhorst, 2013).

Glikoz, fruktoz ve galaktoz gibi basit karbonhidratlar (monosakaritler), kimyasal parçalanma olmadan ince bağırsakta hızla emilir ve kan glikoz seviyelerinde hızlı bir artışa neden olur. Disakkaritler ve kompleks karbonhidratlar (oligosakkaritler ve polisakkaritler), ince bağırsakta emilmeden önce enzimatik olarak monosakkaritlere parçalanır ve bunların tüketimi, monosakkaritlerden daha az hızlı kan şekeri artışına yol açar (Aune vd., 2012).

Yaygın şekerlerin Gİ değerleri şu sırada artar; früktoz, laktoz, sukroz, glukoz (Arvidsson-Lenner vd., 2004).

Köksal' a göre (aktaran Memiş ve Şanlıer, 2009) glikozun Gİ früktoza göre yüksektir. Bu nedenle glikoz miktarı yüksek olan besinlerin Gİ değerleri früktoz miktarı yüksek olanlara göre daha fazladır.

#### 2.9.2.4 Yağ ve Protein İçeriği

Besinlerin içerisindeki yağlar ve proteinler, nişastanın sindirimini yavaşlatmaktadır. Bu yüzden yüksek oranda yağ ve protein içeren fıstık ezmesi gibi gıdaların Gİ'leri düşüktür. Öğünlerde karbonhidrat ve protein içeriği yüksek besinlerin birlikte tüketilmesi glisemik indeksin düşürülmesini sağlamaktadır. Örneğin; muz tek başına tüketmek yerine süt ile meyveleri yoğurtla, patatesi etle tüketmek gibi. Yağ ve protein miktarı fazla olan gıdaların glisemik indeksi yüksek gıdalarla birlikte alınması öğünün glisemik indeksinin kabul edilebilir seviyelere inmesine yardımcı olur. Fakat yağın enerji değeri yüksek olduğundan dolayı fazla alınması durumunda kilo artışı ve yağlanmaya sebep olacağından, miktarının doğru bir şekilde ayarlanması gerekmektedir (Mızrak, 2016).

Yağ asitleri, lizofosfolipidler ve monoasilgliseritler gibi amiloz ve lipidler arasındaki kompleksler, nişastanın özelliklerini ve işlevselliğini önemli ölçüde değiştirebilmektedir. Hidrotermal işlemler sırasında lipidlerin varlığı nişasta granüllerinin şişme kapasitesini azaltmakta ve kompleks oluşumunun jelatinleşme sıcaklığını arttırmaktadır. Ayrıca jel sertliğini azalttığı, retrogradasyonu geciktirdiği ve enzimatik hidrolize duyarlılığı azalttığı birçok çalışmada gösterilmiştir (Parada ve Santos, 2016).

Lau, Zhou ve Henry, (2016) yaptıkları çalışmada karbonhidratça zengin gıdaların pişirilmesi sırasında fonksiyonel lipidlerin eklenmesi gibi basit yöntemler kullanılarak, glisemik kontrolün iyileştirilmesinin mümkün olabileceği ve tip 2 diyabet ile kardiyovasküler

hastalıklar gibi kronik hastalıkların önlenmesine ve yönetilmesine yardımcı olabileceğini belirtmişlerdir.

Gluten proteinlerinin nişasta granüllerini kaplayan matrisler oluşturarak hem jelatinleşmelerini hem de sindirim enzimleri ile temasını engellediği; bunların hepsinin sindirilebilirliği daha zor hale getirdiğini gösteren birçok çalışma bulunmaktadır (Auger, Morel, Lefebvre, Dewilde ve Redl, 2008; Li, Yeh ve Fan, 2007; Parada ve Aguilera, 2011).

#### 2.9.2.5 Asit İçeriği

Asit içeriği yüksek olan besinler mide boşalmasını yavaşlatarak glukoz yanıtını etkilemektedir (Pi-Sunyer, 2002). İnce bağırsakta, bazı organik asitler nişastanın sindirim hızını düşürür ve böylece glisemik indeks değeri de düşer (Nargül, 2019). Gıdaların üretimi esnasında kullanılan ve ortam asitliğini arttıran uygulamalarda (örneğin salamura yiyecekler veya sirke ya da limon suyu eklenmesi) elde edilen ürünün glisemik indeks değeri daha düşük olur. Ekşi maya ile üretilen tam buğday ekmeği, sanayi tipi maya ile üretilen beyaz buğday ekmeğine göre daha düşük glisemik indeks değerine sahiptir (Mızrak, 2016).

Daha önceki çalışmalar, karbonhidrat bakımından zengin bir öğüne sirke eklenmesinin sağlıklı bireylerde glikoz ve insülin tepkilerini azalttığını ve insülin direnci ve/veya tip 2 diyabetli (T2D) bireylerde insülin duyarlılığını iyileştirdiğini göstermiştir. Ayrıca, sağlıklı bireylerde yüksek glisemik yük içeren bir öğüne sirke eklenmesinin, 60 dakikalık postprandiyal glisemiye önemli ölçüde azalttığı da gösterilmiştir (Leeman, Ostman ve Bjoörck, 2005; Ostman, Granfeldt, Persson ve Bjoörck, 2005). Bununla birlikte, mekanizma tam olarak anlaşılamamıştır. Sirkenin hipoglisemik etkisinden, gecikmiş mide boşalmasının sorumlu olabileceği öne sürülmesine rağmen, ilgili çalışmaların sonuçları çelişkili bulunmaktadır.

Liatis vd. (2010) tarafından bildirildiğine göre, yüksek glisemik indeksli öğünlere sirke eklenmesinin, 'erken' T2D hastalarında aşırı yemek sonrası plazma glukozunun yükselmesini önlemek için koruyucu bir önlem olarak hizmet edebilir. Ayrıca çalışmanın sonuçlarına göre, tüketilen öğünün glisemik indeks değeri düşük olduğunda, sirke ilavesi yemek sonrası glikoz tepkisini daha fazla baskılamamaktadır.

#### 2.9.2.6 Besin Öğesi Olmayan Maddeler

Besinlerin içerisinde bulunan enzim inhibitörleri, fitatlar, lektin, saponin ve tanen gibi maddeler bu gruba dahil edilmektedir. Wolever' e göre (aktaran Ergun, 2014) bu maddeler

nişasta sindirimini etkileyerek glisemik indeksi düşürmektedir. Besin ögesi olmayan maddelerin fazla olması durumunda, besinin sindirimi ve emilimi yavaşlamaktadır. Buna bağlı olarak Gİ değerinin azalacağı düşünülmektedir.

Tannik asit, hem amilaz hem de bağırsak maltaz aktivitesini inhibe etmektedir. Fitik asit amilolizi engellediği için besinlerin fitat içeriğinin artması nişasta sindirilebilirliğini azaltmaktadır (Ashwar, Gani, Shah, Wani ve Masoodi, (2016).

Kirpitch vd., tarafından bildirildiğine göre (aktaran Güler ve Bilici, 2017), tam tahılların hücre duvarı ve tohumlarını çevreleyen fibröz doku fiziksel bir engel oluşturmaktadır. Bu etkisini, karbonhidratları parçalayan sindirim enzimlerinin besine erişmesini yavaşlatarak gerçekleştirmektedir. Bundan dolayı, birçok baklagilin ve tam tahıllı ürünün glisemik indeksi düşüktür.

#### *2.9.2.7 Besinlerin Olgunluk Düzeyi*

Hasat veya tüketim zamanı, bir gıdanın glisemik indeksini etkilemektedir. Hasatın koşulları ve zamanlaması, gıdanın nişastasının (örneğin kök sebzeler) yapısal ve işlevsel özelliklerini etkiler. Meyvenin olgunlaşması da meyvenin yapısal özelliklerini etkiler. Daha erken hasat edilen veya tüketilen gıdalar, geç hasat edilen veya daha olgun olduklarında tüketilenlere göre tipik olarak daha düşük glisemik indekse sahiptir (Anonim, t.y.).

Meyveler olgunlaştıkça şeker miktarı arttığından dolayı, meyvenin glisemik indeks değeri artmaktadır (Pi-Sunyer, 2002).

Besinlerin olgunlaşmasıyla birlikte amiloz miktarı biraz artmaktadır. Buna karşılık amilopektinin dallanma derecesi önemli ölçüde artış göstermektedir. Tam olgunlaşmamış besinlerin amilopektinindeki düşük dallanma derecesine bağlı olarak nişasta jelatinizasyonuna karşı daha büyük direnç meydana gelmektedir. Bu sebeple gastrointestinal kanalda nişastanın hidrolizi daha yavaş gerçekleşmekte ve Gİ değeri düşmektedir (Nayak, Berrios ve Tang, 2014).

#### *2.9.2.8 Fiziki Engelleme*

Suda çözünmeyen lifli maddeler sindirim sırasında suda çözünenler gibi koyu jel formuna dönüşmedikleri için Gİ'yi düşürücü etkiye sahip değildirler. Fakat tahıl tanelerinde bu maddelerin çok olduğu kabuk tabakası, endosperm tabakasını fiziksel bariyer şeklinde kuşatarak enzimlerin ulaşmasını yavaşlatmakta ve Gİ'yi düşürmektedir. Tane, ince

öğütüldüğünde kabuk tamamen parçalandığı için, enzimlerin endosperme ulaşmasındaki fiziki engel, dolayısıyla GI düşürme etkisi ortadan kalkar. Tam tahıl taneleri, çavdar ekmeği, kabaca öğütülmüş taneler ve tüm kepek gibi besinlerin glisemik indeksi düşüktür. Buna karşılık sindirilebilir lif miktarı düşük olan beyaz ekmek, mısır gevreği ve kuru pasta gibi besinlerin glisemik indeksi yüksektir (Mızrak, 2016).

#### 2.9.2.9 Besinlerin Hazırlanması ve Pişirilmesi

Besinleri ezme, püre haline getirme gibi boyut küçülten işlemler glisemik indeks değerini etkiler. Besinlerin parçacık büyüklüğünün azaltılması GI değerini arttırmaktadır. Örneğin meyve sularının glisemik indeksi meyvelerin kendisinden daha fazladır. Sıcaklık, su miktarı, pişme zamanı da glisemik indeks üzerine etki etmektedir. Çiğ patates hidroliz reaksiyonlarına dirençlidir fakat piştiğinde nişasta granülleri jelatinize olarak daha hızlı sindirilebilir hale dönüşmektedir. Soğutulduktan sonra ise patatesin yaklaşık %12'si hidrolize dirençli hale gelerek emilimi yavaşlamaktadır (Pi-Sunyer, 2002).

Uzun süreli pişirme, nişasta moleküllerinin şişerek besinin yumuşamasına, böylece daha çabuk sindirilmesine neden olmaktadır. Örneğin 10-15 dk. süreyle kaynatılmış spagettinin glisemik indeksi, 20 dakika kaynatılmış olanın glisemik indeksinden daha düşük olur. Kıvamında pişmiş (al dente) makarna ve salatadan oluşan bir öğünün GI normal seviyelerde olacaktır (Mızrak, 2016).

#### 2.9.2.10 Besinlerin Tüketim Hızı

Besinlerin yavaş tüketilmesi durumunda sindirim ve emilim hızlarının azalmasına bağlı olarak GI'nin de azalacağı düşünülmektedir (Baysal, Aksoy ve Bozkurt, 2002).

Besinlerin yavaş tüketimi, diyetle bağlı termojenezi arttırarak, serum adiponektin konsantrasyonunu arttırmakta ve endotoksin ve esterlenmemiş yağ asidini baskılayarak yararlı etkisini göstermektedir. İnsülin direncinde rol oynayan interlökin-1 $\beta$  ve interlökin-6'nın her ikisinin de yavaş yemek yiyen bireylerde azaldığı bildirilmiştir. Ayrıca, yavaş yemek, iştahı kontrol eden ve gıda tüketimini etkileyen Ghrelin ve Peptid YY (PYY) gibi gastrointestinal tokluk hormonlarını etkilemektedir. Bu durum değiştirilebilir yeme davranışlarının gıdaya verilen hormonal yanıtı düzenlediğini düşündürmektedir (Saito vd., 2020).

Besinlerin çiğnenme süresi glisemik indeksi etkilemektedir. Besinin çiğnenme derecesi, besinin emilim hızını ve kan glikozunu arttırma durumunu da etkilemektedir. Besinin çiğnenme



derecesi arttıkça yüzey alanı da artmaktadır. Böylece gastrik boşalma ve/veya sindirim olayı daha hızlı gerçekleşmektedir (Angay, 2019).



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

Çalışma iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada Kastamonu ilinin İhsangazi, Seydiler ve Taşköprü ilçelerinden temin edilen Siyez buğdayları (*Triticum monococcum L.*) ile İhsangazi ilçesinden temin edilen Bezostaja ekmeklik buğdayının (*Triticum aestivum L.*) besinsel içeriği karşılaştırılmıştır. Araştırmanın ikinci aşaması ise deneysel hayvan çalışması olup deney hayvanları olarak kullanılan ratlar için siyez buğdayı ve ekmeklik buğday kullanılarak farklı pellet yemler hazırlanmış ve Tip 2 diyabet modeli oluşturulan deney hayvanlarına verilerek antidiyabetik ve antioksidan özellikleri incelenmiştir.

Deney hayvanı olarak, Trakya Üniversitesi Deney Hayvanları Araştırma Birimi'nden, ağırlıkları 200-250 gr (tartı, Mettler Toledo, AB204-S, İsviçre) vücut ağırlığı arasında değişen 40 adet Wistar Albino erkek rat temin edilmiştir. Deney hayvanlarına verilen yem içerikleri Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2'de gösterilmiştir.

Diyabet modelinin geliştirilmesinde (Santa Cruz Biotechnology, Amerika Birleşik Devletleri-ABD) marka Streptozotosin kullanılmıştır. Total Antioksidan Seviye (TAS) ve Total Oksidan Seviyeleri (TOS) ELISA yöntemiyle belirlenmiştir. Rel Assay Diagnostic Research and Chemistry marka ticari test kitleri kullanılmıştır. İnsülin analizinde Elabscience marka test kiti kullanılmıştır. Kuyruk veninden kan şekeri ölçümlerinde GlucoDr marka glukometre kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Standart ve test yemlerin içerikleri

Standart Pellet Yem		Siyezli Pellet Yem	
Besin İçeriği (%)		Besin İçeriği (%)	
Ekmeklik buğday	46,1	Siyez buğdayı	46,1
Kepek	7,5	Kepek	7,5
Bonkalit	10	Bonkalit	10
Ayçiçek tohumu küspesi	7	Ayçiçek tohumu küspesi	7
Soya küspesi	16,7	Soya küspesi	16,7
Mısır küspesi	7	Mısır küspesi	7
Razmol	4	Razmol	4
Mermer tozu	1,7	Mermer tozu	1,7

Çizelge 3.2. Yüksek yağlı diyet içeriği (Bas, Demirci, Yazihan, Uney ve Ermis Kaya, 2012)

<b>Yüksek Yağlı Diyet</b>	
<b>Besin İçeriği (%)</b>	
Ayçiçek yağı	3,00
Hayvansal yağ	37,00
Mısır	30,50
Kazein	20,00
Soya pulpu (%48)	4,50
Dikalsiyum fosfat	1,70
DL-metionin	0,20
Tuz	0,50
Vitamin-mineral	1,00
Kireç taşı	1,60
<b>Besin öğeleri değerleri</b>	
Enerji (kkal/kg)	5387
Kuru madde (%)	94,4
Ham protein (%)	22,3
Kalsiyum (%)	1,16
Fosfor (%)	0,62
Sodyum (%)	0,21
Metionin+sistein (%)	0,94
Lizin (%)	1,81
Ham posa (%)	0,89
Eter ekstraktı (%)	40,34
Linoleik asit (%)	3,40

Diyabetojenik bir ajan olarak STZ, N-nitrozo grubuyla pankreas adacıklarında nitrik oksit donörü görevi görmektedir. STZ, DNA ipliklerini alkilasyon ve çapraz bağlama yoluyla mikroorganizmalarda ve memeli hücrelerinde DNA sentezini inhibe etmekte ve ayrıca memeli hücre döngüsünün tüm aşamalarını etkilemektedir. STZ ile indüklenen DNA hasarı, DNA hasarından ziyade diyabetin indüklenmesinde önemli olan poli ADP-ribosilasyonun aktivasyonuna neden olmaktadır. Biyokimyasal çalışmalar, STZ'nin piridin nükleotidlerini ve glikoneogenezde yer alan anahtar enzimleri inhibe ettiğini göstermiştir. STZ, glikozu glikoz taşıma proteini GLUT2 ile hücreye taşımakta, ancak diğer glikoz taşıyıcıları tarafından tanınmamaktadır. Beta hücreleri nispeten yüksek GLUT2 seviyelerine sahip olduğundan, bu durum, STZ' nin bu hücrelerdeki göreceli toksisitesini açıklamaktadır (Abdollahi ve Hosseini, 2014).

## 3.2 Yöntem

### 3.2.1 Nem Analizi

5 g numune alınarak 160 °C sıcaklıktaki etüvde 12 dk bekletildikten sonra, suyu uçurulmuş ve ağırlık kaybı ile nem miktarı formül (3.1) ile belirlenmiştir. Rutubet uçurulduktan sonra, geriye kuru madde aşağıdaki formül (3.2) ile hesaplanmıştır (Öncül ve Ensoy, 2010).

$$\% \text{ Nem} = [(M1 - M2) / m] \times 100 \quad (3.1)$$

$$\% \text{ Kuru madde} = 100 - \% \text{ Nem} \quad (3.2)$$

M1=Alınan numune ağırlığı+sabit tartıma getirilen kurutma kabının ağırlığı

M2=Kurutulmuş numune+sabit tartıma getirilen kurutma kabının ağırlığı

m=Alınan numunenin ağırlığı

### 3.2.2 Kül Analizi

% Kül analizi için yakılmış, desikatörde soğutulmuş, oda sıcaklığına geldikten sonra tartılmış olan yakma kaplarına iyice karıştırılmış olan örnekten 3-5 g tartılmıştır. İşlemi homojen bir şekilde yapabilmek amacıyla deney numunesi kül yakma kabı içinde 1 mL etil alkol ile ıslatılmıştır. Kapsül 900 ± 25 °C'deki kül fırınına yerleştirilmiştir. Sabit ağırlık veya açık gri kül elde edilene kadar yakma işlemine devam edilmiştir. Yakma işlemi biter bitmez kül kapları hızlı bir şekilde desikatöre alınarak oda sıcaklığına gelince hemen tartılmıştır. Literatürde belirtilen formülle % kül oranı belirlenmiştir (Elgün, Ertugay, Certel, ve Kotancılar, 2002).

$$K\ddot{u}l\ Miktarı(K.M'de\ %) = 100(b - a)/M \times 100/100 - W \quad (3.3)$$

a:Yakma kabı darası (g)

b:Kül+yakma kabı (g)

M:Örnek miktarı (g)

W:Örneğin rutubeti (%)

### 3.2.3 Yağ Analizi

% Yağ analizi için Soxhelet yöntemi kullanılmıştır. 10 g öğütülmüş örnek Soxhelet kartuşunda tartılarak 80 °C'de 6 saat süreyle hekzan ile ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Ekstrakt içindeki heksan rotary evaporatörde vakum altında 60 °C'de uzaklaştırılmıştır. Kalan az miktardaki çözücü 103±2°C'de 20 dakika bekletilerek uçurulduktan sonra desikatörde soğutulularak tartım yapılmıştır (Elgün vd., 2002).

### 3.2.4 Yağ Asitlerinin Metil Esterleri Analizi

Ağız teflon vida kapaklı cam tüplere 30-40 mg yağ tartılmıştır. Yağ asitleri metil esterlerin hazırlanmasında sıcak metillendirme yöntemi kullanılmıştır. Tartılan yağ üzerine 0,5 N metanolik KOH (1,5 ml) eklenmiş ve 115°C de 7 dk. süre ile kaynatılmıştır. Daha sonra soğutulmaya bırakılmış ve üzerine 2 mL %14 lük Borontriflorid eklenip 5 dk. tekrar kaynatılmıştır. İkinci bir soğutma işleminden sonra üzerine 2 mL n-heptan eklenerek vorteks ile karıştırılarak metil esterler ekstrakte edilmiştir. Faz ayrımını takiben üst faz pastör pipet yardımı ile viallere alınıp hemen GC-MS'de analize tabi tutulmuştur (Öksüz, Bahadır, Yıldırım ve Sarıhan, 2015).

### 3.2.5 Ham Protein Analizi

Ham protein tayininde Kjeldahl metodu kullanılmıştır. Kjeldahl tüplerine 1 g örnek konulmuş ve üzerine 25 mL derişik sülfürik asit (%95) ilave edilmiştir. Katalizör tableti (Potasyum sülfat, Sodyum sülfat, Titanyum oksit ve Bakır sülfat karışımlarını içeren tablet) de eklendikten sonra yakılmaya bırakılmıştır. Örneklerin rengi açılıncaya kadar, yakma işlemine devam edilmiştir (yaklaşık 7-8 saat). Daha sonra tüpler soğutulmuştur. Soğuduktan sonra destilasyon cihazına yerleştirilerek numune üzerine Sodyum hidroksit (%40), Borik asit (%3) ilave edilmiş ve destilasyon işlemi başlatılmıştır. Destilasyondan sonra 0,1 N HCl ile titre edilmiştir. Örnekteki ham protein oranı formüle göre hesaplanmıştır (Sardoğan, 2016).

$$\%Ham\ protein = [(Vh - Vk)] * 0,0014 * 100 * F] * 5,7/m \quad (3.4)$$

Vh: Titrasyonda harcanan 0,1N HCl hacmi (mL)

Vk: Kör için titrasyonda harcanan 0,1N HCl hacmi (mL)

F: 0,1N HCl' nin faktörü

m: Tartılan örnek miktarı (g)

5,7: Buğdayda azotu proteine çevirme faktörü

### 3.2.6 Nişasta Analizi

Analiz için 2,5 g örnek tartılarak 100 mL'lik ölçü balonuna aktarılmıştır. 25 mL seyreltik asit çözeltisi (HCl) ilave edilip homojenleştirme işlemi uygulanmıştır. Bir kez daha 25 mL seyreltik hidroklorik asit ilave edilmiş, ardından balon kaynama sıcaklığındaki su banyosunda daldırılarak 15 dk boyunca çalkalanarak karıştırılmıştır. Su banyosundan çıkartılan balonun içerisine 30 mL soğuk su ilave edilerek akan su altında hızla 20 °C'ye soğutulması sağlanmıştır. 5 mL Carrez I çözeltisi ve 5 ml Carrez II çözeltisi ilave edilip 1 dakika süre ile çalkalanmıştır. Ölçü çizgisine kadar su ile tamamlandıktan sonra süzölmüştür.

İkinci aşamada etanol çözeltisinde çözünmüş halde bulunan maddelerin optik çevirmesini belirlemek için önce 5 g örnek tartılmış ve sonra 100 mL'lik ölçü balonuna alınmıştır. Üzerine 80 mL %40 etil alkol eklenerek çalkalanmış ve 1 saat boyunca oda sıcaklığında bekletilmiştir. Sonra balon çizgisine kadar %40 etil alkol ile tamamlanmış ve süzölmüştür. Süzöntü kısmından 50 mL alınarak içerisine 2,1 mL HCl eklenmiştir. Geri soğutucu, balona takılarak balon kaynayan su banyosuna daldırılmıştır. Su banyosundan alındıktan sonra 20 °C'ye soğutulmuştur. Üzerine 10 mL Carez I ve Carez II çözeltisi konularak azotlu maddelerin çöktürülmesi sağlanmıştır. Balon damıtık su ile hacmine tamamlanmış ve balonun içeriği süzgeç kâğıdından süzöldükten sonra süzöntü polarimetre tüpüne alınarak çevirme derecesi ölçölmüştür. Aşağıda verilen formül (3.5)'e göre hesaplanmıştır (TS EN ISO 10520, 2000).

$$W = 2000/\alpha D20 * (2,5 \alpha 1/m1 - 5 \alpha 2/m2)x100/W1 \quad (3.5)$$

W=Numunenin kuru maddesinde nişasta içeriği (%)

$\alpha$ 1: Numunenin tamamına ait optik çevirmenin tayini (1. aşama polarimetrede okunan değer)

$\alpha_2$ : Etanol çözeltisinde (% 40'lık) çözünen maddelerin optik çevirmesinin tayini (2. aşama polarimetrede okunan değer)

m1: Örneğin tamamına ait optik çevirmenin tayini aşamasındaki deney numunesinden alınan kısmın kütlesi, g.

m2: Etanol çözeltisinde (% 40'lık) çözünen maddelerin optik çevirmesinin tayini aşamasındaki örnekten alınan kısmın kütlesi, g.

w1: Deney numunesinin kuru madde içeriği, kütlece yüzde olarak

$\alpha_{D20}$ : Saf nişastanın 589,3 nm'de ölçülen spesifik optik çevirme değeri

### 3.2.7 Ham Lif (Selüloz) Analizi

Ham selüloz tayininde TS 4966 Gıda Maddelerinde Ham Selüloz Miktarının Tayini - Değiştirilmiş Scharrer Metodu uygulanmıştır. Analiz için öncelikle gerekli öğütme ve yağın uzaklaştırılması işlemleri yapılmıştır. Daha sonra 1 gr örnek tartılarak üzerine 100 ml %1,25'lik sülfürik asit çözeltisi eklenmiş ve 30 dakika süre ile kaynatılmıştır. Daha sonra 10 ml %28'lik potasyum hidroksit çözeltisi ilave edilerek tekrar 30 dakika süre ile kaynatılmıştır. Gooch krozeye 8-10 mm kalınlığında kuvars kumu konularak nüçe erleninin üzerine yerleştirilmiştir. Kumun üzerine bir miktar sıcak saf su dökülmüştür. Kuvars kumunun üzerine sıcak numune dökülerek vakum yapılmış ve tıkanmaları önlemek için ara sıra vakum kesilmiştir. Kuvars kumun üst kısmı baget yardımı ile yavaşça karıştırılmıştır. Süzülme işleminden sonra kuvars kumu sırasıyla; 2 kez sıcak su, 10 ml %1'lik sülfürik asit çözeltisi, tekrar sıcak saf su, 10 ml %1'lik sodyum hidroksit çözeltisi, tekrar sıcak su, 10 ml %1'lik sülfürik asit çözeltisi, 2 kez sıcak saf su ve son olarak da aseton ile yıkanmıştır. Gooch kroze, içerisindeki kuvars kumu ve kalıntıları, etüve alınarak 130 °C'de 1 saat kurutulmuştur. Daha sonra desikatöre alınarak soğutulmuş ve tartılmıştır (M1). Ardından kül fırınında 550 °C'de 30 dakika süre ile yakılmış ve desikatöre alınıp soğutulmuş, tartılmıştır (M2). Ham selüloz miktarı (%), formül yardımıyla hesaplanmıştır (Türk Standartları Enstitüsü [TSE], 2019).

$$\% \text{ Ham Selüloz} = \frac{M1-M2}{m} * 100 \quad (3.6)$$

M1 = 1. tartım (g)

M2 = 2. tartım (g)

m = Numune miktarı (g)

### 3.2.8 Antioksidan Aktivite Tayini

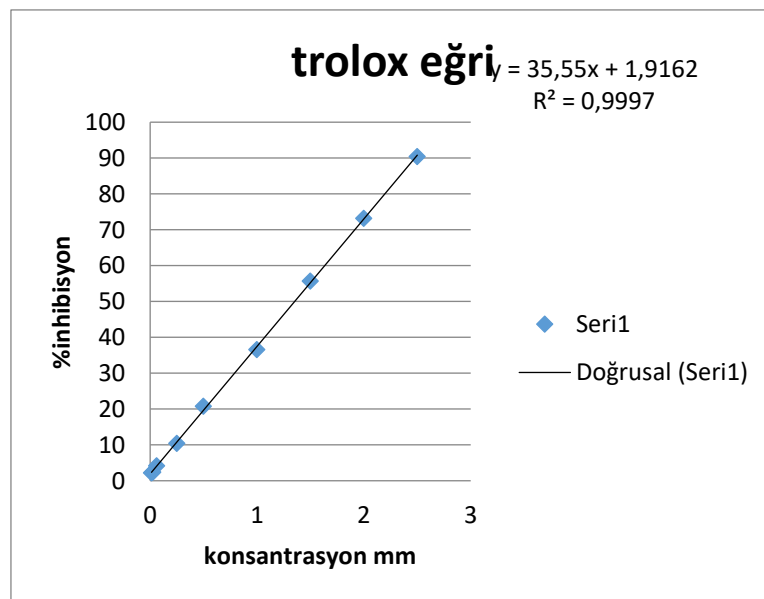
Örnek Ekstraksiyonu: Örnekler hassas terazide 1/10000 hassasiyette  $2 \pm 0,0010$  g olacak şekilde tartılıp 50 mL'lik kapaklı polipropilen tüplere alınıp üzerlerine 12 mL %80'lik metanol ilave edilerek çalkalamalı inkübatörde 70 devir/dk hızda 4 saat boyunca çalkalanmış, çalkalamanın ardından, 20°C'de 4500 devir/dk hızda 10 dk boyunca santrifüjlenen tüplerden santrifüj sonrası üstte kalan berrak kısım amber kaplara doldurularak +4°C'de analiz yapılana kadar (24 s) bekletilmiştir (Wrolstad vd., 2005).

