

F.Ö. YÜZSEKÖĞRETIM KURULU
ÖNSÖZ OKUMANTASYON MERKEZİ

Bu çalışmada, bazı endemik yabancı buğdaygil ve baklagiller, β -D-Glukan oranları bakımından araştırılmıştır.

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı Doktora Programı kapsamındaki bu tez çalışması, KTÜ Kimya Bölümü ve Tıp Fakültesi Biyokimya laboratuvarlarında yapılmıştır.

Çalışmalarım sırasında ve doktora eğitiminde her türlü kolaylığı gösteren ve bilimsel katkılarını esirgemeyen tez danışmanı Hocam sayın Prof.Dr.Mustafa ÖZDEMİR'e içtenlikle teşekkürü bir borç bilirim. Ders ve tez aşamalarında yardımlarını ve katkılarını gördüğüm Kimya Bölümü öğretim üyeleri ve araştırma görevlileri arkadaşlarıma, laboratuvar çalışmaları ve kimyasal malzemelerin kullanılmasında yardımcı olan KTÜ Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı Başkanı Prof.Dr.Edip KEHA ve Prof.Dr.Orhan DEĞER ile biyokimya Laboratuvarında çalışan Arş.Gör. arkadaşlara, numune toplanmasında yardımcı olan Yrd. Doç.Dr. Aslan OKATAN ile tez yazımında, bilimsel ve manevi desteğinden dolayı Doç.Dr.Nurettin YAYLI'ya, Dr. Fahri UÇAR' a, şekillerin çiziminde yardımcı olan Arş.Gör.Yüksel TURCAN' a şükranlarımı sunarım.

Ayrıca, çalışmaya maddi destek sağlayan KTÜ Araştırma Fonu Yönetim Kurulu Başkanı ve üyeleri ile çalışmalarım esnasında sabır ve anlayışlarından dolayı aileme, ve bütün arkadaşlarıma da teşekkür ederim.

Ağustos -1995

Hasan GENÇ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖNSÖZ	II
ÖZET	V
SUMMARY	VI
ŞEKİL LİSTESİ	VII
TABLO LİSTESİ.....	IX
SEMBOL LİSTESİ.....	XI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş ve Amaç.....	1
1.2. β -D-Glukanlar.....	2
1.3. Tahıl Sakızı = (1-3) (1-4)- β -D-Glukanlar.....	3
1.4. Karma Bağlı β -D-Glukanlar.....	4
1.5. Polisakkaridler.....	5
1.5.1. Nişasta.....	6
1.5.2. Glikojen.....	6
1.5.3. Selüloz.....	7
1.6. Buğdaygillerde Yapılan β -D-Glukan Çalışmaları.....	7
1.7. Enzimler.....	14
1.8. Tahıl β -Glukanların Sağlık ve Beslenmedeki Rolü.....	15
1.8.1. Tahıl Diyet Çalışmaları.....	15
1.8.2. Deneysel Ekmekler	17
1.8.3. Etki Mekanizması	19
1.8.4. Kan Glukozu Üzerindeki Etkisi.....	21
1.8.5. Muhtemel Negatif Gıdasal Etkiler	21
1.8.6. Diğer Bitki Polimerleri.....	22
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	23
2.1. Materyal.....	23
2.2. Maddelerin Analize Hazırlanması.....	25
2.3. β -D-Glukan Analizi İçin Kullanılan Madde ve Malzemeler.....	25
2.3.1. Kullanılan Ayraçlar.....	25
2.4. Metod.....	26
2.4.1. Tahıl Unlarındaki (1-3) (1-4)- β -D-Glukanın Hesaplanması.....	27
2.5. Deneylerin Yapılması.....	27
3. BULGULAR.....	30
4. İRDELEME	33
4.1. (1-3) (1-4)- β -D-Glukanın Tayini.....	33
4.2. β -Glukanaz ve β -Glukosidaz Enzimleri.....	36
4.3. Glukoz Oksidaz/Peroksidaz Enzimi.....	38
4.4. Kültür Bitkilerinin İçerdiği β -Glukanlar.....	39