Toplam Antioksidan Değeri Tayini, DPPH serbest radikal yakalama kapasitesi analizi (DPPH) (Garzón ve Wrolstad, 2009) 'ın bildirdiği yöntemle yapılmıştır. Farklı hacimlere karşılık, aşağıda verilen denklem kullanılarak, elde edilen yüzde inhibisyon değerlerine linear regresyon analizi uygulanmak suretiyle, örneğe ilişkin eğriye ve bu eğriyi tanımlayan eşitliğe ulaşılmış ve örneklerin EC50 değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca örneğe ilişkin eğrinin eğimi, daha önce standart Troloks solüsyonları (50–1000 µM) ile hazırlanan eğrinin eğimine oranlanarak, örneğin TEACDPPH (Trolox equivalent antioksidan capacity) değeri de hesaplanmıştır. Standartlar ile elde edilen kurve Şekil 3.1'de verilmiştir.

$$\% \text{İnhibisyon oranı} = [(A_0 - A_1)/A_0] \times 100 \quad (3.7)$$

A<sub>0</sub>: Kontrolün (ekstrakt yerine metanol) absorbanası

A<sub>1</sub>: Analizi yapılan ekstraktın absorbanası



Şekil 3.1. DPPH aktivitesi için Trolox ile hazırlanan standart grafiği



### 3.2.9 Toplam Fenolik Madde Miktarı Analizi

Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesinde Yu, Haley, Perret ve Harris, (2002) tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır. Bu yönteme göre 100 µL ekstrakt, 500 µL Folin-Ciocalteu ve 1,5 mL sodyum karbonat (%20'lik) ile karıştırılmıştır. Son hacim saf su ile 10 mL'ye tamamlanmıştır. Reaksiyonun gerçekleşebilmesi için oda sıcaklığında 2 saat süre ile karanlıkta bekletilmiştir. Bulanıklığı gidermek için 4000 g'de 5 dakika süre ile santrifüj edilmiştir. Örneklerin 765 nm'de spektrofotometrede verdiği absorbanlar incelenmiştir (Yılmaz, 2012).

### 3.2.10 Sterol Kompozisyonu Analizi

Buğday örneklerinin sterol analizi, ISO 12228-1 (2014) sterol kompozisyonu metodu kullanılarak yapılmıştır. 1,5±0,001 g örnek tartılarak, 2 ml kloroformda çözülmüş kolesterol standardı (%0,1) ilave edilmiştir. Daha sonra kloroform döner buharlaştırıcıda uçurulmuştur. 6 M KOH'tan 6 mL ve 10 ml etanol ilave edilip 1,5 saat 90 °C'daki yağ banyosunda sabunlaşma için bekletilmiştir. Sabunlaşmayan madde, bir alüminyum oksit kolonunda katı-faz ekstraksiyonu ile izole edilmiştir. Alüminyum oksit kolonu, yağ asidi anyonlarını korumak için kullanılır ve steroller kolondan geçer. Sabunlaşmayan maddeden, sterol fraksiyonu ince tabaka kromatografisi ile ayrılır. Sterol fraksiyonunun kalitatif ve kantitatif kompozisyonları, iç standart olarak betulin ya da kolestrol kullanılarak gaz kromatografisi ile belirlenmiştir. Kullanılan bütün solventler GC saflıkta, diğer bütün reaktifler ise analitik saflıktadır.

### 3.2.11 Diyet Lifi Analizi (Toplam, Çözünür ve Çözünmeyen)

Buğday örneklerine ait toplam, çözünür ve çözünmeyen diyet lif miktarı tayini AOAC Metot No: 991.43 (AOAC 1995)'e göre yapılmıştır.

Toplam diyet lifi analizi için diyet lifi kiti kullanılmıştır. Diyet lifi tayini için öncelikle örnek sabit sıcaklıkta sırasıyla α-amilaz, proteaz ve amiloglukosidaz enzimleri ile enzimatik doyurulmuştur. Yaklaşık 1 g (M) yağsız örnek üzerine 40 mL MES/TRIS (19,52 g 2(N-morfolin) etansülfonik asit (MES) ve 14,2 g tris (hidroksimetil) aminometan (TRIS) 1,7 L deiyonize suda çözüldükten sonra çözeltinin pH'sı 6 N NaOH ile 8,2'ye ayarlanmıştır) tamponu eklenmiştir. Sıcaklığa dayanıklı α-amilazdan 200 mL eklenerek 100 °C'de 35 dakika bekletilmiştir. Ardından 100 mL proteaz enzimi ilave edilerek 60 °C'lik su banyosunda yarım saat bekletilmiştir. Çözeltinin pH'sını 4,1-4,8 aralığına getirmek için 0,561 N HCl çözeltisinden

5 mL eklenmiştir. 300 mL amiloglukosidaz ilave edilerek tekrar 60°C 'lik su banyosunda yarım saat bekletilmiştir. Çözelti, vakum altında sabit tartıma (mL) getirilmiş gooch krozesinden (cam kroze) süzölmüştür. Çökelek 70°C sıcaklıkta 10 mL su ile iki kez yıkanmış ve kalıntıda çözünmeyen, süzöntüde çözöünen diyet lif analizi yapılmıştır.

Çözünmeyen Diyet Lif tayini için kalıntı, iki kez 10 mL %95'lik etanolle ve son olarak iki kez 10 mL asetonla yıkanmıştır. Sabit tartıma getirilmiş cam krozedeki kalan kalıntı 105 °C'de sabit ağırlığa gelene kadar etüvde bekletilmiştir. Daha sonra desikatöre alınmış, soğutulup tartılmıştır (m2). Deney sonucunda tartımları alınmış numunelerden birinde kül (k) analizi, diğeri protein (p) analizi yapılmıştır. Deney paralel olarak yürütölmüştür.

Çözöünen Diyet Lif tayini için süzöntünün ağırlığı 80 g oluncaya kadar üzerine saf su eklenmiştir. Ardından önceden 60°C'ye ısıtılmış % 95'lik 320 mL etanol eklenmiştir. Çökme işlemini tamamlamak için 1 saat bekletilmiştir. Daha sonra çözelti, sabit tartıma getirilmiş gooch krozesinden (cam kroze) süzölmüştür. Kalıntı, üç kez 20 mL %78'lik etanolle, iki kez 10 mL %95'lik etanolle ve son olarak iki kez 10 mL asetonla yıkanmıştır. Sabit tartıma getirilmiş cam krozedeki kalan kalıntı 105 °C'de sabit ağırlığa gelene kadar etüvde bekletilmiştir. Desikatörde soğutulduktan sonra tartılmıştır (m3). Deney paralel olarak yürütölmüştür. Sonuçta tartımları alınmış örneklerden birinde kül (k), diğeri protein (p) analizi yapılmıştır.

Toplam diyet lif analizi için, ilk olarak 300 mL amiloglukosidaz eklenerek 60°C'lik su banyosunda yarım saat bekletilmiştir. Daha sonra %95'lik etil alkolden 225 mL eklenerek 60°C'lik su banyosunda bir saat bekletilmiştir. Çözelti süzöldükten sonra kalıntı, üç kez 20 mL %78'lik etanolle, iki kez 10 mL %95'lik etanolle ve son olarak iki kez 10 mL asetonla yıkanmıştır. Sabit tartıma getirilmiş cam krozedeki kalan kalıntı 105 °C'de sabit ağırlığa gelene kadar etüvde bekletilmiştir. Daha sonra desikatöre alınıp soğutulmuş ve tartımı yapılmıştır (m4). Deney paralel olarak yürütölmüştür. Deney sonucunda tartımları alınmış numunelerden birinde kül (k), diğeri protein (p) analizi yapılmıştır.

### **3.2.12 Kalori Analizi**

Buğdayların kalori değeri Leco AC 500 bomba kalorimetre cihazı kullanılarak belirlenmiştir.

### **3.2.13 Taramalı Elektron Mikroskobu veya SEM (Scanning Electron Microscope)**

Buğday örneklerinin taramalı elektron mikroskobu altındaki görüntülenmeleri Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı'nda (NABİLTEM) hizmet alımı olarak yapılmıştır. Buğday örneklerinin mikroyapısal özellikleri FEİ (QUANTA FEG 250) taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelenmiş ve gerekli görüntüler fotoğraflanmıştır.

### **3.2.14 Mineral Madde Analizi**

Buğday örneklerinin mineral madde analiz Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı'nda (NABİLTEM) hizmet alımı olarak yapılmıştır. Mineral madde analizi ICP-OES Cihazı (SpectroBlue, Spectro) ile yapılmıştır. Öncelikle kurutulmuş örnekler, mikrodalga yakma ünitesinde (CEM MARS 6) nitrik asit ile teflon mikrodalga tüpleri kullanılarak parçalanmış, sonra numuneler soğutulmuş ve distile su ile seyreltilip filtre edilerek ICP-OES cihazına enjekte edilmiştir. Mineraller (Na, Ca, Mg, K, Zn, Cu vb.) ICP-OES ile ölçülerek standartlar eğrilerine göre konsantrasyonları hesaplanmıştır. Argon gazının plazmaya, yardımcıya ve nebülizöre akış hızları sırasıyla 12, 1 ve 1 L/dakikadır (EPA Method 3052 1996).

### **3.2.15 Deney Modeli ve Test Diyetlerinin Oluşturulması**

Çalışma, Trakya Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'na sunulmuş ve 29.01.2016 tarih ve 2016.02.11 nolu karar ile onay alınmıştır (EK-1).

Ratlar 12 saat aydınlık-12 saat karanlık siklusunda,  $21\pm 1$  °C'de, ortam neminin %45-55 (ort. 50) olduğu ortamda standart kafeslerde ad libitum olarak beslenmiştir. Biyolojik ve fizyolojik olarak aynı özelliklere sahip olan deneklerden, vücut ağırlıkları birbirine yakın olanlar aynı grupta olacak şekilde 4 ayrı gruba ayrılmıştır.

Grup 1 (Kontrol, n=8): Ratlar 3 hafta boyunca 10-11 g yem/100 g canlı ağırlığı olacak şekilde normal pellet rat yemi ile beslenmiştir. 2. hafta sonunda intraperitoneal olarak pH 4,5 sitrat tamponu uygulanmıştır. Enjeksiyondan bir hafta sonra (çalışmanın 3. haftasının sonu) kan şekeri ölçümü yapılmıştır. Diğer gruplarla fark oluşturmaması için deneyin ikinci bölümü aynı tarihlerde başlatılarak bu grup 30 gün boyunca normal pellet yem ile beslenmeye devam edilmiştir. Dört hafta sonunda deney sonlandırılmıştır.

Grup 2 (Siyez buğdayı, n=8): Ratlar 3 hafta boyunca siyezli pellet rat yemi ile beslenmiştir. 2. hafta sonunda intraperitoneal olarak pH 4,5 sitrat tamponu uygulanmıştır. Enjeksiyondan bir hafta sonra (çalışmanın 3. haftasının sonu) kan şekeri ölçümü yapılmıştır. Diğer gruplarla fark oluşturmaması için deneyin ikinci bölümü aynı tarihlerde başlatılarak bu grup sonraki 30 gün boyunca siyez buğdaylı yem ile beslenmiştir. Dört hafta sonunda deney sonlandırılmıştır.

Grup 3 (Diyabet, n=10+2): Ratlar 3 hafta boyunca yüksek yağlı yem ile beslenmiştir. 2. hafta sonunda intraperitoneal olarak 35 mg/kg streptozotosin (STZ, Santa Cruz Biotechnology, Amerika Birleşik Devletleri-ABD) uygulanmıştır. Enjeksiyondan bir hafta sonra (çalışmanın 3. haftasının sonu) kan şekeri ölçümü yapılarak, Diabetes Mellitus (DM) olma durumları değerlendirilmiştir. Ratların tamamı DM olmadığından gruptaki ratların tümüne bir doz daha 30 mg/kg streptozotosin uygulanarak (çalışmanın 25. günü) yüksek yağlı yemle beslenemeye devam edilmiştir. Çalışmanın 28. gününde kan şekeri ölçümü yapılarak, DM olma durumları değerlendirilmiştir. Ratların tamamı DM olmuş ve deney başlatılmıştır. Deneyin başlatıldığı ikinci bölümde 30 gün boyunca normal pellet yem ile beslenmeye devam edilmiştir. Dört hafta sonunda deney sonlandırılmıştır.

Grup 4 (Diyabet+Siyez buğdayı, n=10+2): Ratlar 3 hafta boyunca yüksek yağlı yem ile beslenmiştir. 2. hafta sonunda intraperitoneal olarak 35 mg/kg streptozotosin uygulanmıştır. Enjeksiyondan bir hafta sonra (çalışmanın 3. haftasının sonu) kan şekeri ölçümü yapılarak, DM olma durumları değerlendirilmiştir. Ratların tamamı DM olmadığından gruptaki ratların tümüne bir doz daha 30 mg/kg streptozotosin uygulanarak (çalışmanın 25. günü) yüksek yağlı yemle beslenemeye devam edilmiştir. Çalışmanın 28. gününde kan şekeri ölçümü yapılarak tekrar DM olma durumları değerlendirilmiştir. Ratların tamamı DM olmuş ve deney başlatılmıştır. Deneyin başlatıldığı ikinci bölümde 30 gün boyunca siyez buğdaylı yem ile beslenmiştir. Dört hafta sonunda deney sonlandırılmıştır.

Deney başlangıcından itibaren her hafta ratların vücut ağırlıkları, hassas terazi, yardımı ile ölçülmüştür. Hayvanların serum örneklerinden ELISA kitleri kullanılarak total oksidan seviye (TOS), total antioksidan seviye (TAS) ve insülin ölçümleri yapılmıştır. Erel, (2005) tarafından geliştirilen kitler kullanılarak serumdaki total oksidan seviye (TOS), 530 nm'de spektrofotometrik olarak okunmuştur. Total antioksidan seviye (TAS) de Erel, (2004) tarafından geliştirilen kitler kullanılarak 660 nm'de spektrofotometrik (AES90-MD UV/VIS) olarak okunmuştur.

### 3.2.16 İstatistiksel Değerlendirme

Kimyasal Analizler 3 paralelli olarak yapılmıştır. Veriler tek yönlü varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur. Farklı örnek ortalamalarının karşılaştırılması Duncan çoklu aralık testi ile değerlendirilmiştir. Analizler sonucunda elde edilen veriler, Windows tabanlı SPSS 17.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, US) istatistik paketi kullanılarak istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Farklılıklar arasında  $p<0,05$  anlamlı olarak kabul edilmiştir.

Kan şekeri değerlendirmesinde iki yönlü varyans analizi ve takiben Bonferroni t testi, insülin, total oksidan seviye (TOS), total antioksidan seviye (TAS), düzeylerinin karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi ve takiben Bonferroni t testi kullanılmıştır.  $p<0,05$  değerler istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### 4.1 Buğdayların (%) Nem Analiz Sonuçları

Buğdayların nem, kül, yağ, nişasta, ham selüloz ve ham protein oranları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Siyez buğdaylarının nem oranı %9,62-%9,71 arasında bulunurken, ekmeklik buğdayın % nem oranı %10,53 olarak belirlenmiştir. Siyez buğdayları nem oranı bakımından kendi aralarında karşılaştırıldıklarında aralarındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Ekmeklik buğday ile siyez buğdaylarının nem oranı arasındaki fark ise istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Kefi vd. (2021) siyez buğdayındaki nem oranını %10,13-%11,43 arasında tespit ettikleri görülmektedir. Geleneksel olmayan siyez buğday makarnasının besleyici ve teknolojik özelliklerinin incelendiği başka bir çalışmada kabuğu ayrılmış siyez buğday tanelerinin nem oranı %13,2 olarak bulunmuştur (Hidalgo vd. 2020). Kastamonu’da yapılan bir çalışmada siyez buğdaylarının nem miktarının %9,15-%14,10 arasında değiştiği bulunmuştur (Han, 2020). Başka bir çalışmada ise siyez buğdaylarının nem oranı %10,3 olarak belirlenmiştir (Ertop ve Atasoy, 2019).

Ekmeklik buğday çeşitlerinde kalite özelliklerini inceleyen Olgun, Başçiftçi, Arpacıoğlu, Katar ve Aydın (2019), 30 farklı buğday çeşidinin sonuçlarını değerlendirmiştir. Yapılan çalışmaya göre tanelerdeki nem oranı %9,32-%12,85 arasında değişmektedir.

Çalışmadan elde edilen veriler literatür ile karşılaştırıldığında, hem ekmeklik hem de siyez buğdaylarının nem miktarlarının bazı çalışmalarla benzer olduğu, bazılarında ise daha düşük oranda tespit edildiği görülmektedir. Buğday tanelerinin nem içeriğindeki bu farklılığın yetiştirildiği bölgenin çevre koşullarından, özellikle iklim ve toprak yapısından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

### 4.2 Buğdayların (%) Kül Analiz Sonuçları

Siyez buğdaylarının kül oranları %2-%2,33 arasında değişiklik gösterirken ekmeklik buğdayın kül oranı %1,33 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Siyez buğdayları ile ekmeklik buğdayın % kül oranları arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Seydiler siyez buğdayının kül içeriği en fazla (%2,33) olup, en düşük kül içeriği İhsangazi siyez buğdayında (%2,0) tespit edilmiştir.

Biel, Jaroszevska, Stankowski, Sobolevska ve Keçińska-Pacelik (2021) tarafından yapılan bir çalışmada modern ve antik buğday tanelerinin verimi, kimyasal bileşim ve farinograf özellikleri karşılaştırılmıştır. Çalışmadan elde edilen verilere göre siyez ve ekmeklik buğdaylarının kül oranı sırasıyla %2,43 ve %1,72 olarak belirlenmiştir.

Kastamonu bölgesinde siyez buğdayı ile yapılan bir çalışmada kül oranının %1,78- %2,77 arasında değiştiği belirlenmiştir (Han, 2020). Emeksizozlu (2016) tarafından yine Kastamonu bölgesinde yapılan başka bir çalışmada siyez buğdaylarının kül değerleri %1,53 ile %3,59 arasında bulunmuştur.

Başka bir çalışmada siyez buğdayının (*Triticum monococcum*) ve durum buğdayının (*Triticum durum*) fizikokimyasal özellikleri karşılaştırılmış ve morfolojik özellikleri taramalı elektron mikroskopu ve görüntü analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu çalışma sonucunda siyez buğdayının kül oranı %2,34 olarak saptanmıştır (Ertop ve Atasoy, 2019).

Diğer bir çalışmada Rachoń, Szumiło, Brodowska ve Woźniak, (2015) bir üretim teknolojisinin yoğunluğuna bağlı olarak seçilen buğday türlerinin tanelerinin besin değeri ve mineral bileşimini incelemişlerdir. Yapılan analiz sonucunda siyez buğdaylarının kül oranları ortalama %2,2 olarak bulunmuşken ekmeklik buğdayların kül oranı %1,82 olarak tespit edilmiştir.

Brandolini vd. (2008), farklı ülkelerden toplanan siyez buğdayları ile yaptıkları çalışmada, kül miktarının %2,06-%2,8 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada Türkiye’den seçilen 8 adet siyez buğday örneğinin kül miktarı ortalama %2,34 olarak tespit edilmiştir.

Abdel-Aal vd. yaptıkları çalışmada (aktaran Kızılaslan, 2020) siyez buğdayında kül miktarını % 2,5-%2,8, ekmeklik buğdayın kül miktarını ise %1,1-%1,5 olarak tespit etmişlerdir.

Løje, Møller, Laustsen ve Hansen (2003) yaptıkları çalışmada siyez buğdaylarının kül oranını %2,1-%2,8 olarak tespit etmişlerdir.

Çalışmada, ekmeklik buğdayın kül içeriği ile siyez buğdaylarının kül içerikleri literatürle benzer bulunmuştur. Buğdaydaki kül miktarı, buğdayın çeşidi, yetiştiği atmosferik koşullar (Buriro, Oad, Keerio, Gandahi ve Laghari, 2012), yetiştiği toprağın mineral madde içeriği, kullanılan gübrenin durumu ve buğday tarafından alınabilme miktarına göre değişmektedir (Mızrak, 2021).

Çizelge 4.1. Buğdayların nem, kül, yağ, nişasta, ham selüloz ve ham protein bulguları (%)

<b>ÖRNEK</b>	<b>NEM (%)</b>	<b>KÜL (%)</b>	<b>HAM PROTEİN (%)</b>	<b>NİŞASTA (%)</b>	<b>HAM SELÜLOZ (%)</b>	<b>YAĞ (%)</b>
Ekmeklik Buğday	10,53±0,030a	1,33±0,030c	12,73±0,36a	61,69±0,690c	2,19±0,11a	1,72±0,10a
İhsangazi Siyez Buğdayı	9,66±0,430b	2,0±0,030b	10,89±0,09b	68,9±0,60a	1,58±0,16b	1,23±0,13b
Seydiler Siyez Buğdayı	9,71±0,710b	2,33±0,170a	9,64±0,18c	69,36±0,27a	1,73±0,08b	1,21±0,12b
Taşköprü Siyez Buğdayı	9,62±0,240b	2,15±0,050b	10,53±0,18b	67,36±0,380b	1,8±0,09b	1,10±0,10b

*Aynı sütundaki farklı harfler gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir (p<0,05)*



### 4.3 Buğdayların (%) Ham Protein Analiz Sonuçları

Siyez buğdaylarının ham protein oranları %9,64-%10,89 arasında değişmektedir (Çizelge 4.1). Ekmeklik buğdayın ham protein oranı ise %12,73 olarak saptanmıştır. Buğdaylar ham protein içeriği bakımından karşılaştırıldığında farkın istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).

Antik (siyez, emmer ve kaplıca) ile modern buğday türlerinin (durum ve ekmeklik buğday) gluten protein bileşimlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada protein oranı; siyez buğdayında %11,6, emmer buğdayında %11,1, kaplıca buğdayında %11,3, durum buğdayında %12,5 ve ekmeklik buğdayda %9,6 olarak tespit edilmiştir (Geisslitz, Longin, Scherf, ve Koehler, 2019).

Başka bir çalışmada vizyona dayalı dijital görüntü kullanılarak buğday kalitesinin tahmini analizi yapılmıştır. Çalışmada iki kışlık buğday ile üç siyez buğdayı karşılaştırılmıştır. Kışlık buğdayların protein oranları %12,5-%13,4 olarak saptanmış olup, siyez buğdaylarının protein içeriğinin %9,3-%12,6 arasında olduğu bulunmuştur (Csákvári, Halassy, Enyedi, Gyulai ve Berke, 2021).

Løje vd. (2003) tarafından yapılan bir araştırmaya göre ise Danimarka'da yetişen siyez buğdaylarının protein içeriği %10,0-%17,4 arasında bulunmuşken, İtalya'da yetişen siyez buğdaylarda oran %19,3-%19,5 olarak oldukça yüksek değerler tespit edilmiştir.

Bazı önemli antik buğdayların protein ve serbest amino asit içeriğinin karşılaştırıldığı bir çalışmada siyez, emmer buğdayı ve makarnalık buğday çeşitlerinin protein içerikleri sırasıyla %21,29, %17,35 ve %16,93 olarak bulunmuştur (Akar, Cengiz ve Tekin, 2019).

Ekmeklik buğday, kaplıca buğdayı, makarnalık buğday, emmer ve siyez ekmeğinin hacmi için öngörücü olarak gluten protein bileşimi ve agregasyon özelliklerinin incelendiği bir araştırmada protein içeriği; ekmeklik buğdayda %9,3-%13,3, siyez buğdayında ise %11,6-%13,9 olarak bulunmuştur (Geisslitz, Wieser, Scherf ve Koehler, 2018).

Aydoğan (2016) tarafından yapılan bir çalışmada kuru ve sulu yetiştirme şartlarının ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve kalitesine etkisi belirlenmiştir. Çalışma sonucunda protein oranının kuru koşullarda %11,93-%13,44, sulu koşullarda ise %11,56-%13,10 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Olgun vd. (2015) kinoa, karabuğday, siyez ve ekmeklik buğday çeşitlerini bazı kalite özellikleri yönünden kıyaslamışlardır. Bu çalışmadan elde edilen verilere göre siyezde protein oranı %11,84, ekmeklik buğdayda ise en düşük %12,02 ve en yüksek %13,55 olarak tespit edilmiştir.

Başka bir çalışmada 5 adet yerel çeşit, 8 adet yazlık karakterli tescilli çeşit ve Meksika orijinli 17 ileri kademe ekmeklik buğday hattının bazı kalite parametreleri karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada kullanılan hat ve çeşitlerin protein oranı %9,1-%14,6 arasında bulunmuş olup, siyez protein oranı %12,4 olarak saptanmıştır (Sevim ve Ereku, 2020).

Carcea, Salvatorelli, Turfani ve Mellara, (2006) yaptıkları bir çalışmada organik ve geleneksel tarım şartlarındaki ekmeklik buğday çeşitlerinin kalite performanslarını incelemiştir. Bu çalışmaya göre tane protein oranı organik şartlarda daha düşük bulunmuştur. Buğday çeşitlerinin protein oranının geleneksel tarım koşullarında %13,90-%15,26, organik tarım koşullarında ise %11,86-%13,31 arasında değiştiği saptanmıştır.

Ekmek kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden olan tane protein miktarı ve protein fraksiyonlarının dağılımı genotipe ve çeşitli çevre dış koşulların özelliklerine göre değişim göstermektedir (Ereku, Oncan, Ereku, Engün ve Koca, 2005). Protein içeriğindeki varyasyon, güçlü bir şekilde buğday çeşidi, yetiştirme koşulları, toprağın verimliliği ve gübre, özellikle azot miktarına bağlıdır (Carson ve Edwards 2009). Taenzler vd, (2002) siyez buğdaylarındaki protein oranlarının farklı olmasında genlerin çok büyük bir öneme sahip olduğunu bildirmişlerdir. Hidalgo ve Brandolini (2017) ise genotip etkisinin, protein içeriği üzerinde en güçlü etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte, Shewry vd. (2013) azotlu gübrelemenin protein içeriği üzerinde genotipe göre daha fazla etkiye sahip olduğunu bildirmiştir. Genel bir kural olarak, artan azot gübreleme oranı ile tane protein içeriği artmaktadır. Heidari, Padash ve Dadkhodaie (2016) yaptıkları çalışmada tahılların protein içeriğini etkileyen parametrelerden kalıtımın etkisi yüksek (%82,3) hesaplanmıştır. Özkaya ve Kahveci'ye göre (aktaran Zengin, 2015) tahıldaki protein miktarına etki eden diğer faktörler iklim ve topraktaki alınabilir azot oranıdır. Topraktaki alınabilir azot oranı arttıkça tanedeki protein miktarı da artmaktadır. Hava şartlarına bağlı olarak tane olgunlaşma süresi uzadığında tanede nişasta birikimi artmakta ve protein miktarı da nispi olarak azalmaktadır. Migliorini vd. (2016), buğdayın yerel çeşitlerinin tanelerinde, çevrenin etkisiyle ikinci yılda birinci yıla göre yaklaşık %30 daha düşük protein içeriği bulmuştur. Ekim zamanı da tane protein içeriğini

etkilemekte ve gecikmiş ekim zamanından daha yüksek protein içeriği elde edilmektedir (Fois vd., 2011).

Çalışmadan elde edilen veriler literatür ile kıyaslandığında protein oranının bazı çalışmalarla benzer olduğu, bazı çalışmalara göre ise daha düşük çıktığı saptanmıştır.

#### 4.4 Buğdayların Nişasta İçeriği Sonuçları

Siyez buğdaylarının nişasta içeriği %67,36-%69,36 arasında değişmektedir (Çizelge 4.1). Seydiler ve İhsangazi siyez buğdaylarının nişasta içeriğinde birbirine yakın değerler bulunurken, Taşköprü siyez buğdayının nişasta içeriği diğerlerine göre farklı çıkmıştır. Ekmeklik buğday ile siyez buğdaylarının nişasta içeriği de istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

Yapılan çalışmalarda siyez buğdayının nişasta oranı 61,2 g/100g, ekmeklik buğdayda ise 62,4-70,0 g/100g olarak bildirilmiştir (Hidalgo ve Brandolini, 2014). Yapılan farklı çalışmalarda siyez buğdaylarının nişasta içeriği ortalama olarak %62,3, ekmeklik buğdayın nişasta içeriği ise %68,5 olarak bildirilmiştir (Arzani ve Eşref, 2017). Siyez buğdayının maltlama kalitesinin incelendiği başka bir çalışmada nişasta içeriği %62 olarak saptanmıştır (Sachambula, Hartman ve Psota, 2015).

Unlu kurabiyeler üzerine yapılan bir çalışmada ise fiziko-kimyasal ve besinsel özellikleri incelenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre ekmeklik buğdayın nişasta içeriği %86, siyez buğdaylarının nişasta içerikleri ise %75,6-%77,7 olarak tespit edilmiştir. (Hidalgo, Lucisano, Mariotti ve Brandolini, 2019).

Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin kalite potansiyelleri ve beslenme fizyolojisi açısından önemini incelendiği bir çalışmada 15 adet ekmeklik buğday çeşidi incelenmiştir. Buğdayların nişasta oranı %56,4-%65,2 olarak saptanmıştır (Ereku, Yiğit, Koca, Ellmer ve Weib, 2016). Farklı çevrelerde yetiştirilen yazlık ekmeklik buğday genotiplerinin tane verimi ve kalite özellikleri yönünden incelendiği bir çalışmada nişasta içeriği %64,90-%65,81 arasında değişim göstermiştir (Albayrak, Kızılgöçü, Yıldırım ve Akıncı, 2020).

Çalışmadan elde edilen veriler literatür ile kıyaslandığında, bazılarında göre yüksek bazılarında göre ise düşük tespit edildiği görülmektedir. Buğdaydaki nişasta oranının çeşit ve yetiştirme şartlarına bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir (Albayrak vd., 2020).

#### 4.5 Buğdayların Ham Lif (Selüloz) İçeriği Sonuçları

Siyez buğdaylarının ham selüloz içerikleri %1,58-%1,8 arasında değişmektedir (Çizelge 4.1). Ekmeklik buğdayın ham selüloz miktarı siyez buğdaylarına göre yüksek bulunmuş olup fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Bir çalışmada geleneksel olarak yetiştirilen siyez (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*) ve emmer buğdayında (*Triticum dicoccon* Schrank) makro-mikro element varyasyonu incelenmiştir. Türkiye'nin Batı Karadeniz Bölgesi'ndeki Bolu, Kastamonu, Karabük, Sinop ve Samsun illerinden temin edilen dokuz geleneksel siyez ve emmer buğday örneği, ekmeklik buğday ve durum buğdayı ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda siyez buğdaylarının ham selüloz oranı %1,28-%2,99 arasında bulunurken, ekmeklik buğdayın ham selüloz oranı ise %2,97 olarak saptanmıştır (Zencirci, Pehlivan-Karakas ve Ordu, 2021). Başka bir çalışmada siyez buğdaylarının ham selüloz içeriği en düşük %1,48, en yüksek değer ise %1,82 olarak tespit edilmiştir (Zengin, 2015). Grausgruber, Sailer, Ghambashidze, Bolyos ve Ruckenbauer, (2004) yaptıkları çalışmada siyez buğdayının ham selüloz miktarını %1,32 olarak bildirmişlerdir.

Biel vd. (2021), dört farklı *Triticum* sp. türünün temel kimyasal bileşimini incelediği çalışmada ekmeklik buğdayın ham selüloz içeriğini %1,78, siyez buğdayının ham selüloz içeriğini ise %5,19 olarak saptamıştır.

Aksu (2017), yaptığı çalışmada farklı dozdaki azot ve çiftlik gübresinin ekmeklik buğdaydaki kalite ve verime olan etkisini incelemiştir. Çalışmaya göre ekmeklik buğdaylarda ham selüloz oranı %2,41-%2,91 arasında değişmektedir.

Ham selüloz oranı ile ilgili elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum sağlamaktadır.

#### 4.6 Buğdayların (%) Yağ Analiz Sonuçları

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre ekmeklik buğdayın yağ içeriği (g/100g KM'de) %1,72 olarak saptanmıştır. Siyez buğdaylarının yağ içerikleri ise %1,10-%1,23 arasında değişmektedir. Analiz sonuçlarına göre siyez buğdaylarının yağ içerikleri arasındaki fark istatistiki açıdan önemsiz iken, ekmeklik buğday ile siyez buğdaylarının yağ içeriği arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Emeksizoglu, (2016) tarafından yapılan çalışmada siyez buğdaylarının yağ içerikleri %1,62-%2,72 olarak bulunmuştur.

Kastamonu bölgesinde yapılan başka çalışmada siyez buğdaylarının yağ oranları %2,39-%3,47 arasında tespit edilmiştir (Han, 2020).

Ertop ve Atasoy, (2019) tarafından yapılan ve siyez buğdayı ile durum buğdayının fizikokimyasal özelliklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada siyez buğdaylarının yağ oranı %2,64 olarak tespit edilmiştir.

Modern ve antik buğdayların verim, kimyasal bileşim ve farinogram özelliklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada siyez buğdayının yağ oranı %2,43, ekmeklik buğdayın yağ oranı ise %1,78 olarak tespit edilmiştir (Biel vd., 2021).

Abdel-Aal vd. yaptıkları çalışmada (aktaran Kızılaslan, 2020) siyez buğdayının yağ oranını % 2,8-%4,2, ekmeklik buğdayın yağ oranını ise %1,8-%2,1 olarak bulmuşlardır.

Farklı antik ve modern buğday türlerinin çekirdek kalitesi ve kimyasal bileşimlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada siyez buğdayının ham yağ içeriği ortalama olarak %2,3 olarak belirlenmiştir. Aynı çalışmada sert kırmızı bahar buğdayının yağ oranı ortalama %1,1 olarak saptanmıştır (Kulathunga, Reuhs, Zwinger ve Simsek, 2021).

Bir çalışmada farklı genotipli yumuşak buğday unlarının kimyasal bileşimleri incelenmiş ve yağ içeriklerinin %1,88-%1,95 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Laze vd., 2019).

Hidalgo, Brandolini ve Ratti (2009) yaptıkları bir çalışmada genetik ve çevresel faktörlerin *Triticum monococcum* seçilmiş beslenme özellikleri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Buna göre, genotip ve yıl, buğdayların protein, tokotrienol ve lutein içerikleri üzerinde önemli etkiler gösterirken, tokoferol ve lipid içerikleri sadece genotipten etkilenmiştir.

Çalışmadan elde edilen bulgulara göre siyez buğdaylarının yağ oranları literatüre göre daha düşük bulunmuşken, ekmeklik buğdayın yağ oranı bazı çalışmalar ile benzer, bazılarında ise daha yüksek bulunmuştur. Buğday çeşitleri arasındaki bu farklılığın genotip ile alakalı olabileceği düşünülmektedir.

#### 4.7 Yağ Asitleri Kompozisyonu Sonuçları

Ekmeklik ve siyez buğdaylarının yağ asitleri kompozisyonu Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelge 4.2’ye göre siyez buğdaylarının palmitik asit içeriği en düşük %14,43 en yüksek %15,36 olarak bulunurken, ekmeklik buğdayın palmitik asit içeriği ise %17,61 olarak bulunmuştur. Palmitik asit içeriği bakımından İhsangazi ve Taşköprü siyez buğdayları arasındaki fark istatistiki açıdan önemsizken, Seydiler siyez buğdayı ile olan fark önemli bulunmuştur. Ekmeklik buğday da palmitik asit içeriği açısından siyez buğdayları ile karşılaştırıldığında aradaki farkın istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmektedir ( $p<0,05$ ).

Oleik asit içeriği bakımından tüm buğdaylar arasındaki fark istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Ekmeklik buğdayın %20,43 oranında en düşük oleik asit içeriğine sahip olduğu bulunmuştur. Siyez buğdayları arasında ise en düşük oran %26,79 ile İhsangazi siyez buğdayında, en yüksek oran ise %28,01 olarak Taşköprü siyez buğdayında tespit edilmiştir.

Linoleik asit içeriği bakımından da tüm buğdaylar istatistiki olarak farklıdır ( $p<0,05$ ). Ekmeklik buğdayın %53,62 oranında en yüksek linoleik asit içeriğine sahip olduğu, siyez buğdayları arasında ise en düşük %48,51 oran ile Seydiler siyez buğdayının, en yüksek %51,5 oran ile İhsangazi siyez buğdayının olduğu tespit edilmiştir.

Seydiler siyez buğdayı, Taşköprü siyez buğdayı ve ekmeklik buğday arasında  $\gamma$ -linolenik asit içeriği bakımından aradaki fark önemsizken, İhsangazi siyez buğdayı ile istatistiki açıdan önemli bir fark bulunmaktadır ( $p<0,05$ ).

Ekmeklik buğdayda %0,67 oranında eikosatrienoik asit bulunurken siyez buğdaylarında tespit edilememiştir.

Gabrovská vd. (2002) yaptıkları çalışmada yeterince kullanılmayan tahılları ve karabuğdayı besinsel açıdan değerlendirmişleridir. Bu çalışmada siyez buğdayında %13,9 palmitik asit, %0,87 searik asit, %25,3 oleik asit, %54 linoleik asit, %3,60 linolenik asit tespit edilmiştir.

Başka bir çalışmada *Triticum monococcum*, *Triticum dicoccum* ve *Triticum spelta* katılımlarının seçilen verim bileşenlerinin ve yağ asidi kompozisyonunun diskriminant analizi yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen verilere göre siyez buğdayında ortalama %14,85 palmitik asit, %0,96 stearik asit, %26,35 oleik asit, %52,79 linoleik asit ve %3,76 linolenik asit tespit

edilmiştir. Ekmeklik buğdayda ise bu yağ asitleri sırasıyla; %17,45, %1,16, %17,22, %59,60 ve %3,30 olarak bulunmuştur (Suchowilska vd., 2009).

Hidalgo, Brandolini ve Pompei, (2009) tarafından yapılan çalışmada siyez buğdayında %24,8-%26,4 oleik asit, %50,9-%54,0 linoleik asit ve %13,9-%16,7 palmitik asit tespit edilmiştir.

Hidalgo ve Brandolini (2014), siyezin besinsel içeriğini inceledikleri çalışmada %16,65 palmitik asit, %1,18 stearik asit, %24,77 oleik asit, %50,86 linoleik asit, %1,95 linolenik asit tespit etmişlerdir.

Seçilen tahıl ve tohumlarda besin bileşimi ve ısı kaynaklı nişasta değişikliklerinin incelendiği bir çalışmada siyezde %13,15 palmitik asit, %1,77 stearik asit, %29,70 oleik asit, %49,57 linoleik asit içeriği bulunmuştur (Vrancheva, Krystev, Popova ve Mihaylova, 2019).

Demir vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada siyez (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*) buğday yağında %10,27 palmitik asit, %34,34 oleik asit, %49,43 linoleik asit ve %3,59 linolenik asit saptanmıştır.

Kulathunga vd. (2021) yaptıkları çalışmada palmitik, stearik, oleik, linoleik ve linolenik asit içeriğini siyez buğdayında ortalama olarak sırasıyla, %15,4; %1,1; %27,8; %54,2; %3,3 olarak bulmuşlardır. Sert kırmızı bahar buğdayında aynı yağ asitleri ise sırasıyla %19,4; %1,2; %15; %62,4 ve %3,8 olarak tespit edilmiştir.

Seferoğlu, Seferoğlu, Tekintas ve Balta, (2006) tohumların yağ asidi kompozisyonunun ekolojik koşullardan büyük ölçüde etkilendiğini bildirmiştir.

Yapılan çalışmada siyez buğdaylarının doymuş yağ asidi içeriğinin ekmeklik buğdaya göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Sadece Seydiler siyez buğdayının stearik asit içeriğinin ekmeklik buğdaydan daha yüksek olduğu bulunmuştur. Siyez buğdayının çoklu doymamış yağ asidi içeriği ekmeklik buğdaydan daha düşük saptanırken tekli doymamış yağ asit içeriğinin ekmeklik buğdaya göre yüksek olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.2. Buğdayların yağ asidi kompozisyonu (%)

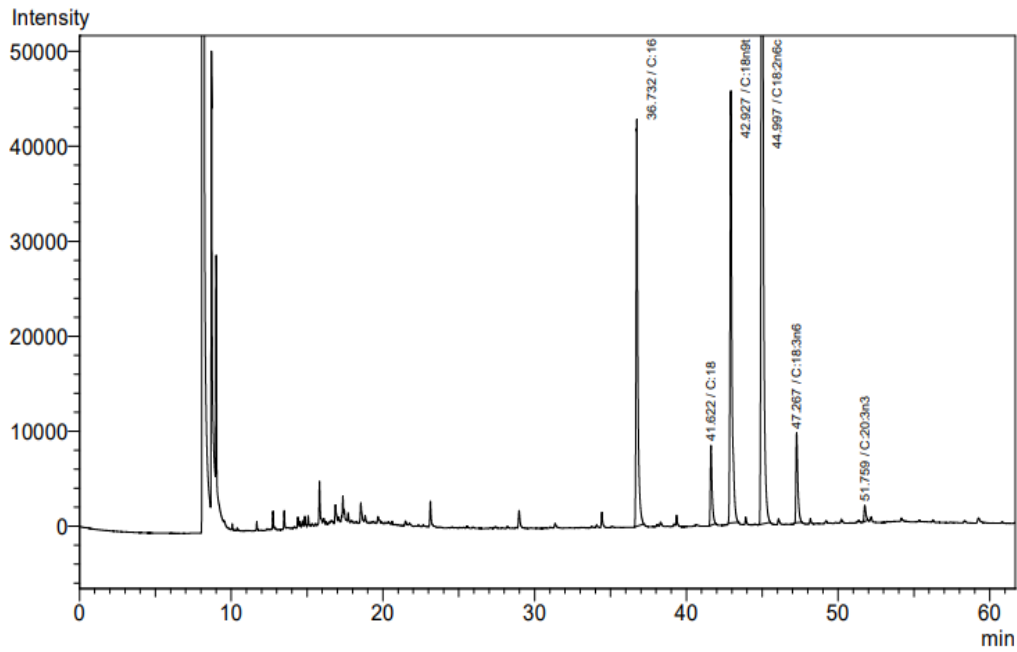
Yağ Asitleri Kompozisyonu (%)						
ÖRNEK	Palmitik asit	Stearik asit	Oleik asit	Linoleik asit	$\gamma$ -linolenikasit	Eikosatrienoik asit
Ekmeklik Buğday	17,61±0,01a	3,45±0,04 b	20,43±0,03d	53,62±0,12a	4,19±0,09b	0,67±0,01
İhsangazi Siyez buğdayı	14,43±0,03c	2,63±0,03c	26,79±0,02c	51,5±0,10b	4,61±0,09a	-
Seydiler Siyez buğdayı	15,36±0,06b	4,24±0,12 a	27,55±0,05b	48,51±0,02d	4,3±0,2b	-
Taşköprü Siyez buğdayı	14,44±0,04c	2,76±0,69 c	28,01±0,21a	50,61±0,04c	4,15±0,01b	-

*Aynı sütundaki farklı harfler gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir (p<0,05)*

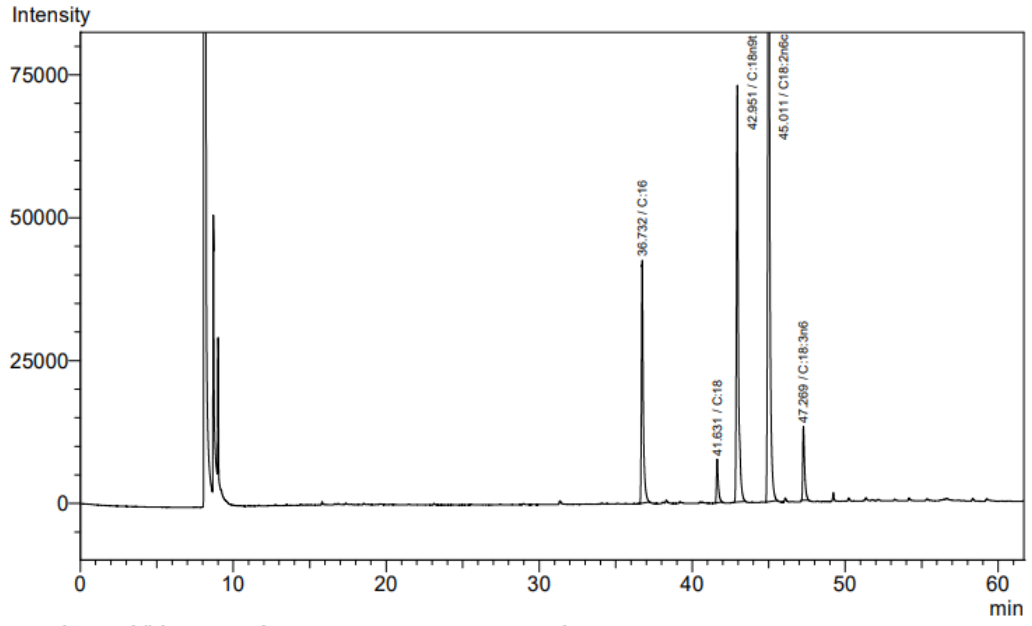


Literatürde de siyez buğdayı ekmeklik ve makarnalık buğdaya göre tekli doymamış asit bakımından zengin, çoklu doymamış ve doymuş yağ asitleri bakımından daha fakir olduğu bildirilmiştir (Hidalgo ve Brandolini, 2009). Yapılan son çalışmalarda, tekli doymamış yağ asidi miktarı yüksek olan diyetlerin, tip 2 diyabetli bireylerde plazma glukoz (kan şekeri) seviyelerini düşürdüğü gösterilmiştir. Aynı zamanda insülin ihtiyacını da azalttığı bildirilmiştir (Özer ve Güven, 2008).

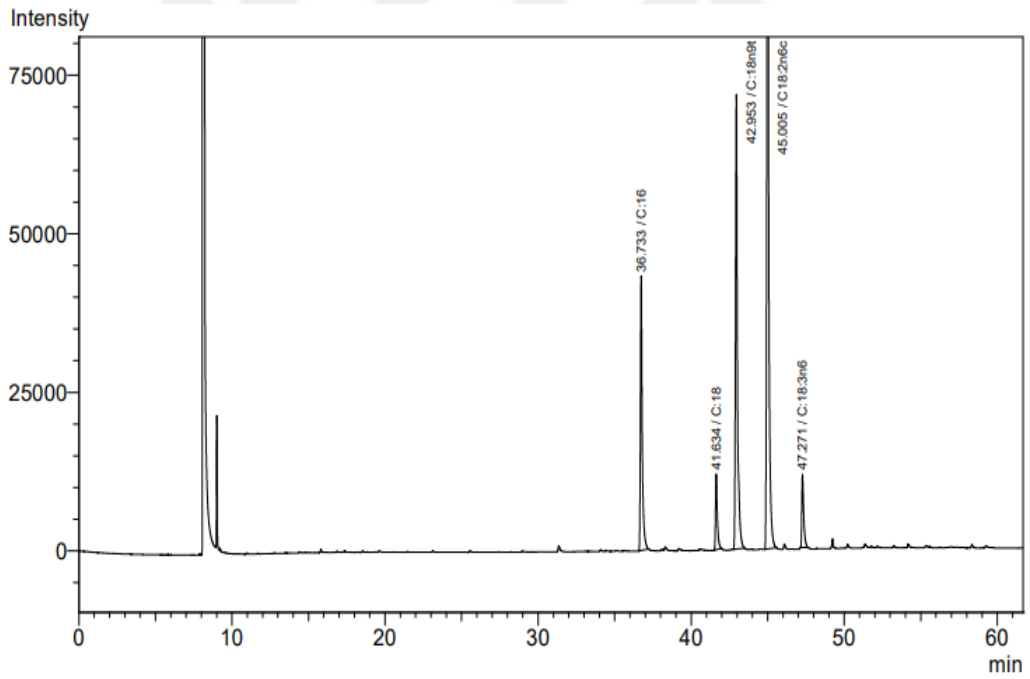
Buğdayların yağ asidi kompozisyonuna ait gaz kromatogram grafikleri Şekil 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4'de verilmiştir.



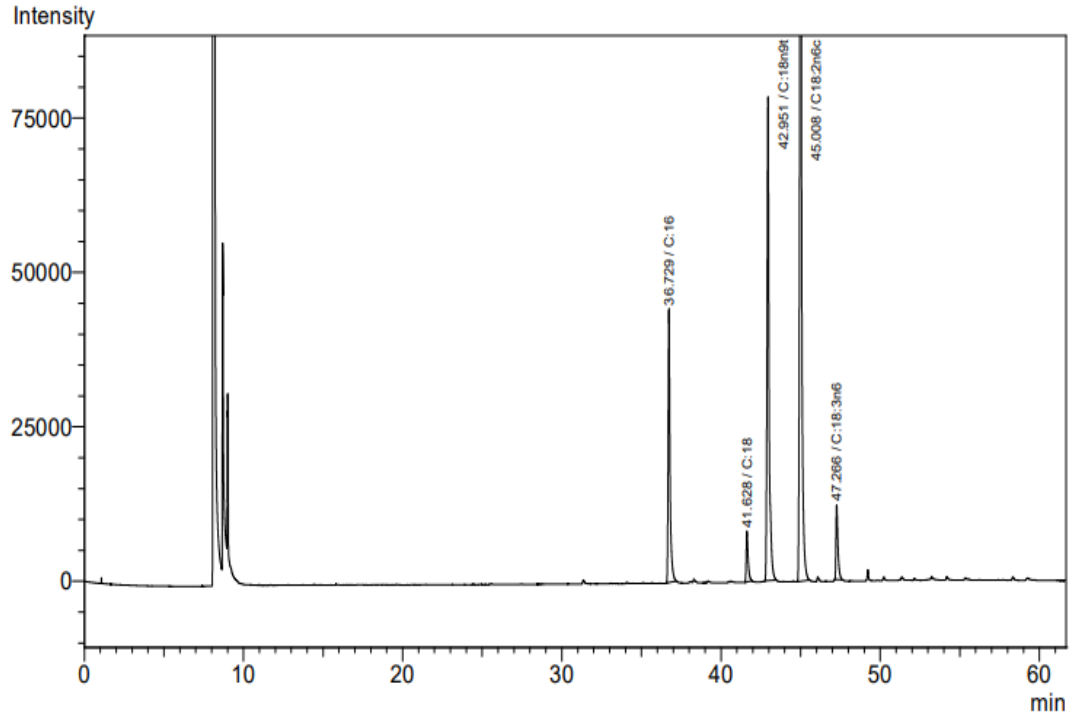
Şekil 4.1. Ekmeklik buğdayın yağ asidi kompozisyonu kromatogram grafiği



Şekil 4.2. İhsangazi siyez buğdayı yağ asidi kompozisyonu kromatogram grafiği



Şekil 4.3. Seydiler siyez buğdayı yağ asidi kompozisyonu kromatogram grafiği



Şekil 4.4. Taşköprü siyez buğdayı yağ asidi kompozisyonu kromatogram grafiği

#### 4.8 Buğdayların Antioksidan Kapasite Değerleri

Buğdayların antioksidan kapasite değerleri Çizelge 4.3' te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Buğdayların antioksidan kapasite değerleri

ÖRNEK	DPPH <sub>TEAC</sub>
	(Trolox equivalent antioksidan capacity) µg trolox eşdeğeri/mg
Ekmeklik Buğday	356,569±9,4b
İhsangazi Siyez buğdayı	474,000±27a
Seydiler Siyez buğdayı	363,868±27b
Taşköprü Siyez buğdayı	347,847±26,9b

Aynı sütündeki farklı harfler gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir ( $p < 0,05$ )

Buğdaylarının antioksidan kapasite değerleri istatistiki açıdan değerlendirilmiş olup, sadece İhsangazi siyez buğdayı diğer buğdaylara göre antioksidan kapasite açısından farklı bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Diğer örnekler arasında istatistiki olarak farklılıklar önemsiz bulunmuştur ( $p > 0,05$ ). Siyez buğdaylarının antioksidan kapasite değeri en düşük 347,847 µg trolox eşdeğeri/mg, en yüksek 474 µg trolox eşdeğeri/mg olarak saptanmıştır.

Ayas vd. (2017) yaptıkları çalışmada Türkiye'den toplanan yenilebilir yabani tür ve yerel çeşitlerin antioksidan kapasiteleri ve kişi başına tüketimlerini incelemiştir. Araştırma sonunda siyez buğdayının antioksidan kapasite değeri 9,3 µM trolox eşdeğeri/g olarak

bulunmuştur. Başka bir çalışmada siyez buğdaylarının antioksidan kapasiteleri ortalama 18,31 µmol TE/g, ekmeklik buğdayın ise 12,49 µmol TE/g olarak tespit edilmiştir (Serpen, Gökmen, Karagöz ve Köksel, 2008).

Seçilmiş ilkel ve modern buğday türlerinde biyoaktif bileşikler ve antioksidan kapasitelerinin incelendiği bir çalışmada DPPH süpürme kapasitesi değerlerine göre siyez buğdaylarında 3.06-3.18 µmol/g, sert buğdaylarda 2,40-3,13 µmol/g, yumuşak buğdaylarda ise 1,97-2,67 µmol/g değerleri saptanmıştır (Abdel-Aal ve Rabalski, 2008).

Bir çalışmada eski ve modern buğday çeşitlerinin antioksidan aktivitesi değerlendirilmiştir. Bu çalışmada 2010, 2011 ve 2012 yıllarında yapılan tarla deneylerinde dört çeşit siyez buğdayı (*T. monococcum* L.), sekiz çeşit emmer (*T. dicoccum* Schuebl [Schrank]), yedi çeşit kavuzlu buğday (*T. spelta* L.), dört çeşit ekmeklik buğday çeşidi (*T. aestivum* L) ve kontrol olarak üç çeşit bahar buğdayı kullanılmıştır. En yüksek değerler ekmeklik ve emmer buğdayında sırasıyla ortalama olarak 354,44 mg Trolox/kg ve 340,49 mg Trolox/kg, olarak belirlenmiştir. İkinci yüksek değer siyez buğdayında 293,64 mg Trolox/kg saptanırken en düşük değer 251,54 mg Trolox/kg ile kavuzlu buğdayda saptanmıştır (Tran, Konvalina, Vlasek, Sterba ve Suchy, 2016).

Seçilmiş hububat ve tohumların fitokimyasal analizleri, in vitro antioksidan aktivitesi ve çimlenme kabiliyetinin incelendiği başka bir çalışmada sekiz örnek analiz edilmiştir. Chia, yulaf, darı, amarant, kinoa, karabuğday, keten tohumu ve siyez gibi çeşitli tahıl ve tohumların antioksidan potansiyelini değerlendirmek için yapılan bu çalışmada antioksidan ve radikal süpürücü aktivite, farklı in vitro testler kullanılarak belirlenmiştir. Çalışma sonunda siyez buğdayının antioksidan kapasitesi, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) testine göre 3,64 µM TE/g; 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) süpürme etkinliği değeri 64,02 µM TE/g; Ferric-Reducing Antioxidant Power (FRAP) testine göre 2,15 µM TE/g; Cupric İron Reducing Antioxidant Capacity (CUPRAC) testine göre de 10,38 µM TE/g olarak belirlemiştir (Vrancheva, Popova, Mihayleva ve Krastanov, 2020).

Antioksidan aktivite içeriğinin vejetasyon dönemindeki hava koşullarının yarattığı stres faktörlerinden ve genotip etkilerinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Tran vd, 2016).

#### 4.9 Buğdayların Toplam Fenolik Madde İçeriği Sonuçları

Tahıllarda bulunan ve sağlık üzerine olumlu etkileri olan fitokimyasallar arasında fenolik bileşikler, güçlü antioksidan özelliklerinden dolayı birçok bilimsel araştırma alanında büyük ilgi görmüştür. Tahıllardaki konsantrasyonları, çeşitlerden ve tahılda buldukları kısmından etkilenmektedir (Žilić, Serpen, Akıllıoğlu, Janković ve Gökmen, 2012). Buğdayların toplam fenolik madde içeriği Çizelge 4.4'te verilmiştir. Çizelgeye göre buğdayların fenolik madde içeriği arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsizdir ( $p>0,05$ ).

Çizelge 4.4. Buğdayların toplam fenolik madde sonuçları

ÖRNEK	TOPLAM FENOLİK MADDE (mg GAE/kg) gallik asit eşdeğeri ( $p>0,05$ )
Ekmeklik Buğday	444,762±64,4
İhsangazi Siyez buğdayı	363,810±87,3
Seydiler Siyez buğdayı	401,905±41,2
Taşköprü Siyez buğdayı	378,095±64,4

Zengin (2015) tarafından yapılan bir çalışmada siyez buğdayının toplam fenolik madde miktarı 1,47-1,63 mg GAE/g arasında, ortalama 1,54 mg GAE/g olarak saptanmıştır.

Şahin vd. (2017), yaptıkları çalışmada ekmeklik, makarnalık ve siyez buğday çeşitlerinin fenolik içeriklerini serbest ve bağlı olarak incelemiştir. Serbest fenolik madde içeriği ortalama 0,52±0,03 µmol GAE/g olarak saptanmış ve siyez, ekmek ve makarnalık buğdaylar arasında, önemli farklılıklar saptanamamıştır. Bağlı fenolik bileşen miktarı ise ortalama 3,56±0,09 µmol GAE/g olarak tespit edilmiştir. Siyez populasyonları ekmek ve makarnalık buğday çeşitlerine göre önemli ölçüde daha yüksek iken ( $p<0,05$ ), ekmek ve makarnalık buğday çeşitleri arasında önemli bir fark bulunamamıştır.

Siyez (*Triticum monococcum* L.) ve durum (*Triticum durum*) buğdaylarının bulgura işlenmesinde bulgur kalitesinin, biyoaktif bileşen ve antioksidan aktivitedeki değişimlerin araştırıldığı başka bir çalışmada siyez buğdayının fenolik madde miktarı 1694,79 µg GAE/g olarak tespit edilmiştir (Yılmaz, 2012).

Engert ve Honermeier (2011), eski buğday türlerinde (*Triticum* sp.) tane kalitesi ve fenolik asitlerin karakterizasyonunu yaptıkları çalışmada siyez buğdayında (*T. monococcum* L. subsp. *monococcum*) 306,8 µg GAE/g ortalama değeri saptamışlardır.

Zuchowski, Jonczyk, Pecio ve Oleszek tarafından bildirildiğine göre (aktaran Leváková ve Lacko-Bartošová, 2017), organik yetiştirme sistemlerinin, ilkbahar ve kış buğdaylarındaki toplam fenolik asit, özellikle ferulik ve p-kumarik asit miktarında, geleneksel olarak yetiştirilen buğdaya kıyasla küçük bir artışa yol açmaktadır.

Bazı araştırmalar fenolik asit içeriğinin genotip ile ilgili olduğu sonucuna varmıştır. (Hernández, Afonso, Rodrigues ve Diaz, 2011; Ragaee, Guzar, Abdel-Aal ve Seetharaman, 2012). Başka çalışmalarda ise konumun (yani çevresel faktörlerin) daha önemli olduğu bildirilmiştir (Vaher, Matso, Levandi, Helmja ve Kaljurand 2010).

Pehlivan-Karakas, Bozat, Aslan ve Zencirci (2017), sekiz ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) ve sekiz kavuzlu siyez (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum*) buğdayının kuraklık stresi, tuz stresi, büyüme parametreleri, toplam fenolik içerik, toplam flavonoid içeriği ve serbest radikal temizleme aktiviteleri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Toplam fenolik madde içeriği ekmeklik buğdaylarda 13,69-53,92 mg/g GAE arasında iken, siyez buğdaylarında 9,04-41,78 mg/g GAE arasında olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre kuraklık stresi tüm siyez popülasyonlarında toplam fenolik madde değerlerini (-0,5 MPa) azaltmıştır. Aynı zamanda tuz ve kuraklığın buğdayda fenolik, flavonoid ve antioksidan enzim biyosentezini önemli ölçüde indüklediği bildirilmiştir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar literatür sonuçlarından düşük bulunmuştur. Bitkilerin fenolik ve flavonoid içeriği bileşiminin genellikle genetik yapıya, orijine ve abiyotik ve biyotik çevresel faktörlere bağlı olduğu da rapor edilmiştir (Pehlivan-Karakas ve Turker, 2013).

#### **4.10 Buğdayların Sterol Kompozisyonu Sonuçları**

Bitki sterollerini ve stanollerini kapsayan fitosteroller, bitkilerin farklı kısımlarında (kök, gövde, yaprak, çiçek, meyve ve bütün otlar dahil) yaygın olarak bulunan doğal steroidlerdir ve bitki hücre zarlarının önemli bir parçasıdır. İnsanlar, çoğunlukla bitkisel yağlar, ekmek, tahıllar, kuruyemişler ve sebzelerden 100-400 mg/gün fitosterol alırlar (Witkowska vd., 2021).

Buğday çeşitlerinin sterol içerikleri Çizelge 4,5'te kromatogramları Şekil 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8'de verilmiştir. Toplam sterol içeriği bakımından tüm buğday çeşitleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır ( $p < 0,05$ ). Ekmeklik buğday siyez buğdaylarına kıyasla daha düşük miktarda sterol içermektedir. Ekmeklik buğdayda  $9017,37 \pm 9,63$  mg/kg; siyez buğdaylarında ise en düşükten başlayarak sırasıyla Taşköprü siyez

buğdayında 13495,45±106,45 mg/kg, İhsangazi siyez buğdayında 14204,42±24,42 mg/kg ve Seydiler siyez buğdayında 15267,52±67,52 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Besinlerin bileşiminde bulunan fitosterollerin serum kolesterol ve düşük yoğunluklu kolesterolü (LDL) düşürdüğü birçok çalışma ile gösterilmiştir. Fitosterollerin bu etkisi, diyet veya safra kaynaklı kolesterolün barsaktan emilimini engellemelerinden kaynaklanmaktadır (Ateş ve Velioglu, 2005).

Tüm buğdayların  $\beta$ - sitosterol, kampesterol, kampestanol ve sitastanol içeriklerinin diğer sterol çeşitlerine göre miktar olarak daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Kampesterol oranı Taşköprü siyez buğdayında en yüksek %16,8 oranında tespit edilmiştir. Kampesterol içeriği bakımından Seydiler ve İhsangazi siyez buğdaylarında istatistiki açıdan anlamlı bir fark bulunmazken, diğer buğday çeşitleri arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ).

$\Delta 7$  kampesterol oranı İhsangazi siyez buğdayında en yüksek miktarda %2,33 olarak tespit edilmiştir. İstatistiki açıdan İhsangazi ile Taşköprü siyez buğdayı arasında fark bulunmazken, diğer buğdaylar arasında fark bulunmaktadır ( $p<0,05$ ).

$\beta$ - sitosterol oranı en yüksek ekmeklik buğdayda %51,36 oranında tespit edilmiş olup,  $\beta$ - sitosterol içeriği bakımından tüm buğdaylar arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır.

Sitostanol oranı İhsangazi siyez buğdayında en yüksek oranda %18,26 olarak saptanmıştır. Sitostanol içeriği bakımından Seydiler ve İhsangazi siyez buğdaylarında anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Ekmeklik buğday ile Taşköprü siyez buğdayı arasında da anlamlı bir fark tespit edilememiştir.

Çizelge 4.5. Buğdayların sterol kompozisyonu sonuçları

Örnek	Kampesterol %	Kampestanol %	Stigmasterol %	$\Delta 7$ kampesterol %	$\beta$ -sitosterol %	Sitostanol %	$\Delta 5$ Avenasterol %	$\Delta 7$ Avenasterol %	$\Delta 7$ Stigmastenol %	Toplam Sterol (mg/kg)
Ekme klinik	15,75±0,18b	12,51±0,36c	1,13±0,18a	0,29±0,01c	51,36±0,27a	14,89±0,09b	2,5±0,10a	0,65±0,09c	0,91±0,12d	9017,37±9,63d
İhsan gazi	13,74±0,27c	15,82±0,54a	0,61±0,08b	2,33±0,03a	43,61±0,99d	18,26±0,36a	1,86±0,18b	1,57±0,18b	2,2±0,2b	14204,42±24,42b
Seydiler Şiyez B.	13,48±0,36c	13,93±0,54b	0,71±0,09b	1,86±0,18b	44,86±0,18c	18,15±0,31a	1,68±0,04cb	2,24±0,18a	3,1±0,23a	15267,52±67,52a
Taşk öprü	16,8±0,60a	14,17±0,42b	0,63±0,03b	2,23±0,09a	46,85±0,27b	14,67±0,09b	1,5±0,08c	1,36±0,27b	1,78±0,09c	13495,45±106,45c

Aynı sütündeki farklı harfler gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir ( $p < 0,05$ )



En yüksek miktarda  $\Delta 7$ Avenasterol oranı %2,24 olarak Seydiler siyez buğdayında saptanmıştır.  $\Delta 7$  Avenasterol içeriği bakımından İhsangazi ve Taşköprü siyez buğdayları arasında fark bulunmazken, diğer buğdaylar arasında anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır.

$\Delta 7$ Stigmastenol oranı Seydiler siyez buğdayında en yüksek miktarda %3,1 olarak tespit edilmiştir.  $\Delta 7$ Stigmastenol oranı bakımından tüm buğdaylar arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır.

Bir çalışmada İtalya, Türkiye, Gürcistan, Bulgaristan ve Ermenistan orjinli ilkel buğday popülasyonlarının biyoaktif bileşiklerinin karşılaştırması yapılmıştır. Ekmeklik buğdayda toplam sterol oranı en düşük 440,8 mg/kg, en yüksek 661,8 mg/kg olarak saptanmıştır. Sonbahar ekimli siyez buğdaylarının toplam sterol içeriği en düşük 623,2 mg/kg, en yüksek 710,8 mg/kg olarak saptanırken; ilkbahar ekimli olanlarda ise en düşük 554,3 mg/kg, en yüksek 828,5 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Türkiye orjinli olan ve ilkbaharda ekimi yapılan siyez buğdayının toplam sterol oranı, diğer siyez buğday popülasyonlarına göre en yüksek miktarda bulunmuştur. Tüm örneklerde baskın bileşiğin  $\beta$ -sitosterol olduğu, ardından da kampesterolün geldiği belirlenmiştir (Giambanelli vd. 2013).

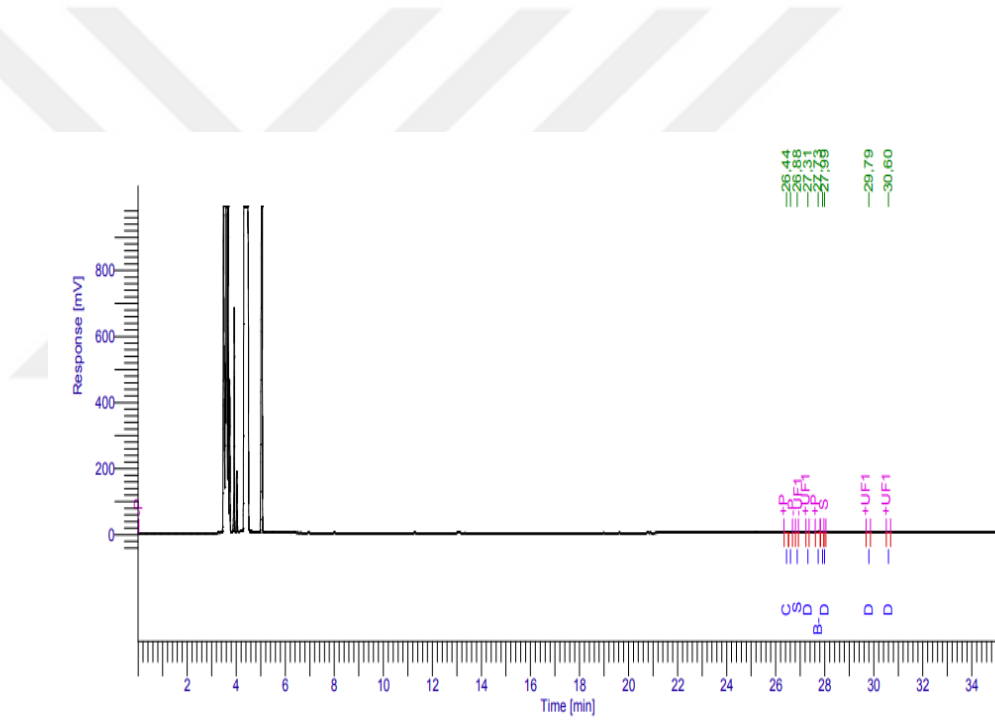
Nurmi vd. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada HEALTHGRAIN çeşitlilik ekranında buğday genotiplerindeki fitosteroller incelenmiştir. Çalışma sonucunda toplam fitosterol içeriği kışlık buğdaylarda ortalama 841  $\mu$ g/g, bahar buğdaylarında 864  $\mu$ g/g, durum buğdayında 987  $\mu$ g/g, kaplıca buğdayında 928  $\mu$ g/g, siyez buğdayında 1054  $\mu$ g/g ve emmer buğdayında 857  $\mu$ g/g olarak tespit edilmiştir. Sitosterol, incelenen tüm buğday türlerinde ana fitosterol olarak bulunmuştur. Kampesterol, kampestanol ve sitostanol tüm buğday türlerinde önemli miktarlarda bulunmuştur. En yüksek nispi sitosterol oranına sahip bazı çeşitlerin aynı zamanda en yüksek kampesterol ve en düşük stanol oranlarına sahip olduğu bulunmuştur. Öte yandan, nispi sitosterol içeriği en düşük olan çeşitlerin en yüksek stanol oranına sahip olduğu saptanmıştır. Analiz edilen diğer 4-desmetil steroller, yani stigmasterol,  $\Delta 5$ -avenasterol,  $\Delta 7$ -avenasterol ve  $\Delta 7$ -stigmastenol daha düşük miktarda saptanmıştır.

Çalışmadan elde edilen veriler Nurmi vd. (2008) verileri ile benzemektedir. Aynı şekilde çalışmada sitosterol oranı en yüksek oranda tespit edilmiş olup, sitosterol ve kampesterol oranı en yüksek buğday türlerinde en düşük oranda stanol tespit edilmiştir. Stigmasterol,  $\Delta 5$ -avenasterol,  $\Delta 7$ -avenasterol ve  $\Delta 7$ -stigmastenole, diğer fitosterol çeşitlerine

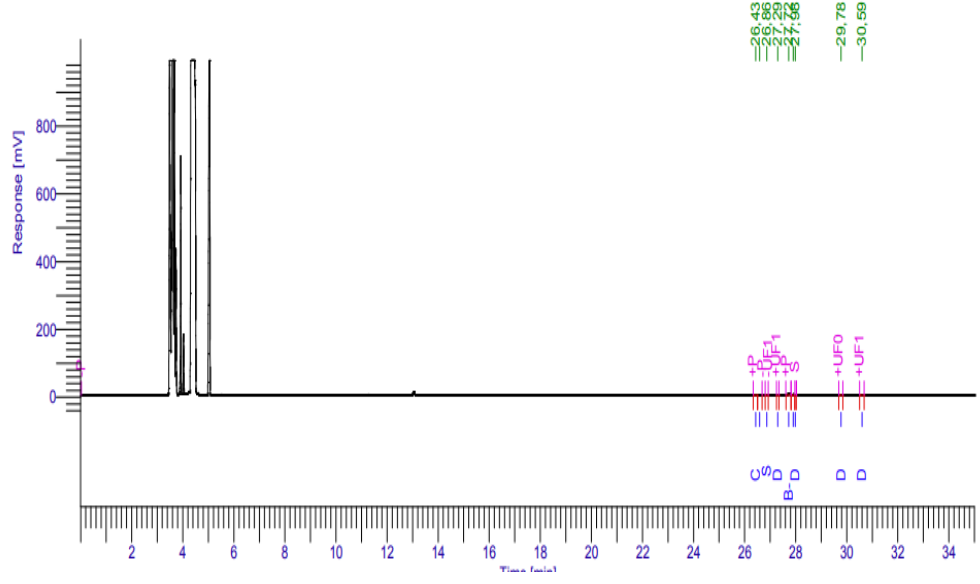
göre daha düşük oranda rastlanılmıştır. Benzer şekilde toplam sterol oranı siyez buğdaylarında ekmeklik buğdaydan daha yüksek miktarda saptanmıştır.

Başka bir çalışmada 24 kışlık ve 2 baharlık ekmeklik buğday genotipinin farklı yıl ve lokasyonlardaki fitosterol içeriği incelenmiştir. Çalışma sonunda fitosterol içeriğinin 700-928 µg/g arasında değiştiği saptanmıştır. Lokasyonun fitosterol değişiminde önemli bir etken olduğu halde, yılların ise fitosterol konsantrasyonu üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir (Nurmi, Lampi, Nyström ve Piironen, 2010).

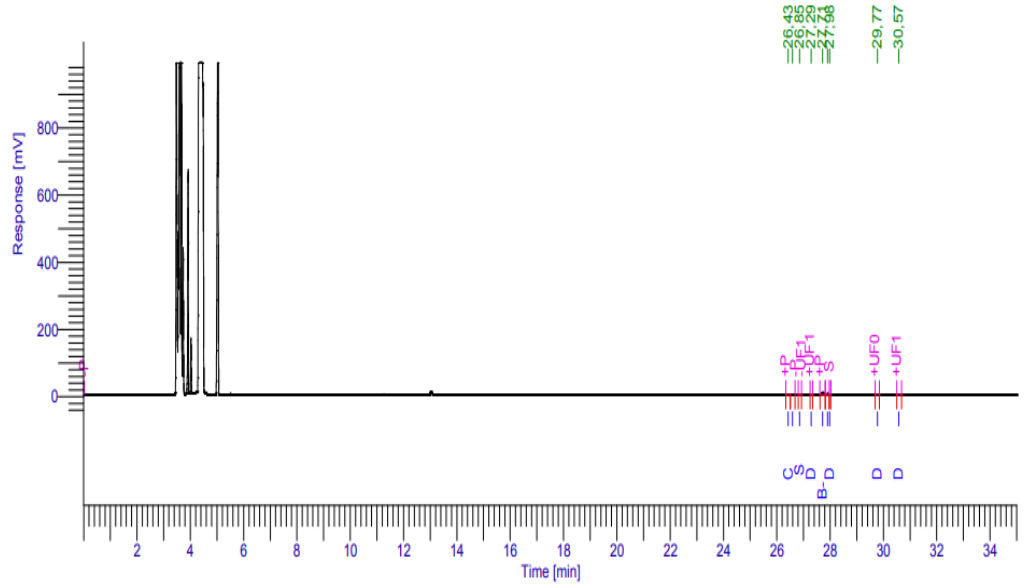
Tosun, (2017) tarafından bildirildiğine göre buğday tanesinin Fe, Zn ve N konsantrasyonunu arttıran gübre uygulaması ile sterol konsantrasyonunun da artacağı düşünülmektedir.



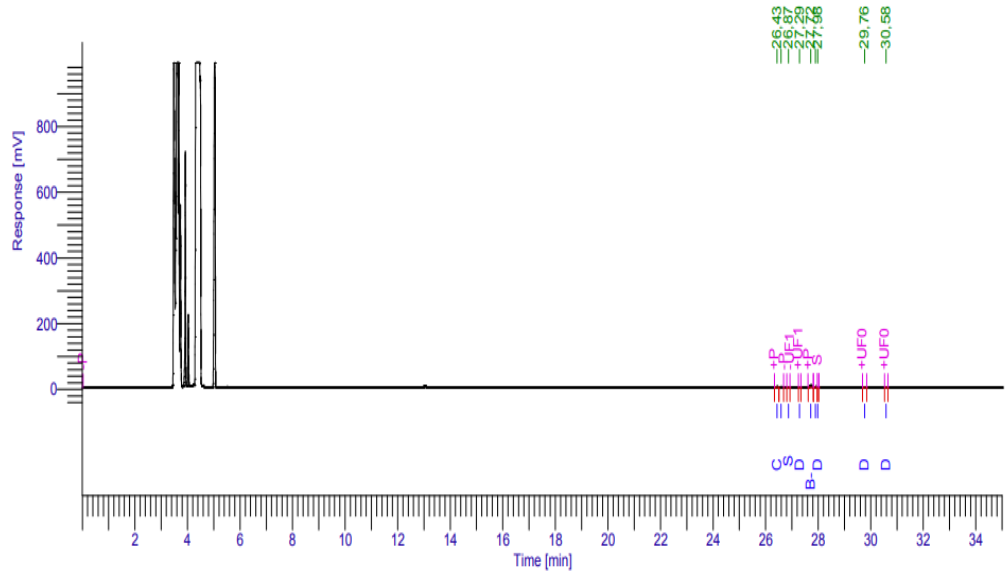
Şekil 4.5. Ekmeklik buğday sterollerinin kromatogram grafiği



Şekil 4.6. İhsangazi siyez buğdayı sterollerinin kromatogram grafiği



Şekil 4.7. Seydiler siyez buğdayı sterollerinin kromatogram grafiği



Şekil 4.8. Taşköprü siyez buğdayı sterollerinin kromatogram grafiği

#### 4.11 Buğdayların Diyet Lifi (Toplam, Çözünür ve Çözünmeyen) Sonuçları

Buğday örneklerinin diyet lifi içerikleri Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Buğdayların diyet lifi sonuçları

Örnekler	Diyet Lifi (g/100g)		
	Toplam Çözünür ve Çözünmez Diyet Lif	Çözünür Diyet Lif	Çözünmeyen Diyet Lif
Ekmeklik Buğday	10,11±0,11a	<0,65	10,11±0,11a
İhsangazi Siyez Buğdayı	5,73±0,36c	<0,65	5,73±0,36c
Seydiler Siyez Buğdayı	6,02±0,18c	<0,65	6,02±0,18c
Taşköprü Siyez Buğdayı	7,44±0,13b	<0,65	7,44±0,13b

Aynı sütundaki farklı harfler gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir ( $p < 0,05$ )

Çalışma sonunda elde edilen verilere göre diyet lifi içeriği  $10,11 \pm 0,11$  g/100g ile en yüksek olan buğday çeşidi ekmeklik buğdaydır. Toplam diyet lifi ve çözünmeyen diyet lifi bakımından ekmeklik buğday ile siyez buğdayları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Siyez buğdaylarındaki diyet lifi miktarı en yüksek Taşköprü siyez buğdayında ( $7,44$  g/100g) tespit edilmiş olup, istatistiki açıdan diğer siyez buğdayları ile olan farkın istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ).

Buğdayın toplam diyet lifi içeriği yaklaşık %9-%20 (kuru madde bazında) arasında değişir ve hem çözünmeyen hem de çözünür fraksiyonlardan oluşmaktadır (Gartaula vd. 2018).

Bir çalışmada siyezdeki toplam diyet lifi içeriği (%8,7 kuru madde) ekmeklik buğdaya göre (%12,5 kuru madde) oldukça düşük bulunurken, çözünür lif içeriği aynı düzeyde (%1,7) bulunmuştur (Abdel-Aal vd. 1995). Gabrovská vd. (2002) yaptıkları çalışmada siyez buğdayının diyet lifi miktarını %10,4 olarak tespit etmişlerdir. Løje vd. (2003) tarafından yapılan çalışmada siyez örneklerinde toplam diyet lifi içeriği kuru maddede %7,6-%9,9 arasında, suda çözünür diyet lifi içeriği ise %0,21-%1,74 arasında değiştiği bildirilmiştir.

Gebruers vd, (2008) tarafından yapılan bir araştırmada ekmeklik buğdayların toplam diyet lif içeriğinin %11,5-%18,3 arasında değiştiği bulunmuştur. Siyez buğdaylarının daha düşük miktarda toplam diyet lif içerdiği (%7,2-%12,8) belirlenmiştir.

Buğday ve arpa hücre duvarının nişasta olmayan polisakkaritlerinin fonksiyonel ve sağlığı destekleyici özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada ekmeklik buğday, siyez ve emmer buğdayı, durum buğdayı ve kılçıksız buğdayda diyet lifi seviyesi sırasıyla %11,5-%18,3; %7,2-%12,8 ve %10,7-%15,5 olarak bildirilmiştir (Ul Ain vd. 2018). Çetiner, (2020) tarafından yapılan başka bir çalışmada siyez buğdayının toplam, çözünür ve çözünmez diyet lif sonuçları sırasıyla %13,84; %3,95 ve %9,89 olarak bulunmuştur. Eski ve yeni buğday çeşitlerinin kimyasal kompozisyonunun değerlendirildiği başka bir çalışmada siyez buğdaylarının toplam diyet lif miktarı ortalama olarak %15,1 olarak bulunurken, sert kırmızı bahar buğdaylarının ise ortalama olarak %19,2 olarak saptanmıştır (Kulathunga vd. 2021).

Tarım ve Orman Bakanlığı Ulusal Gıda Kompozisyonu Veri Tabanı'nda TÜRKOMP, (2022) ekmeklik buğdayda toplam, çözünen ve çözünmeyen diyet lifi sırasıyla 12,66 g/100g, 2,92 g/100g ve 9,75 g/100g olarak bildirilirken, siyez buğdayında ise toplam diyet lifi 11,30 g/100g olarak verilmiştir.

Çalışmadan elde edilen veriler literatür ile benzerlik göstermektedir. Çalışma sonunda literatür ile benzer şekilde, ekmeklik buğdayın siyez buğdayından daha yüksek miktarda diyet lifi içerdiği saptanmıştır.

#### **4.12 Buğdayların Kalori Değerleri**

Buğday çeşitlerinin kalori değerleri Çizelge 4.7'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre buğday çeşitlerinin kalori değerleri arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Çizelge 4.7. Buğdayların kalori değerleri

ÖRNEK	ENERJİ (kkal/g)
Ekmeklik Buğday	347,2±2,80a
İhsangazi Siyez Buğdayı	327,27±2,20c
Seydiler Siyez Buğdayı	324,77±2,27c
Taşköprü Siyez Buğdayı	333,66±1,34b

Aynı sütundaki farklı harfler gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir ( $p<0,05$ )

Buğdayların enerji değerleri 347,2-324,77kkal/g arasında değişmektedir. En düşük değer İhsangazi siyez buğdayında 327,27±2,20 kkal/g bulunmuştur. Ekmeklik buğdayın enerji değeri 347,2±2,80 kkal/g olarak hesaplanmıştır. Buğdaylar enerji değeri bakımından kıyaslandığında İhsangazi ve Seydiler siyez buğdaylarının istatistiki açıdan farklı olmadığı görülmektedir ( $p>0,05$ ). Diğer buğdayların enerji değerleri arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Şanal (2018), tarafından bildirildiğine göre siyez buğdayının enerji değeri 340 kkal/100g' dir. Siyez, Emmer, Horasan ve ekmeklik buğdayın tam tahıl ile işlenmiş ekmekte besin değerlerinin ve nüfus düzeyinde alım etkilerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada siyez buğdaylarının enerji değeri ortalama 380 kkal/100g iken; ekmeklik buğdayda 372 kkal/100g, emmer buğdayının 381 kkal/100g ve Horasan buğdayının 373 kkal/100g olarak saptanmıştır (Van Boxstael vd., 2020). Zencirci vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada siyez buğdaylarının enerji değeri en düşük 279,67 kkal/100g, en yüksek 305,67 kkal/100g olarak tespit edilmiş olup ekmeklik buğdayda enerji miktarı 288,67 kkal/100g olarak saptanmıştır.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar literatür ile benzerlik göstermektedir.

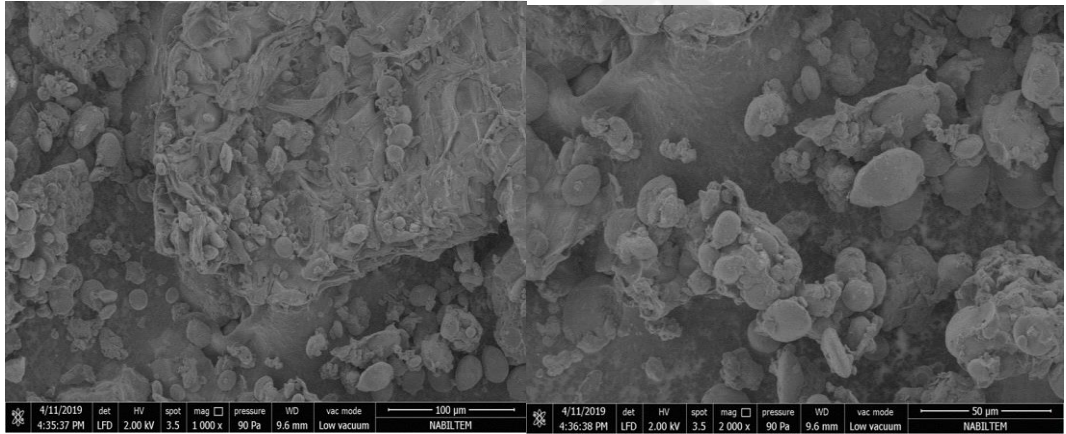
#### 4.13 Buğdayların Taramalı Elektron Mikroskobu Görüntüleri (Scanning Electron Microscope-SEM)

Buğday örneklerinin öğütüldükten sonra SEM görüntüleri Şekil 4.9, 4.10, 4.11 ve 4.12'de verilmiştir. Nişasta molekülleri, farklı boyutlarda yarı kristal granüller halinde düzenlenmiştir. *Triticum ssp.* familyasında granüller tipik iki modlu boyut dağılımına sahiptir. Daha büyük granüller (A tipi) çiçeklenmeden kısa bir süre sonra oluşmaya başlar ve tane dolumu boyunca büyümeye devam ederken, daha küçük granüller (B tipi) çiçeklenmeden birkaç gün sonra ortaya çıkar ve önemli ölçüde daha küçük kalmaktadır. A-granülleri, B-

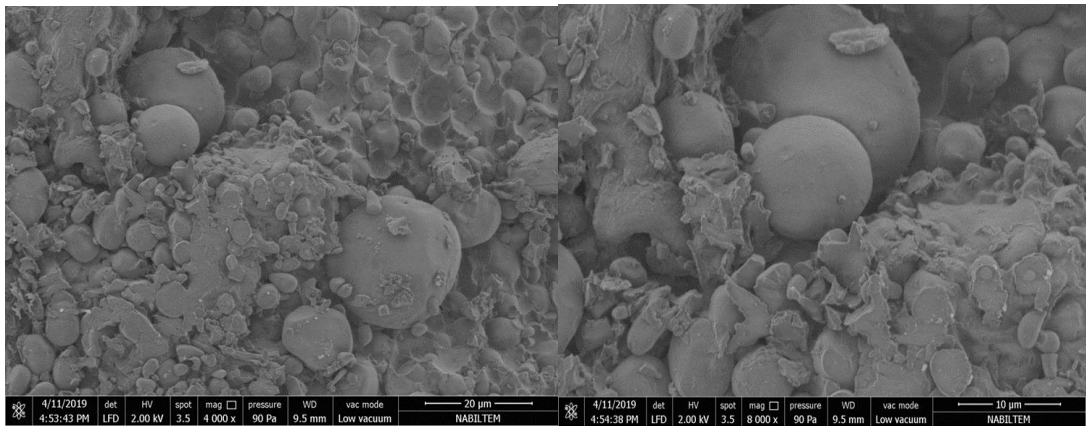
granüllerinden daha az sayıdadır, ancak genellikle nişasta kütesinin çoğunluğunu temsil etmektedir (Hidalgo ve Brandolini, 2014).

Siyez nişastasası granülleri, tipik iki modlu şekli göstermez; ek olarak, A-granülleri ekmeklik buğdayinkinden daha küçüktür. Genel olarak, siyezde nişastanın %23-62'si B tipi granüllerden oluşmaktadır (Hidalgo ve Brandolini, 2014).

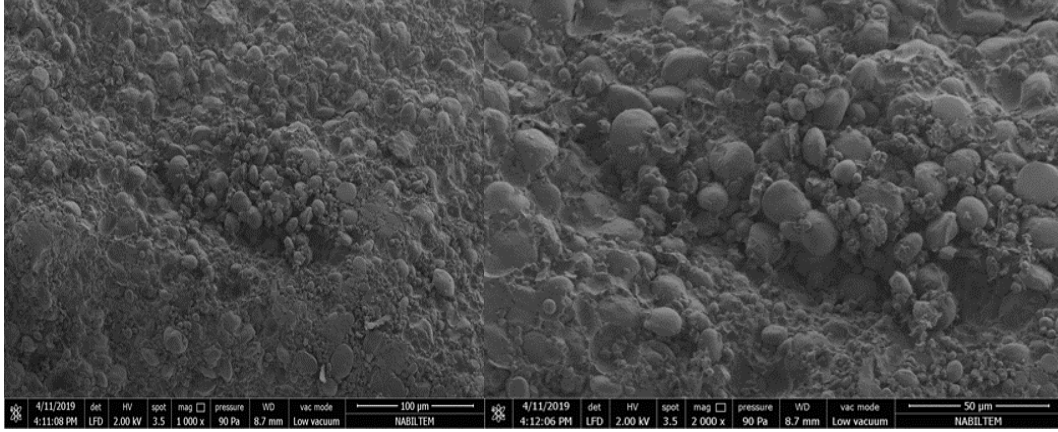
Nişasta bileşimi, jelatinleşme ve yapıştırma özellikleri, enzim duyarlılığı, kristallik, şişme ve çözünürlük, granül boyutundan etkilenmektedir. Örneğin, küçük arpa ve buğday granülleri asit veya enzimle büyük granüllere göre daha hızlı hidrolize olmaktadır. Bunun sebebinin küçük granül nişastanın birim ağırlığı başına daha yüksek yüzey alanına sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ek olarak, nişasta granüllerinin daha küçük boyutu, daha yüksek bir hidroliz yüzdesi ile sonuçlanmaktadır (Hidalgo ve Brandolini, 2014).



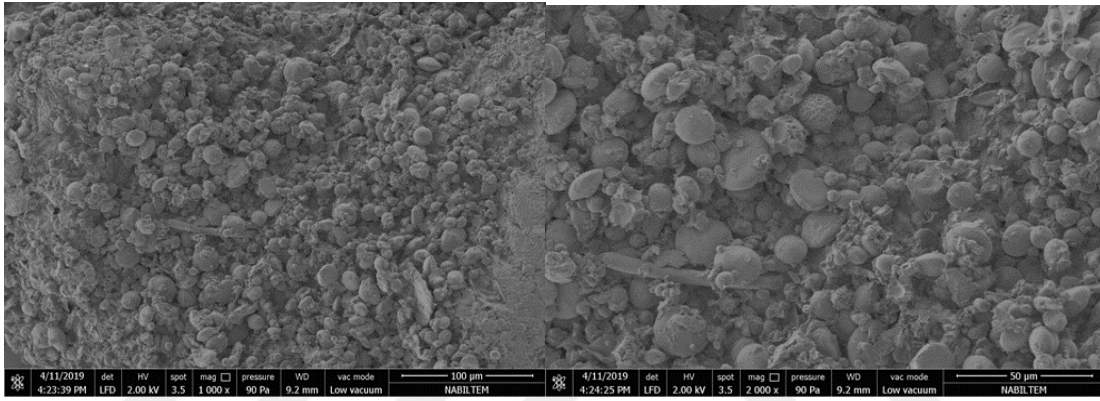
Şekil 4.9. Ekmeklik buğdayın taramalı mikroskop görüntüsü



Şekil 4.10. İhsangazi siyez buğdayın taramalı mikroskop görüntüsü



Şekil 4.11. Seydiler siyez buğdayın taramalı mikroskop görüntüsü



Şekil 4.12. Taşköprü siyez buğdayın taramalı mikroskop görüntüsü

Siyez buğdaylarının taramalı mikroskop görüntüleri incelendiğinde, nişasta granül yapılarının literatür ile benzer şekilde ekmeklik buğdaylarınkinden daha küçük olduğu gözlemlenmektedir.

Küçük boyutlu nişasta granülleri ve daha ince hücre duvarları olan tahıllar, amilaza daha iyi biyo erişilebilirliklerinden dolayı, büyük nişasta granülleri ve kalın hücre duvarları olan tahıllara kıyasla daha kolay sindirilmekte ve emilmektedir (Ninfali, Panato, Bortolotti, Valentini ve Gobbi, 2018).

#### 4.14 Buğdayların Mineral Madde İçeriği

Buğdayların mineral madde içerikleri açısından Na, Mg, K, Ca, P, Fe, Cu, B, Mn ve Zn elementleri analiz edilmiştir (Çizelge 4.8).

Sodyum (Na) değeri, en yüksek buğday İhsangazi siyez buğdayı olup (85,20 ppm), en düşük buğday Taşköprü siyez buğdayıdır (3,40 ppm). Na elementinin siyez buğdaylarında geniş



bir aralıkta değiştiği saptanmıştır. Buğdaylar Na iğeriği bakımından değerlendirildiğinde aradaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Magnezyum (Mg) miktarı, siyez buğdaylarında daha yüksek saptanmıştır. En yüksek değer İhsangazi siyez buğdayında (1303,63 ppm), en düşük değer ise ekmeklik buğdayda (599,20 ppm) tespit edilmiştir. Buğdaylar arasındaki Mg değeri farkı istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Potasyum (K) miktarı, siyez buğdaylarında daha yüksek saptanmıştır. En yüksek değer Taşköprü siyez buğdayında (4495,86 ppm), en düşük değer ise ekmeklik buğdayda (2827,50 ppm) tespit edilmiştir. Buğdaylar arasındaki K değeri farkı istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Kalsiyum (Ca) iğeriği de en yüksek miktarda siyez buğdaylarında tespit edilmiştir. En yüksek değer İhsangazi siyez buğdayında (1181,10 ppm), en düşük değer ise ekmeklik buğdayda (263,76 ppm) tespit edilmiştir. Buğdaylar arasındaki Ca miktarı farkı istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Fosfor (P) değeri, en yüksek Taşköprü siyez buğdayında tespit edilmiştir (4839,66 ppm). Ekmeklik buğdayın ise en düşük P iğeriğine sahip olduğu belirlenmiştir (2681,50 ppm). P elementi bakımından siyez buğdayları daha yüksek bir iğeriğe sahiptir. Buğdaylar arasındaki P miktarı farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Demir (Fe) elementi, analiz sonucunda en yüksek miktarda İhsangazi siyez buğdayında (229,40 ppm), en düşük miktarda ise Taşköprü siyez buğdayında tespit edilmiştir (30,46 ppm). Ekmeklik buğdaydaki değer ise 173,33 ppm olarak bulunmuştur. Buğdaylar arasındaki fark istatistiki açıdan anlamlıdır ( $p<0,05$ ).

Bakır (Cu) elementi bakımından en yüksek değer ekmeklik buğdayda tespit edilmiştir (10,21 ppm). Seydiler (5,68 ppm) ve Taşköprü (5,64 ppm) siyez buğdaylarının Cu içerikleri, miktar olarak birbirine çok yakın bulunmuş fakat diğer buğdaylar ile olan fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

Bor (B) elementinin miktarı siyez buğdaylarında daha yüksek saptanmıştır. Ekmeklik buğdaydaki miktar ise en düşüktür (0,89 ppm). İhsangazi ve Taşköprü siyez buğdaylarının B içerikleri birbirine çok yakın değerde tespit edilmiştir. Diğer buğdaylar arasında B elementi iğeriği bakımından anlamlı bir fark bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Mangan (Mn) miktarı siyez buğdaylarında daha yüksek tespit edilmiştir. En yüksek değer Taşköprü siyez buğdayında bulunmuştur (46,02 ppm). Ekmeklik buğday en az miktarda Mn içermektedir (23,78 ppm). Mn içeriği bakımından buğdaylar arasında istatistiki açıdan önemli bir fark bulunmaktadır ( $p<0,05$ ).

Siyez buğdaylarının çinko (Zn) içeriği ekmeklik buğdaydan yüksek bulunmuştur. En yüksek değer İhsangazi siyez buğdayında tespit edilmiştir. Buğdaylar arasında Zn bakımından anlamlı bir fark bulunmaktadır ( $p<0,05$ ).

Erba, Hidalgo, Bresciani ve Brandolini, (2011) yaptıkları çalışmada iki yıl süreyle sekiz iz elementi dört farklı lokasyonda değerlendirmiştir. Siyez buğdaylarının mineral madde içeriklerinin ekmeklik buğdaydan daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Zn, Fe, Mn, Cu, Mg, P içeriği siyezde sırayla 72 ppm, 52 ppm, 46 ppm, 9 ppm, 1510 ppm, 5410 ppm; ekmeklik buğdayda ise 35 ppm, 36 ppm, 30 ppm, 6 ppm, 1130 ppm, 3100 ppm olarak saptanmıştır. Siyezin genel olarak daha yüksek eser element ve mineral içeriği, kısmen *T. monococcum* tohumlarının daha küçük boyutuna atfedilmiştir.

Başka bir çalışmada ise beş siyez ve yüz elli ekmeklik buğday taranmış ve siyez buğdaylarının Fe içeriği ortalamalarının (45,9 ppm), ekmeklik buğdayların ortalamalarından (38,2 ppm) daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Zhao vd., 2009).

Bazı araştırmalar tarafından bildirilen sonuçlara göre, buğdayın fonksiyonel ve besleyici özellikleri, tahıl kalitesinin önemli bileşenleridir; ancak tahıldaki artan mineral konsantrasyonunun genetik iyileştirmelerde bir önceliği yoktur. Bu nedenle, modern buğday çeşitlerinin genellikle eski çeşitlerden daha düşük mineral içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir (Fan, Zhao, Fairweather-Tait ve McGrath, 2008; Hussain, Maqsood, Rengel ve Khan, 2012).

Türkiye'de yetiştirilen 86 ekmeklik buğday çeşidinin mineral içerikleri, Fe; 35.53- 53.08 mg/kg, Zn; 22.66-38.57 mg/kg, Mn; 30.92-48.58 mg/kg, B; 8.63-15.77 mg/kg, Cu; 4,12 -6,69 mg/kg, Mo; 0,85-1,78 mg/kg, K; 2,25-5,41 g/kg, Mg; 1,02-1,69 g/kg ve Ca; 0,34-0,55 g/kg (kuru madde bazında) olarak bildirilmiştir. Aynı çalışmada yerel çeşitlerin özellikle ekmeklik buğday çeşitlerinden daha yüksek Zn, Fe ve Mn içeriğine sahip olduğu saptanmıştır (Akcura ve Kokten, 2017).

İslahın yanı sıra, minerallerin biyosentezi ve birikimi genotip ve çevreden (Migliorini vd., 2016) ve çiftçilik uygulamalarından etkilenmektedir (Rizzello vd., 2015).

Han ve Ertop, (2022) yaptıkları çalışmada siyez buğdaylarının ortalama Ca (545,67 ppm), Fe (39,22 ppm), Mn (44,36 ppm), Zn (52,70 ppm) ve K (4608-8086 ppm) değerlerinin, ekmeklik buğday ve durum buğdaylarının mineral madde içeriklerinden çok daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Emeksizoğlu, (2016) siyez buğdayı örneklerinde K miktarını 396,76-558,42 mg/100 g arasında, P miktarını 109,36-527,76 mg/100 g arasında ve Mg miktarını 102,68-157,05 mg/100 g arasında tespit etmiştir.

Mineral madde farklılıklarının nedenleri arasında genotip, ekolojik koşullar, yetiştirme koşulları, depolama koşulları ve farklı analitik yöntemler gibi çeşitli faktörler etkili olmaktadır (Gouveia, Freitas, de Brito, Slaski ve Carvalho, (2014).

Suchowilska vd. (2012), tarafından bildirildiğine göre K içeriği *Triticum monococcum*da ortalama 4,29 g/kg; *Triticum dicoccum*da ortalama 4,39 g/kg; *Triticum speltada* ortalama 4,17 g/kg ve *Triticum aestivum*da 5,00 g/kg olarak tespit edilmiştir. P içeriğini *Triticum monococcum* için ortalama 5,20 g/kg; *Triticum dicoccum* için ortalama 5,12 g/kg, *Triticum spelta* için ortalama 4,70 g/kg, *Triticum aestivum* için ortalama 4,18 g/kg olarak tespit etmişlerdir. Mg içeriği *Triticum monococcum* için ortalama 1,63 g/kg, *Triticum dicoccum* için ortalama 1,67 g/kg, *Triticum spelta* için ortalama 1,50 g/kg, *Triticum aestivum* için ortalama 1,44 g/kg olarak tespit edilmiştir.

Çalışmadan elde edilen veriler literatür ile benzerlik göstermektedir. Siyez buğdaylarının mineral madde içeriği ekmeklik buğdaydan yüksek tespit edilmiştir.

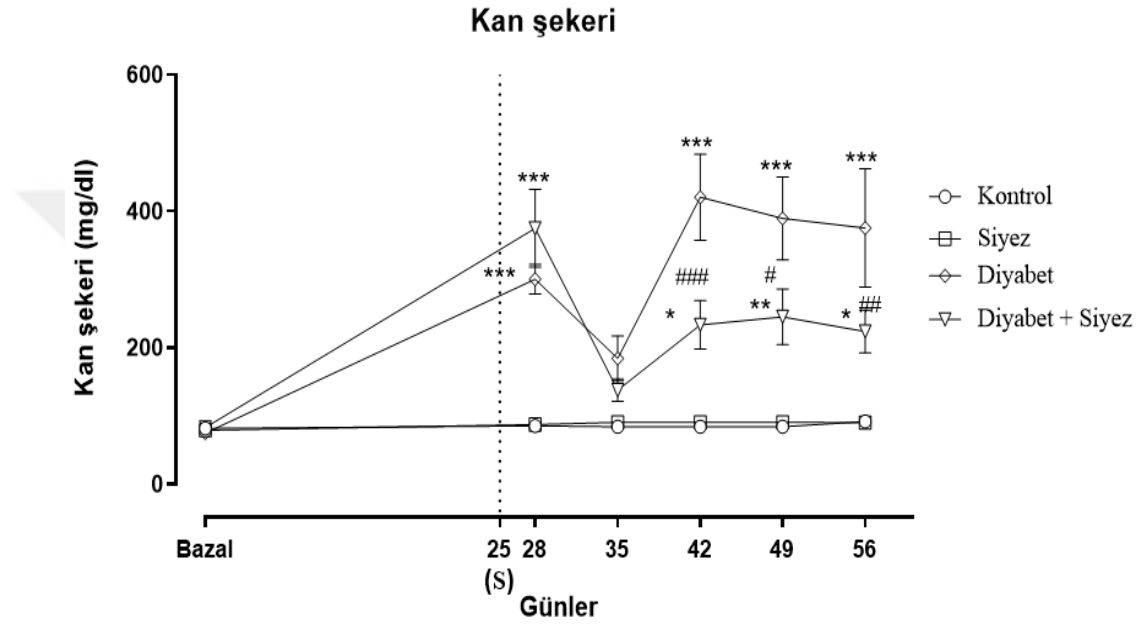
Çizelge 4.8. Buğdayların mineral madde analiz sonuçları

ÖRNEKLER		Na ppm	Mg ppm	K ppm	Ca ppm	P Ppm	Fe ppm	Cu ppm	B ppm	Mn ppm	Zn ppm
		14,10±0,1		2827,50±5,50	263,76±1,24	2681,50±28,3	173,33±5,5	10,21±0,1	,89±0,02	23,78±0,2	25,99±0,5
Ekmeklik Buğday		0c	599,20±2,40d	d	d	0d	5b	5a	c	1d	1d
İhsangazi Buğdayı	Siyez	85,20±1,8	1303,63±8,85	3783,46±10,7	1181,10±9,3	4130,60±7,10	229,40±0,2	7,19±0,02	1,53±0,0	38,22±0,4	44,84±0,6
		0a	a	5c	5a	c	0a	b	2b	8c	4a
Seydiler Buğdayı	Siyez	48,53±0,3	1121,0±10,80	4210,00±11,4	613,13±8,34	4472,33±11,3	76,8±1,40c	5,68±0,07	2,75±0,0	40,08±0,3	41,70±0,3
		5b	c	0b	b	5b		c	1a	4b	2b
Taşköprü Buğdayı	Siyez	3,40±0,00	1178,86±30,9	4495,86±13,0	460,10±7,67	4839,66±41,3	30,46±0,55	5,64±0,00	1,91±0,0	46,02±0,8	37,23±0,5
		d	5b	5a	c	5a	d	c	2b	5a	9c

Aynı sütündeki farklı harfler gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir ( $p < 0,05$ )

#### 4.15 Deney Hayvanlarında Açlık Kan Şekeri ve İnsülin Değerleri Değişimi

Ratlarda açlık kan şekeri ölçümü ilk olarak deney başlangıcında yapılmıştır. Daha sonra deney hayvanları yüksek yağlı yem ile beslenmiş ve 25. gün STZ enjeksiyonu uygulanmıştır. Diyabetin geliştiği gün 0.gün kabul edilmiştir (çalışmanın başlangıcının 28.günü). Açlık kan şekeri ölçümü haftalık olarak yapılmıştır (Çizelge 4.9). Deney hayvanlarına ait kan şekeri ölçümleri Şekil 4.13’de verilmiştir.



Şekil 4.13. Deney hayvanlarına ait kan şekeri ölçümü bulguları grafiği (*p* değeri belirlenirken İki Faktörlü Varyans Analizi (Two Way Anova) yapılmıştır).

Çalışmanın başlangıcında tüm grupların kan şekeri değerleri normal sınırlardadır. Gruplar arasında istatistiki açıdan fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ).

28. günde kontrol grubu (1. grup) ve siyez grubu (2. grup) arasındaki fark istatistiki açıdan önemsizdir. Deneysel diyabet oluşturulan grupların (3. ve 4. grup) kan şekeri değerleri arasında da istatistiki açıdan anlamlı bir fark yoktur ( $p>0,05$ ). STZ uygulamasına bağlı olarak 3. ve 4. grubun kan şekeri değerleri 1. ve 2. gruba göre yüksek olduğu belirlenmiştir ( $p<0,0001$ ) (Şekil 4.13).

Diyabet oluşturulduktan sonra 28. gün 3. grubun açlık kan şekeri değeri  $300,62\pm 61,58$  mg/dl, 4. grubun ise  $375,28\pm 150,18$  mg/dl olarak ölçülmüştür. Bir hafta sonra her iki diyabet grubunun (3. ve 4. grup) kan şekeri değerlerinde düşüş gözlenmiştir. Diyabet oluşturulmadan önce bu gruplar yüksek yağlı yemle beslenmiş ve diyabet oluşturulduktan sonra yeni yemlerle

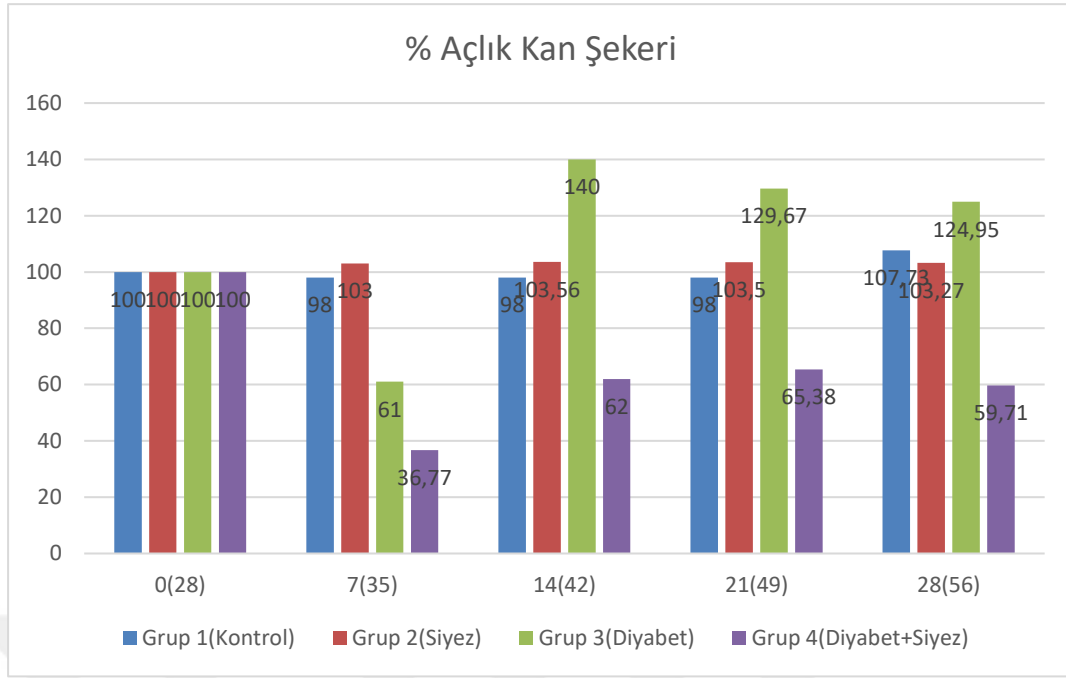
(3. grup normal pellet yem, 4. grup siyezli pellet yem) beslenmeye başlamışlardır. Bu düşüşün yeni beslenme düzeninden kaynaklandığı düşünülmektedir.

35. günde kan şekeri değeri bakımından gruplar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Diyabet grubunda % 39'luk bir azalma görülmüş sonra başlangıca göre 14. günde % 40'luk bir artış tespit edilmiştir.

42. günde 1. grup ( $84,5\pm 5,37$  mg/dl) ve 2. grup ( $90,75\pm 14,17$  mg/dl) arasında fark bulunmazken diğer gruplar arasında istatistiki açıdan anlamlı bir fark bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). 3. grupta kan şekeri değeri tekrar artış göstermiştir. 3. grup ( $420,9\pm 178,09$  mg/dl) ve 4. grup ( $233,6\pm 94,61$  mg/dl) arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0,001$ ). Siyezli yem tüketen grubun (2. Grup) kan şekeri değeri ( $90,75\pm 14,17$  mg/dl) ile diyabetli olan ve siyezli yem tüketen 4. grup arasındaki fark da istatistiki açıdan önemlidir ( $p<0,05$ ). Siyezli buğday unu ile beslenen hayvanlarda diyabetli olup normal yem ile beslenenlere göre daha düşük olduğu görülmektedir. 3. grubun kan şekeri değerinde % 40'luk bir artış tespit edilmiştir (Şekil 4.14). Diyabetli olan ve siyezli yem ile beslenen grubun kan şekeri değerinde ise %38 oranında bir azalma görülmüştür.

49. günde 1. ve 2. grup arasında fark bulunmamaktadır. 3. grubun kan şekeri değeri 4. gruptan yüksektir ve istatistiki olarak anlamlıdır ( $p<0,05$ ).

56. günde 1. ve 2. grup arasında fark bulunmazken diğer gruplar arasında istatistiki açıdan anlamlı bir fark bulunmaktadır ( $p<0,05$ ). Çalışmanın sonunda 1. grupta sadece %7, 2. grupta ise yaklaşık olarak %3 oranında bir artış tespit edilmiştir. Diyabetli olan ve normal pellet yem ile beslenen ratların kan şekeri değeri düştüğü halde çalışmanın sonunda da yüksek değerlerde tespit edilmiştir. Bir önceki haftaya göre azalma %4,72 oranındadır. 3. grubun çalışma sonundaki kan şekeri değerinde %24,95 oranında artış tespit edilmiştir. Diyabetli olan ve siyezli pellet yem ile beslenen ratların kan şekeri değerinde ise yaklaşık % 40'luk bir azalma tespit edilmiştir. Şekil 4.14'de 28.gündeki % açlık kan şekeri değerleri 100 kabul edilerek sonraki 35, 42, 49 ve 56. günlerdeki % açlık kan şekeri değerlerindeki değişim görülmektedir.



Şekil 4.14. Deney hayvanlarına ait % kan şekeri değerlerinin günlere göre değişimi

Thorup, Gregersen ve Jeppesen (2014), bazı eski tahıllardan (emmer, siyez, kavuzlu) ve çavdardan oluşan bir diyetin 9 haftalık bir süre boyunca 40 sıçandan oluşan bir grup üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmanın sonunda emmer, siyez ve kavuzlu buğdaya dayalı bir diyetin diyabet geliştirme riskini yavaşlatabileceğini veya önleyebileceği bildirilmiştir. Bunun sebebinin eski tahıl diyetlerinin yağ ve glukoz metabolizmasında görev yapan düzenleyici genlerin down regülasyonunu sağlamasından kaynaklandığı bildirilmiştir.

Aufiero vd. (2021) tarafından yürütülen başka bir çalışmada bir *Triticum monococcum* buğday çeşidi olan Hammurabi'nin obez olmayan diyabetik farelerde (NOD) ve in vitro simüle edilmiş gastroduodenal sindirim sonrasında değerlendirilen diyabet insidansı üzerindeki faydalı etkileri incelenmiştir. 43 haftalık müdahaleden sonra, Hammurabi ile beslenen grupta, ekmeklik buğday veya pirinçle beslenen gruplara göre NOD farelerinde diyabet gelişimi ve ilerlemesinin daha az belirgin olduğu gösterilmiştir. Ayrıca, normal ekmeklik buğday unu ile yapılan makarna ile karşılaştırıldığında Hammurabi buğday unu ile yapılan makarnada yüksek seviyelerde dirençli nişasta gözlemlendiği, bunun da bu çeşidin daha düşük bir glisemik indeks ile karakterize edilebileceği belirtilmiştir.

Çift kör, randomize çapraz müdahale denemesinden elde edilen kardiyovasküler faydaların değerlendirildiği başka bir çalışmada antik ve modern ekmeklik buğday karşılaştırılmıştır. Eski çeşitler; toplam kolesterol, düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL)-

kolesterol ve kan şekeri seviyelerinde önemli bir azalma sağlarken, modern çeşitler ile faz sırasında önemli farklılıklar rapor edilmemiştir (Sereni vd., 2017).

Çalışmadan elde edilen veriler literatürle benzer şekilde siyezli bir diyetin diyabet geliştirme riskini yavaşlatabileceğini göstermektedir. Çizelge 4,9'da deney hayvanlarına ait % kan şekeri değerleri verilmiştir.





Çizelge 4.9. Deney hayvanlarına ait (%) kan şekeri değerleri

	AÇLIK KAN ŞEKERİ (mg/dl)					
	BAŞLANGIÇ	0(28)	7(35)	14(42)	21(49)	28(56)
Grup 1(Kontrol)	82,00±14,04	85,63±5,37b	84,5±5,99	84,5±5,37c	84,5±6,75c	92,25±5,39c
Grup 2(siyez)	79,13±10,20	87,63±11,25b	90,75±13,39	90,75±14,17c	90,75±9,87c	90,50±16,62c
Grup 3 (diyabet)	75,38±9,8	300,6±61,58a	184,5±93,64	420,9±178,09a	389,8±172,42a	375,6±245,27a
Grup 4 (diyabet+siyez)	83,43±11,87	375,3±150,18a	138±44,29	233,6±94,61b	245,4±108,44b	224,1±83,93b

*Aynı sütündeki farklı harfler gruplar arasındaki farklılıkları göstermektedir (p<0,05)*

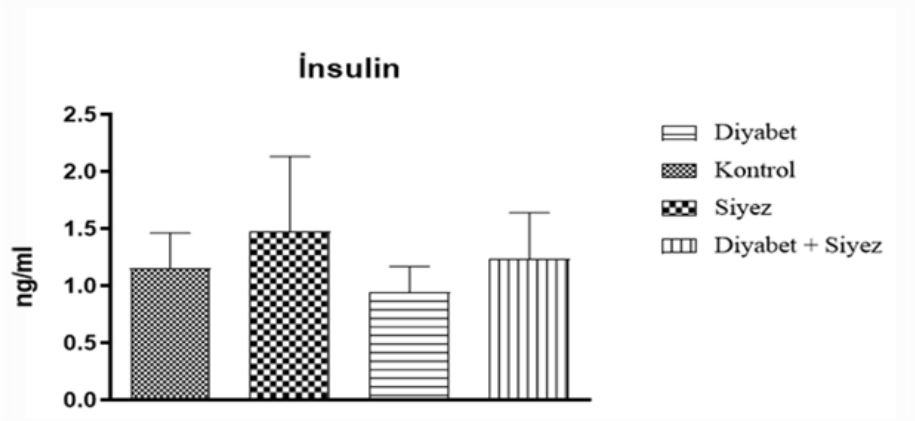
Bozulmuş insülin sekresyonu, tip 2 diyabetin klinik başlangıcından önce gözlenen, glikoz yanıtındaki azalmadır. Daha spesifik olarak, bozulmuş glukoz toleransı (IGT), glukoz duyarlı erken faz insülin sekresyonundaki bir azalma ile indüklenerek, yemeklerden sonra ek insülin sekresyonundaki bir azalma, postprandiyal hiperglisemiye neden olmaktadır. Bozulmuş insülin sekresyonu genellikle ilerleyicidir ve ilerlemesi glukoz toksisitesi ve lipotoksisiteyi içermektedir. Hayvan deneylerinde, tedavi edilmediğinde pankreas hücre kütlelerinde azalmaya neden olduğu bildirilmiştir. Pankreas hücre fonksiyonunun bozulmasının ilerlemesi, kan şekerinin uzun vadeli kontrolünü büyük ölçüde etkilemektedir. Hastalığın başlangıcından sonraki erken evrelerdeki hastalar, artan insülin direnci ve azalan erken evre sekresyonunun bir sonucu olarak esas olarak tokluk kan şekerinde bir artış gösterirken, pankreas hücre fonksiyonunun bozulmasının ilerlemesi daha sonra kan şekerinin kalıcı olarak yükselmesine neden olmaktadır (Kaku, 2010).

Deney hayvanlarına ait insülin değerleri Çizelge 4.10'da ve Şekil 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.10. Deney hayvanlarına ait insülin değerleri

<b>GRUPLAR</b>	<b>İNSÜLİN ng/mL</b>
Grup 1(kontrol)	1,15±0,81
Grup 2(siyez)	1,47±1,61
Grup 3(diyabet)	0,94±0,60
Grup 4(diyabet+siyez)	1,23±1,00

Gruplar insülin değeri bakımından karşılaştırıldığında aradaki fark istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ).



Şekil 4.15. Deney hayvanlarına ait insülin değeri bulguları

Kurçer ve Karaoğlu, (2012) tarafından bildirildiğine göre STZ glukoz oksidasyonunu, insülinin biyosentezini ve salgılanmasını azaltmaktadır.

Genel olarak tip 2 diyabette başta karaciğer ve kas dokuları olmak üzere hedef dokularda insüline karşı direnç oluşmaktadır. İnsülin direncini takiben pankreatik beta hücreleri işlevsel kayba uğrayarak insülin salgılanmasında bozulmalar meydana gelmektedir. İnsülin salgılanmasındaki bozulmaya bağlı olarak da hiperglisemi tablosu oluşmaktadır. Etiyolojik neden ne olursa olsun sonuçta tip 2 diyabette hiperglisemi en belirgin tablodur (Özmen, 2018).

Çalışmadan elde edilen sonuçlara baktığımızda diyabet geliştirilen ve ekmeçlik buğday ile beslenen 3. grupta insülin seviyesi en düşük  $0,94 \pm 0,60$  ng/mL olarak tespit edilmiştir. Yine diyabet geliştirilen fakat siyez buğdaylı yem ile beslenen 4. grupta insülin seviyesi 3. gruba göre yüksek olsa da ( $1,23 \pm 1,00$  ng/mL) istatistiki açıdan anlamsız bulunmuştur ( $p > 0,05$ ). İnsülin seviyesinin bir miktar yüksek olması siyez buğdayı kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Dinu, Whittaker, Pagliai, Benedettelli ve Sofi, (2018) çalışmalarında siyez buğdayında daha yavaş sindirilen amiloz moleküllerinin miktarının, amilopektin moleküllerinin miktarından daha fazla olduğu için yemeklerden sonra kandaki hem glikoz hem de insülin seviyelerini düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Başka bir çalışmada dört farklı ekmeç çeşidinin tokluk ve kan glikozu, insülin, serbest yağ asitleri, trigliserit ve açillenmiş ghrelin konsantrasyonları üzerindeki akut etkisi incelenmiştir. Çalışmada bir adet dondurulmuş hamur ile kısmi pişmiş buğday ekmeçi ve ticari

buğday unu, organik buğday unu, organik siyez unu ile hazırlanmış üç adet ekşi mayalı ekmek kullanılmıştır. Sonuçta siyez unlu ekmeğin tokluk sağlama süresinin daha fazla olduğu, kan glukoz ve insülin seviyelerinde daha az artışa neden olduğu bildirilmiştir. Ticari ekmekler, eşit toplam karbonhidrat içeriğine sahip ekşi mayalı ekmeklerle karşılaştırıldığında, daha yüksek glikoz ve insülin konsantrasyonları, daha düşük tokluk ve açılmiş ghrelin azalması saptamıştır. Siyez ekmeği tüketimi, daha uygun metabolik tepkilerle ilişkilendirilmiştir. Ayrıca siyez ununun amilaz aktivitesinin düşük olduğu, ticari unun ise yüksek olduğu belirtilmiştir. Unun amilaz aktivitesinin artması, hem normal glukoz toleransı olan bireylerde hem de tip 2 diyabetli hastalarda ekmek tüketiminden sonra glisemik ve insülinemik tepkileri de arttıracığı belirtilmiştir (Bo vd., 2017).

Bakhøj, Flint, Holst ve Tetens, (2003) buğday ekmeği ile karşılaştırıldığında siyez ekmeği tüketiminden sonra farklı glikoz veya insülin tepkisi bulamamışlardır. Bununla birlikte, siyez ekmeği, daha yüksek bir kaba tane içeriğine yol açan spesifik işleme yöntemleriyle hazırlandığında, daha düşük insülin tepkisi ve insülinotropik polipeptid olan GIP'in gastrointestinal tepkisinin azaldığını bulmuşlardır. GIP hormonu, glukoz bağımlı insülin salgılanmasını indüklemekte, glukagon salınımını inhibe etmekte ve midede besin emilim oranını azaltmaktadır (Deacon ve Ahrén, 2011).

Yogesha, Grace ve Narendhirakannan, (2013) tarafından yürütülen çalışmada streptozotosin ile indüklenen diyabetik ratlarda *Triticum aestivum*'un antidiyabetik ve antioksidan özellikleri incelenmiştir. Bu çalışma, buğday çimi etanol ekstraktının diyabette kan şekerini kontrol etme yeteneğine sahip olduğunu ortaya koymuştur. Antihiperglisemik ve serbest radikal süpürücü özelliği nedeni ile diyabetle ilişkili komplikasyonları önleme potansiyeline sahip olduğu rapor edilmiştir. Çalışma sonunda STZ nin, daha az aktif pankreatik hücreye ve diyabete neden olan ve insülin salgılanmasından sorumlu pankreas hücrelerini seçici olarak yok ettiği bildirilmiştir. Düşük doz STZ ile tedaviden sonra bile hayatta kalan birçok  $\beta$ -hücreyi olduğunu ve rejenerasyonun da mümkün olabileceğini bildirmişlerdir. İnsülin üreten hücrelerin hala işlev gördüğü ve metabolik etkilerin çoğundan insülin salınımının uyarılmasının sorumlu olabileceğini rapor etmişlerdir. Ayrıca tıbbi bitki bileşiklerinin, insülin benzeri etki olarak hareket eden, insülin duyarlılığını iyileştiren, glikoz bağımlı insülin salgısını artıran ve STZ ile indüklenen diyabetik ratların pankreasında Langerhans adacıklarının yenilenmesini uyaran mekanizmalara sahip olabileceği de belirtilmiştir.

Al-Awaida, Sharab, Al-Ameer ve Ayoub, (2020) tarafından yürütülen bir çalışmada simüle edilmiş mikro yerçekiminin, streptozotosin ile indüklenen diyabetik ratlarda buğday çiminin (*Triticum aestivum*) antidiyabetik özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çimlendirilmiş buğday çiminin fitokimyasal analizi, tanenlerin, flavonoidlerin, saponinlerin ve sterollerin varlığını göstermiştir. Ayrıca fenolik ve flavonoid bileşiklerin antihiperglisemik etkilerinin olduğu, antidiyabetik etkileri ve pankreatik  $\beta$  hücrelerini yeniden oluşturma yeteneklerinin bulunduğu bildirilmiştir. Bu fenolik ve flavonoid bileşiklerin antioksidan aktivitesinin, redoks özelliklerine bağlı olduğu ve bu bileşikler hidrojen donörleri, indirgeyici ajanlar ve singlet oksijen söndürücü bileşikler olarak hareket edebileceği de rapor edilmiştir. Bu çalışmada, WGM koşullarının uygulanması, diyabetik kontrol grubuna kıyasla WGM koşulları (Mikrogravite (WGM) altında 6-10 günlük bir süre boyunca çimlenen *T. aestivum*) ile tedavi edilen ratlarda ve metformin ile tedavi edilen ratlarda serum insülin düzeylerini de önemli ölçüde arttırmıştır. Hidroksil grupları içeren polifenolikler, vücudu oksidatif strese karşı koruyabilen temel bitki bileşenleridir. Bu çalışma sonunda, bir 3D klinostat tarafından oluşturulan mikro yerçekimi ortamının, yüksek konsantrasyonda antioksidan bileşik ve yüksek düzeyde potansiyel antioksidan aktivite ile çimlenmiş *T. aestivum* ürettiği sonucuna varılmıştır.

Sterollerin deneysel hayvan modellerinde kan şekerini düşürdüğü gösterilmiştir (Tanaka, Ando, Nakamura, Takagi ve Shima, 2006).

#### **4.16 Deneysel Hayvanlarının Vücut Ağırlığı Takibi**

Deneysel hayvanlarının başlangıç ağırlığı ölçülmüş daha sonra yüksek yağlı diyet ile beslenmiştir. Diyabet modeli oluşturulduktan sonra her hafta düzenli olarak ağırlık takibi yapılmıştır. Ratların ağırlık takibi bulguları Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Yüksek yağlı diyet ile beslendikten sonra tüm gruplarda vücut ağırlığında artış olmuştur. Kontrol grubu ve siyez grubunda vücut ağırlığı artışı çalışmanın sonuna kadar devam etmiştir. Çalışmanın sonunda kontrol grubunun (1. grup) vücut ağırlığı artışı %9 oranındadır. Benzer şekilde 2. grubun vücut ağırlığı artışı da çalışma sonunda %9,7 oranındadır.

Diyabet grubunun vücut ağırlığında diyabet geliştirildikten sonraki hafta çok küçük bir azalma meydana gelmiş, bir hafta sonra da %1,3 lük bir artış olmuştur (42. gün). Daha sonraki haftalarda vücut ağırlığı azalmıştır. Çalışmanın sonunda (56. gün) vücut ağırlığı başlangıca göre (28. gün) %0,1 oranında artış göstermiştir.

Diyabetli olan ve siyezli yem ile beslenen ratların vücut ağırlığı diyabet geliştirildikten bir hafta sonra (35. gün) %1,5 oranında artış göstermiştir. Daha sonraki haftalarda vücut ağırlığı azalmaya başlamıştır. Çalışmanın sonunda (56. gün) 4. grubun vücut ağırlığı başlangıca göre (28. gün) %0,8 oranında azalmıştır (Şekil 4.16). Gruplar arasında vücut ağırlığı bakımından fark değerlendirildiğinde istatistiki açıdan önemsiz olduğu görülmüştür ( $p>0,05$ ).

Thorup vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada antik buğday diyeti ve tip 2 diyabet gelişimi değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda besin tüketimi ve vücut ağırlığı dikkate alındığında, tüm ratların kilo aldıkça besin alımının da yavaş yavaş arttığı bildirilmiştir. Müdahalenin son haftasında, gıda alımı artmaya devam ettiği halde, vücut ağırlığı tüm Zucker diyabetik şişman rat (Zucker Diabetic Fatty Rats-ZDF ) gruplarında bir platoya ulaşmış ve hatta düşmeye başlamıştır. Bu durumun, ZDF sıçanlarda diyabet ilerledikçe şiddetli glukozüri nedeniyle oluşabileceği rapor edilmiştir.

Al-Awaida vd. (2020) inceledikleri çalışmada normal kontrol, diyabetik kontrol, mikro yerçekimi, yerçekimi ve metformin gruplarındaki sıçanların vücut ağırlığındaki değişiklikleri 30 günlük bir süre boyunca incelemişlerdir. Deneyin ilk gününde diyabetik ve yerçekimi gruplarının vücut ağırlıkları karşılaştırıldığında önemli bir azalma gözlenmiş bununla birlikte normal kontrol, mikro yerçekimi ve metformin grupları arasındaki vücut ağırlığında anlamlı bir fark tespit edilememiştir.

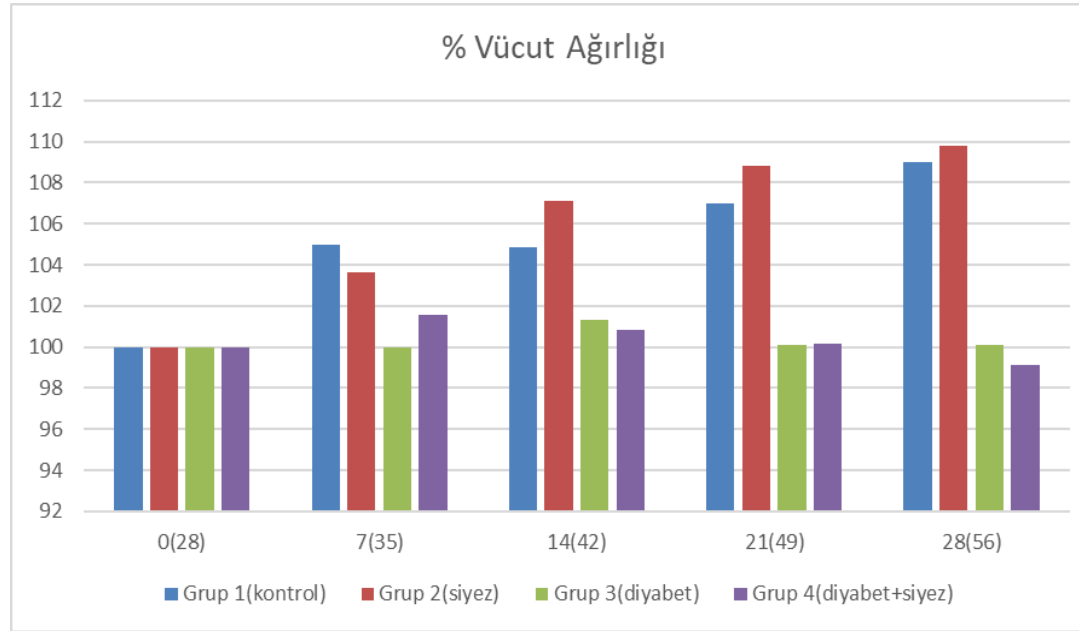
Yetersiz insülin, vücudun enerji olarak kullanmak üzere glikozu kan dolaşımından vücut hücrelerine taşınmasını engellemektedir. Bu meydana geldiğinde, vücut enerji için yağ ve kas yakmaya başlamakta ve toplam vücut ağırlığında bir azalmaya neden olmaktadır (Al-Awaida vd., 2020).

Çalışmadan elde edilen bulgular Thorup vd. (2014) tarafından yapılan çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.11. Deney hayvanlarına ait vücut ağırlıkları

GRUPLAR	BAŞLANGIÇ	VÜCUT AĞIRLIĞI (g)				
		0(28)	7(35)	14(42)	21(49)	28(56)
Grup 1(kontrol)	237,375±28,72	294,25±18,64	308,875±21,91	308,625±23,46	314,875±22,94	321±22,29
Grup 2(siyez)	237,875±23,50	292,5±20,01	303,125±11,25	313,375±18,74	318,375±18,92	321,125±20,30
Grup 3(diyabet)	234,5±14,29	300,75±14,20	300,625±14,676	304,75±18,10	301±15,10	301,125±19,22
Grup 4(diyabet+siyez)	236±17,21	303,28±13,68	307,85±15,91	305,71±16,93	303,71±22,41	300,71±22,89

p>0,05



Şekil 4.16. Deney hayvanlarının vücut ağırlıklarındaki değişim

#### 4.17 Deney Hayvanlarının Kanlarında Total Oksidan Seviye (TOS) ve Total Antioksidan Seviye (TAS) Değerleri

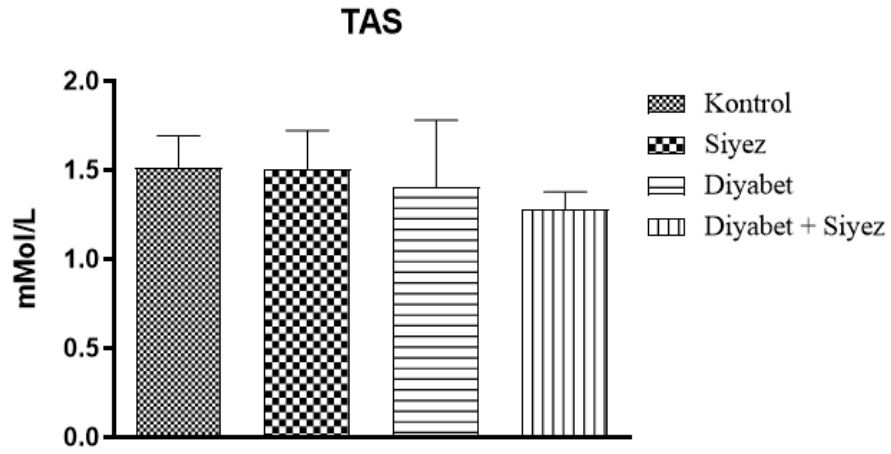
Total antioksidan seviye ve total oksidan seviye bulguları Çizelge 4.12’de Şekil 4.17 ve 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Deney hayvanlarının serum total oksidan ve total antioksidan seviye değerleri

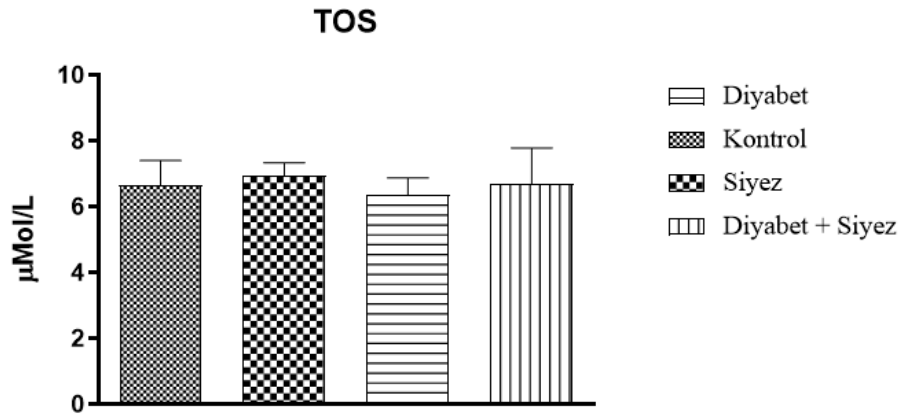
GRUPLAR	TOS µMol/L	TAS mMol/L
Grup 1(kontrol)	6,65±2,12	1,51±0,17
Grup 2(siyez)	6,95±1,09	1,50±0,21
Grup 3(diyabet)	6,34±1,49	1,40±0,37
Grup 4(diyabet+siyez)	6,70±2,87	1,27±0,10

Elde edilen bulgulara göre yüksek oksidan seviye 2. grupta (6,95±1,09 µMol/L), en düşük oksidan seviye de 3. grupta (6,34±1,49 µMol/L) tespit edilmiştir. 2. grubun oksidan kapasite değeri kontrol grubuna göre %4,5 oranında daha yüksek tespit edilmiştir. 3. Grubun oksidan kapasite değeri kontrol grubuna göre %4,6 oranında daha düşük tespit edilirken, 4. grubun oksidan kapasite değeri ise kontrol grubuna göre %0,7 oranında yüksek bulunmuştur. Toplam oksidan stres (TOS) bakımından tüm gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan önemsizdir (p>0,05).





Şekil 4.17. Deney hayvanlarına ait total antioksidan seviye değerleri



Şekil 4.18. Deney hayvanlarına ait total oksidan seviye değerleri

Oksidatif stres diyabette, özellikle tip 2 diyabette vasküler komplikasyonların gelişiminde önemli rol oynamaktadır. Proteinlerin enzimatik olmayan glikasyonu, glikoz oksidasyonu ve artan lipid peroksidasyonu ile diyabette serbest radikal oluşumu, enzimlerin, hücresel yapıların zarar görmesine ve ayrıca oksidatif stres nedeniyle artan insülin direncine yol açmaktadır (Ullah, Khan ve Khan, 2016).

Total antioksidan seviyesi değerlendirildiğinde 2. Grubun kontrol grubuna kıyasla %0,7 oranında daha düşük tespit edilmiştir. Diyabet oluşturulan gruplardan 3. ve 4. grubun TAS değerleri ise kontrol grubuna kıyasla sırasıyla %7,2 ve %16 daha düşük tespit edilmiştir.

Total antioksidan seviyesi (TAS) bakımından tüm gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan önemsizdir ( $p>0,05$ ). Diyabet oluşturulan gruplarda STZ kaynaklı TAS değerinde azalma meydana gelmiştir. Diyabet+siyez grubunda (4.grup), diyabet grubuna (3.grup) göre daha yüksek TAS değerinin siyez buğdayı tüketiminden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Hücrel antioksidan durumu, oksidatif hasara duyarlılığı belirlemekte ve genellikle oksidatif strese yanıt olarak değişmektedir. Deneysel diyabette artan serbest radikal üretiminin bir sonucu olarak azalan antioksidan seviyeleri birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Coşkun, Kanter, Korkmaz ve Öter, 2005).

Birçok çalışmada tip 2 diyabetli hasta grubunda TAS, sağlıklı kontrollere göre daha düşük bulunmuştur (Arab Sadeghabadi, Abbasalipourkibir, Mohseni ve Ziamajidi 2019; Jamuna Rani ve Mythili, 2014).

Literatürde tip 2 diyabetli bireylerde siyez buğdayı tüketiminin serum total oksidan seviye ve total antioksidan seviyelerinin etkilerine ilişkin bir çalışmaya rastlanmamıştır.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çok eski dönemlerden beri insanoğlunun en çok tükettiği gıdaların başında tahıl ve tahıl ürünleri gelmektedir. Tahıllar, hem besleyici hem de doyurucu özellikleri nedeniyle özellikle sosyoekonomik düzeyi düşük toplumlarda en çok tercih edilen besin kaynakları olmuştur. Ülkemizde tahıl olarak en çok buğday üretimi ve tüketimi gerçekleştirilmektedir.

Günümüzde doğal olan ürünlere talep artmış durumdadır. Bu ürünlerden biri olan ve 'Buğdayların Atası' kabul edilen siyez buğdayının önemi daha çok anlaşılmıştır. Siyez buğdayına artan ilgi nedeniyle tarımı da giderek yaygınlaşmaktadır.

Kastamonu ilinin farklı ilçelerinden temin edilen siyez buğdaylarının (*Triticum monococcum* L.) besinsel kalitesinin ve deneysel Tip 2 diyabet oluşturulan ratlarda antidiyabetik ve antioksidan özelliklerinin belirlendiği bu çalışmada siyez buğdayının besin ögesi içeriği incelenmiştir.

Çalışmadan elde edilen veriler incelendiğinde siyez buğdayının nem, yağ, protein, enerji, ham selüloz, toplam diyet lifi, çözünmeyen diyet lifi miktarı ekmeklik buğdaydan daha düşük olduğu görülmektedir. Bununla birlikte kül içeriği, nişasta miktarı, ekmeklik buğdaydan daha yüksek tespit edilmiştir. Toplam sterol içeriği ve kampestanol, sitostanol,  $\Delta 7$ kampesterol,  $\Delta 7$ avenosterol,  $\Delta 7$ stigmastanol miktarı ekmeklik buğdaydan daha yüksek saptanmıştır. Fitosterollerin plazma kolesterolünü düşürücü etkileri sebebi ile beslenmemizde önemli bir yeri olan tahılların sterol konsantrasyonunun yüksekliği önem arz etmektedir. Bu yönüyle siyez buğdayı yüksek toplam sterol içeriği bakımından oldukça değerlidir.

Siyez buğdayının mineral madde içeriği bakımından önemli üstünlüğe sahip olduğu ve K, Mg, Zn, Fe, B, P, Mn miktarının ekmeklik buğdaydan yüksek olduğu tespit edilmiştir. Na içeriği bakımından siyez buğdayı geniş bir değişim aralığı göstermektedir. Taşköprü siyez buğdayında  $3,40 \pm 0,00$  ppm ile en düşük, İhsangazi siyez buğdayında ise  $85,20 \pm 1,80$  ppm ile en yüksek miktar saptanmıştır.

Antioksidan kapasite değeri bakımından siyez buğdayı ile ekmeklik buğday arasında benzer sonuçlar elde etmekle birlikte İhsangazi siyez buğdayının antioksidan kapasite değeri en yüksek saptanmıştır ( $474 \pm 27$   $\mu$ g Trolox eşdeğeri/mg). Buğdayın yetiştirildiği bölgeye göre antioksidan kapasite değeri de değişmektedir. Toplam fenolik madde değeri açısından ekmeklik buğday ve siyez buğdayı arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır.

Siyez buğdayının yağ asidi kompozisyonu değerlendirildiğinde doymuş yağ asitlerinden palmitik asit miktarının siyez buğdayında daha düşük olduğu, stearik asit miktarının ise ekmeklik buğday ile benzer olduğu görülmüştür. Doymamış yağ asitlerinden linolenik asit miktarı ekmeklik buğdaydan düşük tespit edilmiştir.  $\gamma$  -linolenik asit miktarı bakımından Seydiler ve Taşköprü siyez buğdayı ile ekmeklik buğday arasında farklılık bulunmazken, İhsangazi siyez buğdayında daha yüksek bir değer saptanmıştır.

Tip 2 diyabet modeli oluşturulmuş deney hayvanları ile yapılan testlerin sonuçları değerlendirildiğinde, çalışma sonunda tüm gruplar arasında total oksidan seviye, total antioksidan seviye ve insülin değerleri bakımından fark saptanmamıştır. Çalışma boyunca vücut ağırlıkları bakımından da fark tespit edilememiştir. Bununla birlikte diyabet oluşturulan gruplardan siyezli yem ile beslenen ratların kan şekeri değerleri, diyabetli olan ve ekmeklik buğdaylı yem ile beslenen ratlara göre daha düşük tespit edilmiştir. Fakat diyabet tamamen tedavi edilememiştir. Bitkisel kaynaklarda bulunan antioksidan, diyet lifi gibi bileşiklerin antihiperглиsemik özellikleri bulunmaktadır. Buğdayların antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde içeriklerinin benzer olması ve ekmeklik buğdayın diyet lifi içeriğinin daha yüksek olması nedeniyle siyez buğdayının kan şekeri seviyesini ekmeklik buğdaya göre daha fazla azaltmasında başka bileşiklerin neden olabileceği düşünülmektedir. Bu durumun siyez buğdayında yüksek miktarda bulunan sterol bileşiklerinin antihiperглиsemik etkilerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Sterollerle birlikte buğdayda bulunan antioksidan bileşikler, lifler ve fenolik bileşiklerin toplam etkisinden de bahsetmek mümkündür.

Tüm grupların serum insülin seviyeleri arasında bir farklılık bulunmamaktadır. Fakat STZ uygulandıktan sonra diyabetli olan ve siyezli yem tüketen grubun serum insülin seviyesi bir miktar artış göstermiştir. Bu durum, bitkisel kaynaklarda bulunan bazı bileşiklerin, insülin duyarlılığını iyileştirmesi ve daha önce de belirtildiği gibi Langerhans adacıklarının yenilenmesini uyaran mekanizmalara sahip olmalarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Siyez buğdayı, tek başakçıklı ve sıkı kavuz yapısı nedeniyle hastalık ve zararlılara karşı daha dayanıklı, sıcak ve soğuğa karşı adaptasyonu daha yüksek, besin bileşimi düşük olan fakir topraklarda bile yetiştirilebilme üstünlüğüne sahiptir. Bazı besin öğeleri bakımından ekmeklik buğdaydan üstün özelliklere sahip olduğundan dolayı sağlıklı beslenmeye katkıda bulunan fonksiyonel ürünlerin geliştirilmesinde siyezli formülasyonlar kullanılabilir.

Tip 2 diyabetli bireylerde kan şekerinin düzenlenmesinde, insülin duyarlılığının iyileştirilmesinde faydalı olabileceği, fakat mekanizmasının tam olarak anlaşılabilmesi için daha farklı çalışmalarla desteklenmesi gerektiği düşünülmektedir.



## KAYNAKLAR

- Abdel-Aal, E.-S. M., Hucl, P. and Sosulski, F. W. (1995). Compositional and nutritional characteristics of spring einkorn and spelt wheats. *Cereal Chem.*, 72(6), 621-624.
- Abdel-Aal, E.-S. M., Young, J. C., Wood, P. J., Rabalski, I., Hucl, P., Falk, D. and Fre'geau-Reid, J. (2002). Einkorn: A potential candidate for developing high lutein wheat. *Cereal Chemistry* 79(3), 455– 457.
- Abdel-Aal, E.-S. M. and Rabalski, I. (2008). Bioactive compounds and their antioxidant capacity in selected primitive and modern wheat species. *The Open Agriculture Journal*, 2, 7-14.
- Abdollahi, M. and Hosseini, A. (2016). Streptozotocin. *Encyclopedia of Toxicology* (3rd Edition) 2014, Pages 402-404.
- Adıgüzel, E. (2019). Siyez buğdayı (*Triticum monococcum*) çölyak hastaları için alternatif olabilir mi? Can inkorn wheat (*Triticum monococcum*) be an alternative for celiac disease? *Sağlık Bilimleri Dergisi (Journal of Health Sciences)*, 28 (1), 27-32.
- Agama-Acevedo, E., Bello-Perez, L., Lim, J., Lee, B-H. and Hamaker, B. R. (2018). Pregelatinized starches enriched in slowly digestible and resistant fractions. *LWT-Food Science and Technology*, 97, 187–192.
- Ağgöl, A. G. (2012). *Diyabetli ratlarda zeytin yaprağı ekstresinin etkilerinin incelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Akar, T., Cengiz, M. F. and Tekin, M. (2019). A comparative study of protein and free amino acid contents in some important ancient wheat lines. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 11 (2), 191-200.
- Akcura, M. and Kokten, K. (2017) Variations in grain mineral concentrations of Turkish wheat landraces germplasm. *Qual Assur Saf Crop Foods*, 9(2), 153–159.
- Aksu, T. (2017). *Farklı azot ve çiftlik gübre dozlarının ekmeklik buğdayda (Triticum aestivum L.) verim, kalite ve antioksidan aktivitesi üzerine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi), Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Al-Awaida, W. J., Sharab, A. S., Al-Ameer, H. J. and Ayoub N. Y. (2020). Effect of simulated microgravity on the antidiabetic properties of wheatgrass (*Triticum aestivum*) in streptozotocin-induced diabetic rats. *npj Microgravity*, 6(1), 1-10.
- Albayrak, Ö., Kızılgöçü, F., Yıldırım, M. ve Akıncı, C. (2020). Farklı çevrelerde yetiştirilen yazlık ekmeklik buğday genotiplerinin tane verimi ve kalite özellikleri yönünden incelenmesi. *Anadolu Tarım Bilim. Derg. / Anadolu J Agr Sci*, 35(2), 167-174.
- ADA, American Diabetes Association. (2020). *Classification and diagnosis of diabetes: standards of medical care in diabetes 2020*. *Diabetes Care* 2020;43(Suppl. 1):S14–S31
- Angay, S. M. (2019). *Piyasada satılan bazı glutensiz ekmeklerin glisemik indeks değerlerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ankara.

- Anonim, (2001). AACC Report, “The definition of dietary fibre,” *Cereal Food World*, 46(3), 112–126.
- Anonim, (2019a). *National Diet and Nutrition Survey Results from Years 1, 2, 3 and 4(combined) of the Rolling Programme (2008/2009 e 2011/2012)* Public HealthEngland. 160pp. Erişim adresi: [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/216484/dh\\_128550.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/216484/dh_128550.pdf)
- Anonim, (2019b). *Diyabet tanı ve tedavi rehberi 2018*. Erişim adresi: [https://www.turkdiab.org/admin/PICS/files/Diyabet Tani ve Tedavi Rehberi 2018.pdf](https://www.turkdiab.org/admin/PICS/files/Diyabet_Tani_ve_Tedavi_Rehberi_2018.pdf).
- Anonim, (2019c). Erişim adresi: <http://www.diabetcemiyeti.org/c/diyabet-istatistikleri>
- Anonim, (2019d). Classification and Diagnosis of Diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes 2019 *Diabetes Care* 2019;42(Suppl. 1):S13–S28
- Anonim, (t.y.). *The glyceimic index educator’s handbook*. Erişim adresi: <http://guidelines.diabetes.ca/CDACPG/media/documents/Healthcare%20Practitioner%20Tools/glyceimic-index-educators-handbook.pdf>
- AOAC, (1995). Total, insoluble and soluble dietary fiber in food enzymatic gravimetric method (Method 991.43) MES-TRIS buffer. Official Methods of Analysis, (16th ed.) AOAC International, Gaithersburg, MD.
- Aoe, A., Nakamura, F. and Fujiwara, S. (2018). Effect of wheat bran on fecal butyrate-producing bacteria and wheat bran combined with barley on bacteroides abundance in Japanese healthy adults. *Nutrients*, 10(12), 1980.
- Arab Sadeghabadi, Z., Abbasalipourkabir, R., Mohseni, R. and Ziamajidi, N. (2019). Investigation of oxidative stress markers and antioxidant enzymes in newly diagnosed type 2 diabetes patients and healthy subjects, association with IL-6 level. *J Diabetes Metab Disord*, 18(2), 437–43.
- Arvidsson-Lenner, R., Asp, N-G., Axelsen, M., Bryngelsson, S., Haapa, E., Jarvi, A., Karlstrom, B., Raben, A., Sohlstrom, A., Thorsdottir, I. and Vessby, B. (2004). Glycaemic Index. *Scandinavian Journal of Nutrition*, 48(2), 84-94.
- Arzani, A. and Eşref, M. (2017). Culltivated ancient wheats (*Triticum spp.*): a potential source of health-beneficial food products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(3), 477-488.
- Ashwar, B. A., Gani, A., Shah, A., Wani, I. A. and Masoodi, F. A. (2016). Preparation, health benefits and applications of resistant starch—A review. *Starch Starke*, 68(3-4), 287-301.
- Atak, M. (2017). Buğday ve Türkiye Buğday Ky eşitleri. *MK Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2), 71-88
- Atar, B. (2017). Gıdamız buğdayın, geçmişten geleceğe yolculuğu. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Yalvaç Akademi Dergisi*, 2(1), 1-12.

- Ateş, J. ve Veliöğlü, S. (2005). Kolesterolle karşı yeni silahımız: Bitki sterolleri. *Gıda mühendisliği dergisi*, 20, 55-58.
- Atkinson, M. A., Eisenbarth, G.S. and Michels, A. W. (2014). Type 1 Diabetes. *Lancet*, 2014; 383, 69–82.
- Auricchio, S., De Ritis, G., De Vincenzi, M., Occorsio, P. and Silano, V. (1982). Effects of gliadin derived peptides from bread and durum wheats on small intestine cultures from rat fetus and coeliac children. *Pediatric Res*. 16(12), 1004–1010
- Aufiero, V. R., Di Stasio, L., Maurano, F., Accardo, F., Ferranti, P., Mamone, G., Rossi, M. and Mazzearella, G. (2021). Beneficial effects of a *T. monococcum* wheat cultivar on diabetes incidence evaluated in non-obese diabetic mice and after in vitro simulated gastroduodenal digestion. *Int J Food Sci Nutr.*, 73(1), 1-9.
- Auger, F., Morel, M. H., Lefebvre, J., Dewilde, M. and Redl, A. (2008). A parametric and microstructural study of the formation of gluten network in mixed flour-water batter. *J. Cereal Sci.*, 48(2), 349–358.
- Aune, D., Chan, D. S. M., Lau, R., Vieira, R., Greenwood, D. C., Kampman, E. and Norat T. (2012). Carbohydrates, glycemic index, glycemic load, and colorectal cancer risk: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Cancer Causes Control* 23, 521–535.
- Ayas, F., Vuran, F. A., Yüksel, K., Cınar, O., Tugrul Ay, S. and Karabak, S. (2017). The antioxidant capacities and consumption per capita of edible wild species and local varieties collected from turkey within the gef-funded biodiversity for food and nutrition (bfn) project. *ANADOLU, J. of AARI*, 27 (2), 46 – 53.
- Aydoğan, S. (2016). *Kuru ve sulu yetiştirme şartlarının ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve kalitesine etkisinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Bakhøj, S., Flint, A., Holst, J. J. and Tetens, I. (2003). Lower glucose-dependent insulinotropic polipeptide (GIP) response but similar glucagon-like peptide 1 (GLP-1), glycaemic, and insulinaemic response to ancient wheat compared to modern wheat depends on processing. *European Journal of Clinical Nutrition*, 57, 1254-1261.
- Barone, F., Laghi, L., Gianotti, A., Ventrella, D., Saa, D. L. T., Bordoni, A., Forni, M., Brigidi, P., Bacci, M.L. and Turrone, S. (2018). In Vivo Effects of Einkorn Wheat (*Triticum monococcum*) Bread on the Intestinal Microbiota, Metabolome, and on the Glycemic and Insulinemic Response in the Pig Model. *Nutrients*, 11(1), 16.
- Bas, A.L., Demirci, S., Yazihan, N., Uney, K., and Ermis Kaya, E. (2012). Nerium oleander Distillate Improves Fat and Glucose Metabolism in High-Fat Diet-Fed Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. *Int J Endocrinol*. 2012;2012:947187,1-10.
- Baysal, A., Aksoy, M. ve Bozkurt, N. (2002). *Diyet El Kitabı*. (s. 225). Ankara: Hatiboğlu Yayıncılık.



- Belobrajdic, D. M., King, R. A., Christophersen, C. T. and Bird, A. R., (2012). Dietary resistant starch dose-dependently reduces adiposity in obesity-prone and obesity-resistant male rats. *Nutrition & Metabolism*, 9(1), 93.
- Bıyıklı, E. T., Bıyıklı, A. E. ve Akbulut, G. (2017). Glisemik İndeks, Glisemik Yük ve Kanser. *Bes Diy Derg.*, 45(1), 70-76.
- Biel, W., Jaroszewska, A., Stankowski, S., Sobolewska, M. and Kępińska-Pacelik, J. (2021). Comparison of yield, chemical composition and farinograph properties of common and ancient wheat grains. *European Food Research and Technology*, 247(6), 1525–1538.
- Biskup, I., Gajcy, M. and Fecka, I. (2017). The potential role of selected bioactive compounds from spelt and common wheat in glycemetic control. *Adv Clin Exp Med*, 26(6), 1015-1021.
- Bo, S., Seletto, M., Choc, A., Ponzo, V., Lezo, A., Demagistris, A., Evangelista, A., Ciccone, G., Bertolino, M., Cassader, M. and Gambino, R. (2017). The acute impact of the intake of four types of bread on satiety and blood concentrations of glucose, insulin, free fatty acids, triglyceride and acylated ghrelin. A randomized controlled cross-over trial. *Food Research International*, 92, 40-47.
- Brandolini, A., Hidalgo, A. and Moscaritolo, S. (2008). Chemical composition and pasting properties of einkorn (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*) whole meal flour. *Journal of Cereal Science*, 47 (3), 599-609.
- Breen, C., Ryan, M., McNulty, B., Gibney, M. J., Canavan, R. and O'Shea, D. (2014). High saturated fat and low-fibre intake: A comparative analysis of nutrient intake in individuals with and without type 2 diabetes. *Nutr Diabetes*, 4(2), 104.
- Buriro, M., Oad, F. C., Keerio, M. I., Gandahi, A.W. and Laghari, G.M. (2012). Impact of storage sources on physico-chemical properties of various wheat varieties. *Sarhad J. Agric.*, 28(2), 185-190.
- Carcea, M., Salvatorelli, S., Turfani, V. and Mellara, F. (2006). Influence of growing conditions on the technological performance of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Food Science and Technology*, 41 (2), 102–107.
- Carson, G. R. and Edwards, N. M. (2009). *Criteria of wheat and flour quality*. In: Khan K, Shewry PR (eds) *Wheat: chemistry and technology*, (4th ed.) (97–118), American Association of Cereal Chemists, Minnesota.
- Cetiner, B., Tömösközi, S., Török, K., Salantur, A. and Koksel, H. (2020). Comparison of the arabinoxylan composition and physical properties of old and modern bread wheat (*Triticum aestivum* L.) and landraces genotype. *Cereal Chemistry*, 97(2), 505 – 514.
- Chatterjee, S., Khunti, K. and Davies M. J. (2017). Type 2 Diabetes. *Lancet* 2017, 389, 2239-51
- Chiu, M., Austin, P. C., Manuel, D. G., Shah, B. R. and Tu, J. V. (2011). Deriving ethnic-specific BMI cutoff points for assessing diabetes risk. *Diabetes Care*, 34(8), 1741–1748.

- Claus, A., Schreiter, P., Weber, A., Graeff, S., Herrmann, W., Claupein, W., Schieber, A. and Carle, R. (2006). Pyrolytic acrylamide formation from purified wheat gluten and gluten-supplemented wheat bread rolls. *Molecular Nutrition and Food Research*, 50(1), 87-93.
- Corona, V., Gazza, L., Boggini, G., and Pogna, N. E. (2001). Variation in friabilin composition as determined by A-PAGE fractionation and PCR amplification, and its relationship to grain hardness in bread wheat. *J Cereal Sci*, 34(3), 243–250.
- Coşkun, G. ve Bahar, B. (2020). Kimyasal bileşim bakımından tahıllar ve tahılımsılar. *Türk Fen ve Sağlık Dergisi (TFSD) Turkish Journal Of Science and Health* 1(1), 52-60.
- Coşkun, Ö., Kanter, M., Korkmaz, A. and Öter, Ş. (2005). Quercetin, a flavonoid antioxidant, prevents and protects streptozotocin-induced oxidative stress and  $\beta$ -cell damage in rat pancreas. *Pharmacological Research*, 51( 2), 117-123.
- Csákvári, E., Halassy, M., Enyedi, A., Gyulai, F. and Berke, J. (2021). Wheat quality estimation using vision-based digital image analysis. *Sustainability*, 13(21), 12005;
- Čurna, V. and Lacko-Bartošová, M. (2017). Chemical composition and nutritional value of emmer wheat (*Triticum dicoccon* Schrank): a Review. *Journal of Central European Agriculture*, 18(1), 117-134.
- Çetiner, B. (2020). *Bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin fonksiyonel ve tam buğday ekmeği özelliklerinin karşılaştırılması, kalite ve fonksiyonel özellikler bakımından iyileştirilme olanaklarının araştırılması* (Doktora Tezi), Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Deacon, C. F. and Ahrén, B. (2011). Physiology of incretins in health and disease. *The Review of Diabetic Studies*, 8 (3), 293-306.
- Demir, M., Ünver, A., Arslan, D., Üçok, G., Terlemez F. and Türker, S. (2015). Characterisation of einkorn (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*) wheat oil. *Qual. Assur. Saf. Crop*. 7(5), 707-712.
- Dietrich, O., Heun, M., Notroff, J., Schmidt, K. and Zarnkow, M. (2012). The role of cult and feasting in the emergence of Neolithic communities. New evidence from Göbekli Tepe, south-eastern Turkey. *Antiquity*, 86(333), 674-695.
- Dinu, M., Whittaker, A., Pagliai, G., Benedettelli, S. ve Sofi, F. (2018). Ancient wheat species and human health: Biochemical and clinical implications. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 52, 1–9.
- Dülger, D. ve Şahan, Y. (2011). Diyet lifin özellikleri ve sağlık üzerindeki etkileri. *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(2), 147-157.
- Dworatzek, P.D., Arcudi, K., Gougeon, R., Husein, N., Sievenpiper, J. L. and Williams, S. L. (2013). Nutrition therapy. *Can J Diabetes*, 37(1), 45-55.
- Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M. ve Kotancılar, G. H. (2002). *Tahıl ve ürünlerinde analitik kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum, 2002.

- Emeksizoglu, B. (2016). *Kastamonu yöresinde yetiştirilen siyez (triticum monococcum L.) buğdayının bazı kalite özellikleri ile bazlama ve erişte yapımında kullanımının araştırılması* (Doktora Tezi), Ondokuzmayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Engert, N. and Honermeier, B. (2011). Characterization of grain quality and phenolic acids in ancient wheat species (*Triticum* sp.) *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 84(1), 33 – 39.
- Erba, D., Hidalgo, A., Bresciani, J. and Brandolini, A. (2011). Environmental and genotypic influences on trace element and mineral concentrations in whole meal flour of einkorn (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*). *Journal of Cereal Science*, 54(2), 250-254.
- Ereku, O., Oncan, F., Ereku, A., Engün, B. ve Koca, Y. O. (2005). *İleri ekmeklik buğday hatlarında verim ve bazı kalite özelliklerinin sonuçlanması*. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül 2005, Antalya, 111-116.
- Ereku, O., Yiğit, A., Koca, Y. O., Ellmer, F. ve Weib, K. (2016). Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin kalite potansiyelleri ve beslenme fizyolojisi açısından önemi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25 (Özel sayı-1), 31-36.
- Erel, O. (2004). A novel automated direct measurement method for total antioxidant capacity using a new generation, more stable ABTS radical cation. *Clinical Biochemistry*, 37(4), 277–285.
- Erel, O. (2005). A new automated colorimetric method for measuring total oxidant status. *Clinical Biochemistry*, 38(12), 1103–1111.
- Ergun, R. (2014). *Türkiye'ye özgü bazı ekmek türlerinin glisemik indeks değerlerinin saptanması* (Yüksek Lisans Tezi), Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ertop, M. H. and Atasoy, R. (2018). *Investigation of physicochemical and nutritional properties of jujube (Zizyphus jujuba) and evaluation of alternative uses*. Paper presented at International Eurasian Conference on Science, Engineering and Technology (EurasianSciEnTech 2018), Ankara.
- Ertop, M. H. and Atasoy, R. (2019). Comparison of physicochemical attributes of einkorn wheat (*triticum monococcum*) and durum wheat (*triticum durum*) and evaluation of morphological properties using scanning electron microscopy and image analysis. *Tarım Bilimleri Dergisi – Journal of Agricultural Sciences*, 25 (1), 93-99.
- Fan, M. S., Zhao, F. J., Fairweather-Tait, S. J. and McGrath, S. P. (2008). Evidence of decreasing mineral density in wheat grain over the last 160 years. *J Trace Elem Med Biol*, 22(4), 315–324.
- Faris, J. D. (2014). *Wheat domestication: key to agricultural revolutions past and future* (Chapter 18). Genomics of Plant Genetic Resources. Volume 1. Managing, sequencing and mining genetic resources.
- Favret, E. A., Cervetto, J. L., Solari, R., Bolondi, A., Manghers, L., Boffi, A. and Ortiz, J. (1987). *Comparative effect of diploid, tetraploid and hexaploid wheat on the small intestine*

- of coeliac patients*. In: Proc Eight Meeting Latin-American Soc Pediatr Gastroenterology and Nutrition, San Paolo, Brazil.
- Feldman, M. (2001). *Origin of cultivated wheat*. In: Bonjean AP, Angus WJ, editors. World Wheat book: A history of wheat breeding. 2001. (3-56), Lavoisier Publications, Paris, France.
- Fois, S., Schlichting, L., Marchylo, B., Dexter, J., Motzo, R. and Giunta, F. (2011). Environmental conditions affect semolina quality in durum wheat (*Triticum turgidum* ssp. *durum* L.) cultivars with different gluten strength and gluten protein composition. *J Sci Food Agric.*, 91(14), 2664–2673.
- Frisoni, M., Vallega, V., D'Egidio, M. G., Corazza, G. R. and Gasbarrini, G. (1995). *In vitro toxicity of gluten of three wheat species on the intestinal mucosa of coeliac patients*. In: Abstr ICC Conf The role of cereals in future nutrition, Vienna, Austria, p 8.
- Frégeau-Reid, J. and Abdel-Aal, E. S. M. (2005): Einkorn: A potential functional wheat and genetic resource. 37–61 p. In: ABDEL-AAL, E., WOOD, P. (Szerk.) Speciality grains for food and feed. St. Paul, MN: *American Association of Cereal Chemistry*, 413 p.
- Frost, G. and Dornhorst, A. (2013). Glycemic Index. In: *Caballero B. editor. Encyclopedia of Human Nutrition* (3rd ed.) (393-398). Waltham: Academic Press.
- Gabrovská, D., Fiedlerová, V., Holasová, M., Mascková, E., Smrcinová, H., Winterová, R., Michalová, A. and Hutar, M. (2002). The nutritional evaluation of underutilized cereals and buckwheat. *Food Nutr Bull*, 23(3), 246-253.
- Gartaula, G., Dhital, S., Netzel, G., Flanagan, B. M., Yakubov, G. E., Beahan, C. T., Collins, H. M., Burton, R. A., Bacic, A. and Gidley, M. J. (2018). Quantitative structural organisation model for wheat endosperm cell walls: Cellulose as an important constituent. *Carbohydr. Polym.* 196, 199–208.
- Garzón, G. A., and Wrolstad, R. E. (2009). Major anthocyanins and antioxidant activity of Nasturtium flowers (*Tropaeolum majus*). *Food Chemistry*, 114(1), 44-49.
- Geisslitz, S., Wieser, H., Scherf, K. A. and Koehler, P. (2018). Gluten protein composition and aggregation properties as predictors for bread volume of common wheat, spelt, durum wheat, emmer and einkorn. *Journal of Cereal Science*, 83, 204–212.
- Geisslitz, S., Longin, C. F. H., Scherf, K. A. and Koehler, P. (2019). Comparative study on gluten protein composition of ancient (einkorn, emmer and spelt) and modern wheat species (durum and common wheat). *Foods*, 8(9), 409.
- Giambanelli, E., Ferioli, F., Koçaoglu, B., Jorjadze, M., Alexieva, I., Darbinyan, N. and D'Antuono, L.F., (2013). A comparative study of bioactive compounds in primitive wheat populations from Italy, Turkey, Georgia, Bulgaria and Armenia. *J Sci Food Agric.*, 93(14), 3490 – 3501
- Giroux, M. J., Talbert, L., Habernicht, D. K., Lanning, S., Hemphill, A. and Martin, J. M. (2000). Association of puroindoline sequence type and grain hardness in hard red spring wheat. *Crop Sci*, 40(2), 370–374.

- Gouveia, C. S., Freitas, G., de Brito, J. H., Slaski, J. J. and de Carvalho, M. Â. P. (2014). Nutritional and mineral variability in 52 accessions of common bean varieties (*Phaseolus vulgaris* L.) from Madeira Island. *Agricultural Sciences*, 5(4), 317–329.
- Göncü, A. (2011). *Farklı tahıl unları ilavesi ile elde edilen fırınlanmış buğday cipsinin kalite niteliklerinin belirlenmesi*, (Yüksek Lisans Tezi), Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kayseri.
- Gökpinar, E. (2015). *Tip 2 diyabetli bireylerde uyku ve yaşam kalitesi* (Yüksek Lisans Tezi), Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Granvogel, M., Wiester, H., Koehler, P., von Tucher, S. and Schieberle, P. (2007). Influence of sulfur fertilization on the amounts of free amino acids in wheat. Correlation with baking properties as well as with 3-aminopropionamide and acrylamide generation during baking. *J. Agric. Food Chem*, 55(10), 4271–4277.
- Grausgruber, H., Sailer, C., Ghambashidze, G., Bolyos, L. and Ruckenbauer, P., (2004). *Genetic Variation for Plant Breeding: Proceedings of the 17th Eucarpia General Congress* ed. by Vollman, J, Grausgruber, H and Ruckenbauer, P. Boku-University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna, Austria, pp. 19-22. Erişim adresi: [https://zenodo.org/record/1204819/files/Vollmann\\_Grausgruber\\_Ruckenbauer\\_2004\\_EUCARPIA\\_XVII.pdf](https://zenodo.org/record/1204819/files/Vollmann_Grausgruber_Ruckenbauer_2004_EUCARPIA_XVII.pdf)
- Grausgruber, H., Preinerstorfer, B., Geleta, N., Leopold, L., Eticha, F. Kandler, W., Schuhmacher, R., Bointner, H. and Siebenhandl-Ehn, S. (2010). *Hulled wheats in organic agriculture – Agronomic and nutritional considerations*. In: 8th International Wheat Conference, Abstracts of oral and poster presentations, 41-42, 2010.
- Güler, M. S. ve Bilici, S. (2017). Besinin içeriği, işleme ve pişirme yöntemlerinin glisemik indeks üzerine etkisi. *Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi* 2(3), 1-12.
- Han, Ş. (2020). *Kastamonu ilinde yetiştirilen siyez buğdaylarının (triticum monococcum) mineral madde ve bazı fizikokimyasal nitelikleri açısından toprak – tahıl arasındaki ilişkinin araştırılması*, (Yüksek Lisans Tezi), Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Han, Ş. ve Ertop, M.H. (2022). Kastamonu' da üretilen siyez buğdayının (*triticum monococcum*) bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri. *Akademik Gıda*, 20(1), 63-70.
- Heidari, B., Padash, S. and Dadkhodaie, A. (2016). Variations in micronutrients, bread quality and agronomic traits of wheat landrace varieties and commercial cultivars. *Aust J Crop Sci* 10(3), 377–384.
- Hernández, L., Afonso, D., Rodrigues, E. M. and Diaz, C. (2011). Phenolic compounds in wheat grain cultivars. In *Plant Foods for Human Nutrition*, 66 (4), 408–415.
- Hidalgo, A., Brandolini, A., Pompei, C. and Piscozzi, R. (2006). Carotenoids and tocopherols of einkorn wheat (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum* L.) *J. Cereal Sci.*, 44 (2), 182-193.
- Hidalgo, A. and Brandolini, A. (2008). Protein, ash, lutein and tocopherols distribution in einkorn (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*) seed fractions. *Food Chemistry* 107(1):444-448.

- Hidalgo, A., Brandolini, A. and Ratti, S. (2009). Influence of genetic and environmental factors on selected nutritional traits of *Triticum monococcum*. *J. Agric. Food Chem.*, 57(14), 6342–6348.
- Hidalgo, A., Brandolini, A., and Pompei, C. (2009). Kinetics of tocopherols degradation during the storage of einkorn (*Triticum monococcum* L. ssp. *monococcum*) and breadwheat (*Triticum aestivum* L. ssp. *aestivum*) flours. *Food Chemistry*, 116(4), 821-827.
- Hidalgo, A. and Brandolini, A., (2011). Evaluation of heat damage, sugars, amylases and colour in breads from Einkorn, durum and bread wheat flours. *Journal of Cereal Science*, 54(1), 90-97
- Hidalgo, A. and Brandolini, A., (2012). Lipooxygenase activity in whole meal flours from *Triticum monococcum*, *Triticum turgidum*, *Triticum aestivum*. *Food Chemistry*, 131(4), 1499-1503.
- Hidalgo, A. and Brandolini, A. (2014). Nutritional properties of einkorn wheat (*Triticum monococcum* L.). *J Sci Food Agric.*, 94(4), 601
- Hidalgo, A. and Brandolini, A. (2017). Nitrogen fertilization effects on technological parameters and carotenoid, tocopherol and phenolic acid content of einkorn (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*): a two-year evaluation. *J Cereal Sci*, 73, 18–24
- Hidalgo, A., Lucisano, M., Mariotti, M. and Brandolini, A. (2019). Physico-chemical and nutritional characteristics of einkorn flour cookies. *J Food Process Preserv.*, 43(9), 14079.
- Hidalgo, A., Alamprese, A., Marti, A., Galli, S., Terno, A. B. and Brandolini, A. (2020). Nutritional and technological properties of non-traditional einkorn (*Triticum monococcum*) wheat pasta. *LWT-Food Science and Technology*, 133(14), 109932
- Hussain, S., Maqsood, M. A., Rengel, Z. and Khan, M. K. (2012). Mineral bioavailability in grains of Pakistani bread wheat declines from old to current cultivars. *Euphytica*, 186, 153–163
- ISO 12228. (2014) . *Animal and vegetable fats and oils-determination of individual and total sterol contents Gas chromatographic method*. Erişim adresi: <https://www.iso.org/standard/60248.html>
- Jamuna, R. A. and Mythili, S.V. (2014). Study on total antioxidant status in relation to oxidative stress in type 2 diabetes mellitus. *Journal of clinical and diagnostic research*, 8(3), 108–10.
- Jenkins, A., Jenkins, D., Zdravkovic, U., Würsch, P. and Vuksan, V. (2002). Depression of the glycemic index by high levels of  $\beta$ -glucan fiber in two functional foods tested in type 2 diabetes. *Eur J Clin Nutr*, 56(7), 622–628.
- Jing, W., Demcoe, A. R. and Vogel, H. J. (2003). Conformation of a bactericidal domain of puuroindoline a: structure and mechanism of action of a 13-residue antimicrobial peptide. *J Bacteriol* , 185(16) ,4938–4947.
- Kaku, K. (2010). Pathophysiology of type 2 diabetes and its treatment policy. *JMAJ*, 53(1), 41–46.

- Kantor, L.S., Variyam, N. J., Allshouse, J. E., Putnam, J. J. and Lin, B-H. (2001). Choose a Variety of Grains Daily, Especially Whole Grains: A Challenge for Consumers, *The Journal of Nutrition*, 131(2), 473–486.
- Kefi, S., Kavuncu, O., Bıyıklı, E., Salantur, A., Alyamaç, M. E., Evlice, A. K. and Pehlivan, A. (2021). Morpho-Agronomical and Nutritional Evaluation of Cultivated Einkorn Wheat (*Triticum monococcum* L. ssp. *monococcum*) Lines Sown in Autumn and Spring Seasons. *Asian Journal of Agriculture and Food Sciences*, 9(1), February 2021.
- Keskin, C. N., Pehlivan Karakas, F. and Ağıl, F. (2021). Chemical contents of wheat landraces and their contribution to human health. *Wheat Landraces* (1st ed.)( 147-167). Springer: International Publishing
- Kızılaslan, Y. (2020). *Siyez unu ile üretilen bebe bisküvilerinde protein ve karbonhidrat sindirilebilirliğinin incelenmesi*, (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Krawęcka, A., Sobota, A. and Sykut-Domańska, E. (2019). Functional cereal products in the diet for type 2 diabetes patients. *International Journal of Food Science*, Volume 2019, Article ID 4012450, 7 pages.
- Kucek, L. K., Veenstra, L. D., Amnuaycheewa, P. and Sorrells, M. E. (2015). A grounded guide to gluten: how modern genotypes and processing impact wheat sensitivity. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14(3), 285-302.
- Kulathunga, J., Reuhs, B. L., Zwinger, S. and Simsek, S. (2021). Comparative study on kernel quality and chemical composition of ancient and modern wheat species: Einkorn, Emmer, Spelt and Hard Red Spring Wheat, *Foods*, 10(4), 761.
- Kurçer, Z., ve Karaoğlu, D. (2012). Deneysel diyabet modellerinde alloksan ve streptozotosin kullanımı. *Türk Jem*, 16, 34-40.
- Lachman, J., Miholova, D., Pivec, V., Jíru, K. and Janovska, D, (2011). Content of phenolic antioxidants and selenium in grain of einkorn (*Triticum monococcum*), emmer (*Triticum dicoccum*) and spring wheat (*Triticum aestivum*) varieties. *PlantSoil Environ*, 57(5),235–243.
- Lachman J., Hamouz K., Orsák M., Pivec V., Hejtmánková K., Pazderů K., Dvořák P., Čepl J. (2012): Impact of selected factors – Cultivar, storage, cooking and baking on the content of anthocyanins in coloured-flesh potatoes. *Food Chemistry*, 133(4), 1107–1116.
- Lau, E., Zhou, W. and Henry, C. J. (2016). Effect of fat type in baked bread on amylose–lipid complex formation and glycaemic response. *Br. J. Nutr.*, 115(12), 2122-2129.
- Laze, A., Arapi, V., Ceca, E., Gusho, K., Pezo, L., Brahushi, F. and Knežević, D. (2019). Chemical Composition and Amino Acid Content in Different Genotypes of Wheat Flour, *Periodica Polytechnica Chemical Engineering*, 63(4), 618–628.
- Leeman, M., Ostman, E. and Björck, I. (2005). Vinegar dressing and cold storage of potatoes lowers postprandial glycaemic and insulinaemic responses in healthy subjects. *Eur J Clin Nutr*, 59(11), 1266–1271.

- Leváková, L. and Lacko-Bartošová, M. (2017). . Phenolic acids and antioxidant activity of wheat species: A review. *Agriculture*, 63(3) 92–101.
- Li, J. Y., Yeh, A. I. and Fan, K. L. (2007). Gelation characteristics and morphology of corn starch/soy protein concentrate composites during heating. *J. Food Eng.*, 78(4), 1240–1247.
- Li, Q. Q., Chen, Y. H., Liu, M. Y., Zhou, X. B., Dong, B. D. and Yu S. L. (2008). Effects of irrigation and planting patterns on radiation use efficiency and yield of winter wheat in North China. *Agricultural Water Management*, 95(4), 469–476.
- Li, L., Shewry, P. R. and Ward, J. L. (2008). Phenolic acids in wheat varieties in the healthgrain diversity screen. *J. Agric. Food Chem.*, 56(21), 9732–9739.
- Liatis, S., Grammatikou, S., Pouliou, K. A., Perrea, D., Makrilakis, K., Diakoumopoulou, E. and Katsilambros, N. (2010). Vinegar reduces postprandial hyperglycaemia in patients with type II diabetes when added to a high, but not to a low, glycaemic index meal. *Eur J Clin Nutr.*, 64(7):727-32.
- Liyana-Pathirana, C. and Shahidi, F. (2005). Optimization of extraction of phenolic compounds from wheat using response surface methodology. *Food Chemistry* 93(1), 47-56.
- Løje, H., Møller, B., Laustsen, A. M. and Hansen, Å. (2003). Chemical composition, functional properties and sensory profiling of einkorn (*Triticum monococcum* L.). *Journal of Cereal Science*, 37(2), 231-240.
- Eudmila, L. and Lacko-Bartošová, M. (2017). Phenolic acids and antioxidant activity of wheat species: A Review. *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, 63(3), 92–101.
- Malik, V. S., Li, Y., Tobias, D. K., Pan, A. and Hu, F. B. (2016). Dietary protein intake and risk of type 2 diabetes in US men and women. *Am J Epidemiol*, 183(8), 715-728.
- Mayer, H., Marconi, O., Perretti, G., Sensidoni, M. and Fantozzi, P. (2011). Investigation of the Suitability of Hulled Wheats for Malting and Brewing. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 69(2), 116-120.
- Memiş, E. ve Şanlıer, N. (2009). Glisemik İndeks ve Sağlık İlişkisi. *Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 17-27.
- Mızrak, G. (2016). Glisemik İndeks, Glisemik Yük, Sağlıklı Beslenme ve Spor. *Ziraat Mühendisliği*, 363, 4 – 11.
- Mızrak, G. (2021). *Topraktan Sofraya BUĞDAY*, Ankara. Haziran 2021, Erişim adresi [http://www.xn--grbzmzrak-q9ac25d.com/Yayinlarim/BUGDAY\\_TopraktanSofrayaEkitap.pdf](http://www.xn--grbzmzrak-q9ac25d.com/Yayinlarim/BUGDAY_TopraktanSofrayaEkitap.pdf)
- Migliorini, P., Spagnolo, S., Torri, L., Arnoulet, M., Lazzerini, G. and Ceccarelli, S. (2016). Agronomic and quality characteristics of old, modern and mixture wheat varieties and landraces for organic bread chain in diverse environments of northern Italy. *European Journal of Agronomy*, 79, 131-141.
- Morris, C. F. (2002). Puroindolines: the molecular genetic basis of wheat grain hardness. *Plant Mol Biol*, 48(5-6), 633–647.



- Nargül, M. T. (2019). *Farklı Nişasta Kaynaklarından Enzimle Dirençli Nisasta Üretimi Ve Düşük Glisemik İndeksli Fonksiyonel Atıştırmalık Formülasyonların Geliştirilmesi*, (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Nayak, B., Berrios, J. D. J. and Tang, J. (2014). Impact of food processing on the glycemic index (GI) of potato products. *Food. Res. Int.*, 56, 35-46.
- Ninfali, P., Panato, A., Bortolotti, F., Valentini, L. and Gobbi, P. (2018). *Microscopy techniques for investigating nutritional properties of cereals and their transformation into food stuffs*. In Lombardo—Academy of Sciences and Letters—Study Meetings; PAGEPress®:Pavia, Italy, 2018; pp. 21–39.
- Nurmi, T., Nyström, L., Edelmann, M., Lampi, A. M. and Piironen, V. (2008). Phytosterols in wheat genotypes in the HEALTHGRAIN diversity screen. *J Agric Food Chem.*, 56, 9710–9715.
- Nurmi, T., Lampi, A. M., Nyström, L. and Piironen, V. (2010). Effects of Environment and Genotype on Phytosterols in Wheat in the HEALTHGRAIN Diversity Screen. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(17), 9314-9323.
- Olgun, M., Başçiftçi, Z. B., Arpacioğlu, N. G. A., Katar, D. ve Aydın, D. (2019). Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşitlerinde Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *IJABES*, 1(2): 5-11.
- Olgun, M., Karaduman, Y., Tunca, Z. Ş., Akın, A., Yorgancılar, Ö., Başçiftçi, Z. B., Ayter, N. G. and Takıl, E. (2015). Comparison of some quality characteristics in Kinoa (*Chenopodium quinoa*), Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*), Siyez Wheat (*Triticum monococcum*) and Bread Wheat (*Triticum aestivum*) by principle component analysis. *Biological Diversity and Conservation*, 8(3), 153-158.
- O' Neill, F. H., Brynes, A., Mandeno, R., Rendell, N., Taylor, G., Seed, M. and Thompson, G. R. (2004). Comparison of the effects of dietary plant sterol and stanol esters on lipid metabolism. *Nutrit. Metab Cardiovasc. Dis.*, 14(3), 133–142.
- Ostman, E., Granfeldt, Y., Persson, L. and Björck, I. (2005). Vinegar supplementation lowers glucose and insulin responses and increases satiety after a bread meal in healthy subjects. *Eur J Clin Nutr.*, 59 (9), 983–988.
- Öksüz, A., Bahadırılı, P. N., Yıldırım, U. M. ve Sarıhan, O. E. (2015). Farklı Keten Tür ve Çeşitlerinin Besin Bileşenleri, Yağ Asitleri ve Mineral İçeriklerinin Karşılaştırılması. *Journal of Food and Health Science*, 1(3), 124-134.
- Öncül, N. ve Ensoy, Ü. (2010). *Kjeldahl Yöntemiyle Ham Protein Tayini*, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Tokat, ss. 10-12.
- Özer, E. A. ve Güven, A. (2008, Mayıs 21-23). *Sert kabuklu meyvelerin sağlık üzerine etkileri*. Türkiye 10. Gıda Kongresinde sunulan bildiri, Erzurum. Erişim adresi: <https://www.gidadernegi.org/TR/Genel/24093471920cd.pdf?DIL=1&BELGEANAH=1612&DOSYASIM=240934719.pdf>
- Özkan, H. (2018). *Kavuzlu buğdaylar*. Türkiye Yerel Buğdaylar Sempozyumu, 20-22 Aralık 2018, Bolu

- Özmen, B. (2018). *Deneyisel olarak oluşturulmuş tip 2 diyabette quercus ithaburensis dence. (meşe palamudu) ekstresinin oksidan ve antioksidan sistemler üzerine etkisi*, (Yüksek Lisans Tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Parada, J. and Aguilera, J. M. (2011). Microstructure, mechanical properties, and starch digestibility of a cooked dough made with potato starch and wheat gluten. *LWT Food Sci. Technol.* 44(8), 1739–1744.
- Parada, J. and Santos, J. L. (2016). Interactions between Starch, Lipids and Proteins in Foods: Microstructure Control for Glycemic Response Modulation, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(14), 2362-2369.
- Pehlivan-Karakas, F. and Turker A. U. (2013). An efficient in vitro regeneration system for *Bellis perennis* L. and comparison of phenolic contents of field-grown and in vitro-grown leaves by LCMS/MS. *Ind. Crop. Prod.*, 48, 162-170.
- Pehlivan-Karakas, F., Bozat, B. G., Aslan, D. and Zencirci, N., (2017). Diversity exists in development parameters and enhancement of antioxidant mechanisms of some einkorn and bread wheats under combined water deficits and salt stress. *Progress in Nutrition*, 19( 4), 460-471.
- Pi-Sunyer, F. X. (2002). Glycemic index and disease. *American Journal of Clinical Nutrition*, 76(1), 290-298.
- Pizzuti, D., Buda, A., d’Odorico, A., d’Inca, R., Chiarelli, S., Curioni, A. and Martines, D. (2006). Lack of intestinal mucosal toxicity of *Triticum monococcum* in celiac disease patients. *Scand J Gastroenterol* ,41(11),1305–1311.
- Pogna, N. E., Gazza, L., Corona, V., Zanier, R., Niglio, A., Mei, E., Palumbo, M. and Boggini, G. (2002). *Puroindolines and kernel hardness in wheat species*. In: Ng PKW, Wrigley CW (eds) *Wheat quality elucidation*. AACC, St.Paul, pp 155–169.
- Rachoń, L., Szumiło, G., Brodowska, M. and Woźniak, A. (2015). Nutritional value and mineral composition of grain of selected wheat species depending on the intensity of a production technology. *J. Elem.*, 20(3), 705-715.
- Ragae, S., Guzar, I., Abdel-Aal, E.-S. M. and Seetharaman, K. (2012). Bioactive components and antioxidant capacity of Ontario hard and soft wheat varieties. *In Canadian Journal of Plant Science*, 92(1), 19–30.
- Ramachandran, A. (2014). Know the signs and symptoms of diabetes. *The Indian Journal of Medical Research*, 140(5), 579-81.
- Rebello, C. J., O’Neil, C. E. and Greenway, F. L.(2016). Dietary fiber and satiety: the effects of oats on satiety. *Nutrition Reviews*, 74 (2), 131–147.
- Rewers, A. (2016). *Acute Metabolic Complications In Diabetes*. Diabetes In America, 3rd Edition. Chapter 17, 1-19.
- Rizzello, C. G., Cavoski, I., Turk, J., Ercolini, D., Nionelli, L., Pontonio, E., De Angelis, M., De Filippis, F., Gobbetti, M. and Di Cagno, R. (2015). Organic cultivation of *Triticum*

- turgidum* subsp. *durum* is relected in the four-sourdough fermentation-bread axis. *Appl Environ Microbiol*, 81(9), 3192–3204.
- Sachambula, L., Hartman, I. and Psota, V. (2015). Einkorn wheat malting quality. *Sladovnická kvalita pšenice jednozrnky*, 61(10-11), 320-325.
- Saito, Y., Kajiyama, S., Nitta, A., Miyawaki, T., Matsumoto, S., Ozasa, N., Kajiyama, S., Hashimoto, Y., Fukui, M. and Imai, S. (2020). Eating fast has a significant impact on glycemic excursion in healthy women: randomized controlled cross-over trial. *Nutrients*, 12(9), 2767.
- Salantur, A. and Karaoğlu, C. (2021). Macro-microelements in wheat landraces and their use in breeding. *Wheat Landraces* (1st ed.)(83-91). Switzerland: Springer International Publishing.
- Sami, W., Ansari, T., Butt, N. S. and Ab Hamid, M. R. (2017). Effect of diet on type 2 diabetes mellitus: A review. *International Journal of Health Sciences*, 11(2), 65-71.
- SanGiovanni, J. P., Chew, E. Y., Clemons, T. E., Ferris, F. L., Gensler, G., Lindblad, A. S., Milton, R. C., Seddon, J. M. and Sperduto, R. D. (2007). *The relationship of dietary carotenoid and vitamin A, E, and C intake with age-related macular degeneration in a case-control study: AREDS Report No. 22*. *Arch Ophthalmol* 125: 1225–1232.
- Sardoğan, M. (2016). *Badem iç kabuğunun unlu mamullerde değerlendirilme imkânları* (Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Satman, I., Omer, B., Tutuncu, Y., Kalaca, S., Gedik, S., Dinccag, N., Karsidag, K., Genc, S., Telci, A., Canbaz, B., Turker, F., Yilmaz, T., Cakir, B., Tuomilehto, J; TURDEP-II Study Group. (2013). Twelve-year trends in the prevalence and risk factors of diabetes and prediabetes in Turkish adults. *Eur J Epidemiol.*, 28(2), 169-80.
- Scalbert, A., Morand, C., Manach, C. and Rémésy, C. (2002). Absorption and metabolism of polyphenols in the gut and impact on health. *Biomed Pharmacother.*, 56(6), 276-82.
- Schulze, M. B., Schulz, M., Heidemann, C., Schienkiewitz, A., Hoffmann, K. and Boeing, H. (2007). Fiber and magnesium intake and incidence of type 2 diabetes. A prospective study and meta-analysis. *Archives of Internal Medicine*, 167(9), 956–965.
- Seferoğlu, S., Seferoglu, H. G., Tekintas, F. E. and Balta, F. (2006). Biochemical composition influenced by different locations in Uzun pistachio cv. (*Pistacia vera* L.) grown in Turkey. *J. Food Comp. Analy.*, 19(5), 461-465.
- Sener, A., Best, L. C., Yates, A. P., Kadiata, M. M., Olivares, E., Louchami, K., Jijakli, H., Ladrière, L. and Malaisse. W. J. (2000). Stimulus secretion coupling of arginine-induced insulin release: Comparison between the cationic amino acid and its methyl ester. *Endocrine*, 13(3), 329-340.
- Sereni, A., Cesari, F., Gori, A. M., Maggini, N., Marcucci, R., Casini, A. and Sofi, F. (2017). Cardiovascular benefits from ancient grain bread composition: finding from a double-blinded randomized crossover intervention trial. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 68(1) 97-103.

- Serpen, A., Gökmen, V., Karagöz, A. and Köksel, H. (2008). Phytochemical quantification and total antioxidant capacities of emmer (*Triticum dicoccon* Schrank) and einkorn (*Triticum monococcum* L.)wheat landraces. *J. Agric. Food Chem.*, 56(16), 7285–7292.
- Sevim, İ. ve Ereku, O. (2020). Farklı Buğday Genotiplerinde Kalite Parametrelerinin İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma. *ADÜ ZİRAAT DERG.*,17(2), 235-243.
- Shewry, P. R. (2009a). The health grain programme opens new opportunities for improving wheat for nutrition and health. *Nutr. Bull.*, 34(2), 225-231.
- Shewry, P. (2009b). Comparative properties of cereal seed proteins. *Cereal Foods World Suppl.* 54(4), A7
- Shewry, P. R., Piironen, V., Lampi, A.-M., Edelman, M., Kariluoto, S., Nurmi, T., Fernandez-Orozco, R., Ravel, C., Charmet, G., Andersson, A. A. M., Åman, P., Boros, D., Gebruers, K., Dornez, E., Courtin, C. M., Delcour, J. A., Rakszegi, M., Bedő, Z. and Ward, J. L. (2010). The HEALTHGRAIN wheat diversity screen: effects of genotype and environment on phytochemicals and dietary fiber components. *J. Agric. Food Chem.*,58(17) , 9291–9298.
- Shewry, P. R., Hawkesford, M. J., Piironen, V., Lampi, A.-M., Gebruers, K., Boros, D., Anderson, A. A. M., Aaman, P., Rakzegi, M., Bedo, Z. and Ward, J. L. (2013). Natural variation in grain composition of wheat and related grains. *J. Agric. Food Chem.*, 61(35), 8295-8303.
- Shewry, P. R. and Hey, S. (2015). Do “ancient” wheat varieties differ from modern bread wheats in their content of bioactive components? *J. Cereal. Sci.*, 65, 236-233.
- Steinberg, G. R. (2018). Cellular energy sensing and metabolism-implications for treating diabetes: The 2017 outstanding scientific achievement award lecture. *Diabetes*,67(2), 169-179.
- Stevenson, L., Phillips, F., O'sullivan, K. and Walton, J. (2012). Wheat bran: its composition and benefits to health, a European perspective. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 63(8), 1001-1013.
- Suchowilska, E., Wiwart, M., Borejszo, Z., Packa, P., Kandler, W. and Krska, R. (2009). Discriminant analysis of selected yield components and fatty acid composition of chosen *Triticum monococcum*, *Triticum dicocum* and *Triticum spelta* accessions. *Journal of Cereal Science*, 49 (2), 310–315.
- Suchowilska, E., Wiwart, M., Kandler, W. and Krska, R. (2012). Acomparison of macro- and microelement concentrationsinthe whole grain of four *Triticum* species. *Plant Soil Environ*, 58(3), 141–147.
- Syahaariza, Z. A., Sar, S., Hasjim, J., Tizzotti, M. J. and Gilbert, R. G. (2013). The importance of amylose and amylopectin fine structures for starch digestibility in cooked rice grains. *Food Chemistry*, 136(2), 742–749.
- Şahin, Y., Yıldırım, A., Yücesan, B., Zencirci, N., Erbayram, Ş. ve Gürel, E. (2017). Phytochemical content and antioxidant activity of einkorn (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum*), bread (*Triticum aestivum* L.), and durum (*Triticum durum* Desf.) wheat. *Progress in Nutrition*,19(4), 450-459.

- Şanal, T. (2018). Bazı yerel buğday çeşitlerinin kalite parametreleri. *TÜRKTOB Dergisi*, 38-43.
- Şanlıdağ, E. (2014). *Tip 2 diyabet hastalarında oksidatif stres* (Yüksek Lisans Tezi), Yakın Doğu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Lefkoşa.
- Şerban, L. R., Păucean, A., Man, S. M., Chiş, M. S. and Mureşan, V. (2021). Ancient wheat species: Biochemical profile and impact on sourdoughbread characteristics—A Review. *Processes*, 9(11), 1-20.
- Taddei, F., Gazza, L., Conti, S., Muccilli, V., Foti, S. and Pogna, N. E. (2009). Starch-bound 2S proteins and kernel texture in einkorn, *Triticum monococcum* ssp. *monococcum*. *Theor Appl Genet.*, 119(7), 1205–1212.
- Taenzler, B., Esposti, R. F., Vaccino, P., Brandolini, A., Effgen, S., Heun, M., Schafer-Pregl, R., Borghi, B. and Salamini, F. (2002). Molecular linkage map of Einkorn wheat: mapping of storage-protein and soft-glume genes and bread-making quality QTLs. *Genet. Res., Camb*, 80(2), 131–143.
- Tanaka, F., Ando, A., Nakamura, T., Takagi, H. and Shima, J. (2006). Functional genomic analysis of commercial baker's yeast during initial stages of model dough-fermentation. *Food Microbiol.*, 23(8):717-28.
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2022). Ulusal Gıda Kompozisyonu Veri Tabanı TÜRKOMP, Erişim adresi: <http://www.turkomp.gov.tr/database>
- Thorup, A.C., Gregersen, S. and Jeppesen, P.B. (2014). Ancient wheat diet delays diabetes development in a type 2 diabetes animal model. *Rev. Diabet. Stud.*, 11(3), 245–257.
- Tosun, Y. K. (2017). *Ekmeçlik buğday çeşitlerinin fitosterol içeriklerinin bitki besin elementleri ile ilişkilerinin araştırılması* (Doktora Tezi), Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Tran, D. K., Konvalina, P., Vlasek, O., Sterba, Z. and Suchy, K. (2016). The antioxidant activity of ancient wheat varieties and modern wheat varieties. *Mendelnet 2016*, 158-162. Erişim adresi: <https://mendelnet.cz/pdfs/mnt/2016/01/26.pdf>
- Trocchi, A. and Codianni, P. (2005). Appropriate seeding rate for einkorn, emmer, and spelt grown under rainfed condition in southern Italy. *European Journal of Agronomy*, 22(3), 293-300
- Trozzi, C., Raffaelli, F., Vignini, A., Nanetti, L., Gesuita, R. and Mazzanti, L. (2019). Evaluation of antioxidative and diabetes-preventive properties of an ancient grain, Kamut® khorasan wheat, in healthy volunteers. *Eur. J. Nutr.*, 58(1), 151-161.
- TS EN ISO 10520. (2000). *Doğal Nişasta-Nişasta Muhtevası Tayini-Ewers Polarimetrik Metot. Commission Regulation (EC) No: 152/2009:2.* Erişim adresi: <https://intweb.tse.org.tr/standard/standard/Standard.aspx?081118051115108051104119110104055047105102120088111043113104073098113055086089068111050052109053>
- Tarım ve Orman Bakanlığı (TOB). (2021). *Buğday, Tarım Ürünleri Piyasa Raporu, TEPGE.* Haziran-2021. Erişim adresi:

<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2021-Ocak%20Tar%C4%B1m%20C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/Bu%C4%9Fday,%20Ocak%202021,%20Tar%C4%B1m%20C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasa%20Raporu.pdf>

- Tümer, G. ve Çolak, R. (2012). Tip 2 diabetes mellitusda tıbbi beslenme tedavisi. . Medical nutrition therapy in type 2 diabetes mellitus. *Journal of Experimental and Clinical Medicine Deneysel ve Klinik Tıp Dergisi*, 29 (2012), 12-15.
- Türk Standartları Enstitüsü (TSE). (2019). TS 4966, 1986. *Gıda Mamullerinde Ham Selüloz Miktarının Tayini-Değiştirilmiş Scharrer Metod*. TSE, Ankara.
- Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği. (2020). *Diabetes Mellitus Ve Komplikasyonlarının Tanı, Tedavi ve İzlem Kılavuzu 2020*. Haziran 2020 – ANKARA. Erişim adresi: [https://www.ktu.edu.tr/dosyalar/17\\_02\\_15\\_2b178.pdf](https://www.ktu.edu.tr/dosyalar/17_02_15_2b178.pdf)
- Ul Ain, H. B., Saeed, F., Ahmad, N., Imran, A., Niaz, B., Afzaal, M., Imran, M., Tufail, T. and Javed. A. (2018). Functional and health-endorsing properties of wheat and barley cell wall's non-starch polysaccharides. *International Journal of Food Properties*, 21(1), 1463-1480.
- Ullah, A., Khan, A. and Khan, I. (2016). Diabetes mellitus and oxidative stress—A concise review. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 24(5), 547-553.
- Vaher, M., Matso, K., Levandi, T., Helmja, K. and Kaljurand, M. (2010). Phenolic compounds and the antioxidant activity of the bran, flour and whole grain of different wheat varieties. *In Procedia Chemistry*, 2 (1), 76–82.
- Van Boxstael, F., Aerts, H., Linssen, S., Latré, J., Christiaens, A., Haesaert, G., Dierickx, I., Brusselle, J. and De Keyser, W. A. (2020). Comparison of the nutritional value of Einkorn, Emmer, Khorasan and modern wheat: Whole grains, processed in bread, and population-level intake implications. *J. Sci. Food Agric.*, 100(11), 4108–4118.
- Viguiliouk, E., Stewart, S. E., Jayalath, V. H., Praneet, Ng. A., Mirrahimi, A., J. de Souza, R., Hanley, A. J., Bazinet, R. P., Mejia, S. B., Leiter, L. A., Josse, R. G., Kendall, C. W. C., Jenkins, D. J. A. and Sievenpiper. J. L. (2015). Effect of replacing animal protein with plant protein on glycemic control in diabetes: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutrients* 2015, 7(12), 9804-9824.
- Vrancheva, R., Krystev, L., Popova, A. and Mihaylova, D., (2019). Proximate nutritional composition and heat-induced changes of starch in selected grains and seeds. *Emirates J. Food Agric.*, 31(9), 718-724.
- Vrancheva, R., Popova, A., Mihaylova, D. and Krastanov, A. (2020). Phytochemical Analysis, In Vitro Antioxidant Activity and Germination Capability of Selected Grains and Seeds. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 13(3), 337 – 342.
- VSS, P., Adapa, D., Vana, D. R., Choudhury, A., Asadutullah, J. and Chatterjee, A. (2018). Nutritional Components Relevant to Type-2-Diabetes: Dietary Sources, Metabolic Functions and Glycaemic Effects. *Journal of Research in Medical and Dental Science*, 6(5), 52-75.

- Witkowska, A.M., Wa'skiewicz, A., Zujko, M.E., Miro'nczuk-Chodakowska, I., Cicha-Mikołajczyk, A. and Drygas, W. (2021). Assessment of plant sterols in the diet of adult polish population with the use of a newly developed database. *Nutrients*, 13(8), 2722.
- World Health Organization, (WHO). (2019). Classification Of Diabetes Mellitus 2019. Erişim adresi: <https://www.who.int/publications/i/item/classification-of-diabetes-mellitus>
- World Health Organisation, (2021). Diabetes. Erişim adresi: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>
- Woyengo, T. A., Ramprasath, V. R. and Jones, P. J. H. (2009). Anticancer effects of phytosterols. *Eur J Clin Nut*, 63(7), 813–820.
- Wrolstad, R. E., Acree, T. E., Decker, E. A., Penner, M. H., Reid, D. S., Schwartz, S. J., Shoemaker, C. F., Smith, D. M. and Sporns, P. (2005). *Handbook of food analytical chemistry*, Volume 1: Water, proteins, enzymes, lipids, and carbohydrates: John Wiley & Sons.
- Yaman, H. M., Ordu, B., Zencirci, N. And Kan, M. (2020). Coupling socioeconomic factors and cultural practices in production of einkorn and emmer wheat species in Turkey. *Environment, Development and Sustainability*, 22(8), 8079-8096.
- Yavuz, F. (2005). *Türkiye' de Tarım*. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, 252 s. Aralık 2005. Ankara.
- Yılmaz, V. A. (2012). *Siyez (Triticum monococcum L.). ve durum (Triticum durum) buğdayların bulgura işlenmesinde bulgur kalitesi, biyoaktif bileşenler ve antioksidan aktivitedeki değişmeler* (Yüksek lisans tezi), Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir.
- Yılmaz, V. A. and Koca, A. F. (2017). Effect of different production techniques on bioactive compounds and antioxidant capacity of einkorn (*Triticum monococcum* L.) and durum (*Triticum turgidum* subsp. *durum*) bulgur. *J Sci Food Agric.*,97(1), 269-277.
- Yogesha, M., Grace, N. J. ve Narendhirakannan, R.T. (2013). Antidiabetic and antioxidant properties of *triticum aestivum* in streptozotocin-induced diabetic rats. *Advances in Pharmacological Sciences*, 2013(11), 716073.
- Yu, L., Haley, S., Perret, J. and Harris, M. (2002). Antioxidant properties of hard winter wheat extracts. *Food Chem.*, 78(4), 457-461.
- Zanini, B., Petroboni, B., Not, T., Pogna, N. and Lanzani, A. (2011).Is *Triticum monococcum* a coeliac-safe wheat? A phase II, single blind, cross-over study on the effect of acute administration on intestinal permeability. *Gut*, 60(1), A86–A87.
- Zencirci, N., Pehlivan-Karakas, F. and Ordu, B. (2021). Macro-micro element variation in traditionally grown einkorn (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*) and emmer wheat (*Triticum dicoccon* Schrank). *International Journal of Secondary Metabolite*, 8 (3), 227–245.
- Zengin, G. (2015). *Bazı ilkel buğdaylarda kalite parametrelerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma* (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Konya.

- Zhao, F. J., Su, Y. H., Dunham, S. J., Rakszegi, M., Bedo, Z., McGrath, S. P. and Sherwry P.R. (2009). Variation in mineral micronutrient concentrations ingrain of wheat lines of diverse origin. *Journal of Cereal Science*, 49(2), 290–295.
- Zhong, Y., Zhu, H., Liang, W., Li, X., Liu, L. and Zhang, X. (2018). High-amylose starch as a new ingredient to balance nutrition and texture of food. *J Cereal Sci.*, 81, 8-14.
- Žilić, S., Serpen, A., Akillioğlu, G., Janković, M. and Gökmen, V. (2012). Distributions of phenolic compounds, yellow pigments and oxidative enzymes in wheat grains and their relation to antioxidant capacity of bran and debranned flour. *Journal of Cereal Science*, 56(3), 652–658.