4.4.1.	Arpa Tahıllarındaki β -Glukan Oranları.....	40
4.4.2.	Yulaf Tahıllarındaki β -Glukan Oranları.....	41
4.4.3.	Çavdar Tahıllarındaki β -Glukan Oranları.....	42
4.4.4.	Buğday Tahıllarındaki β -Glukanlar.....	43
4.4.5.	Diğer Kültür Bitkilerindeki β -Glukan Oranları.....	44
4.5.	Endemik Yabani Buğdaygillerin İçerdiği β -Glukan Oranları...	45
4.5.1.	<i>Poa protensis</i>	45
4.5.2.	<i>Doctylisglomerate</i>	45
4.5.3.	<i>Donthonia alpina</i>	47
4.5.4.	<i>Colamoprostis epigejos</i>	47
4.5.5.	<i>Brochypodium pinnatum</i>	47
4.5.6.	<i>Cynosurus cristatus</i>	47
4.5.7.	<i>Holcus lanatus</i>	48
4.5.8.	<i>Brochypodium sylvaticum</i>	48
4.5.9.	<i>Festuca arundinaceae</i>	48
4.5.10.	<i>Bromus mollis</i>	48
4.5.11.	<i>Festuca drymeja</i>	49
4.5.12.	<i>Bromus secalinus</i>	49
4.5.13.	<i>Festuca rubra</i>	49
4.5.14.	<i>Avena fatua</i>	49
4.5.15.	<i>Bromus squaeosus</i>	50
4.5.16.	<i>Aristida adscensionis</i>	50
4.5.17.	<i>Deschampsia caespitose</i>	50
4.5.18.	<i>Agrostida tenuis</i>	50
4.5.19.	<i>Trisetum flavescens</i>	51
4.5.20.	<i>Steria glauca</i>	51
4.5.21.	<i>Hordeum murimum</i>	51
4.5.22.	<i>Echiochloa gruss- galii</i>	51
4.5.23.	<i>Sorghum halephence</i>	51
5.	SONUÇ ve ÖNERİLER	52
6.	KAYNAKLAR.....	55
7.	ÖZGEÇMİŞ.....	59

ÖZET

Bu araştırmada bölgemizde doğal olarak yetişen bazı endemik yabancı buğdaygiller ve baklagiller ile ülkemizde yetiştirilen kültür türü tahıl tanelerinin içerdiği (1-3),(1-4)- β -D-Glukanlar tayin edilmiştir. Çalışma materyalleri olarak seçilen endemik türler Trabzon, Gümüşhane ve Bayburt il sınırları içerisinde bulunan çeşitli yerlerden 1994 yılının Nisan-Ekim ayları içerisinde toplanmıştır. Kültür türlerinden mısır, fasülye, bezelye, lafir Trabzon; çavdar Gümüşhane; yulaf ve arpa Ankara; buğday, Kırşehir ve nohut Çorum' dan temin edilmiştir. Ayrıca, arpa, buğday (*beyaz, şahin, lanser*), adi korunga, (*Orabyehis sativa*) ve adi yonca (*Medicago satiean*) Erzurum Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Araştırma Enstitüsünde yetiştirilen temin edilmiştir.

Bu materyallerin içerdiği β -D-glukan miktarları enzimatik yöntemle kantitatif olarak tayin edilmiştir. Bu amaçla ölçümlerde saf β -D-glukanaz ve β -D-glukosidaz enzimleri kullanılarak bitki tohumları hücre duvarı endospermindeki lineer polisakkaridlerde bulunan (1-3), (1-4)-glikozidik bağları hidrolizlenmiş, oluşan β -D-glukanlar Glukoz Oksidaz/Peroksidaz ayıraç çözeltisi kullanılmak suretiyle UV-VIS spektrofotometresinde 510 nm' de absorbanslar ölçülmüş ve tayinler yapılmıştır. Endemik türlerin β -D-glukan içeriği % 0.15 - % 6.15 arasında, kültür türlerinin içeriği ise % 0.49- % 5.35 arasında bulunmuştur.

Endemik yabancı buğdaygiller, baklagiller ve Türkiye'de yetiştirilen bazı kültür buğdaygillerindeki β -D-glukan tayini ilk kez bu çalışmada gerçekteştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler : β -D-Glukan , Endemik Buğdaygiller ve Baklagiller,

SUMMARY

Investigation on (1-3), (1-4)- β -D- Glucan Content of Some Regional Wildtype Cereals and Beans

In this study, (1-3), (1-4) - β - D- glucan contents of some naturally grown wildtype cereals and beans of our locality , and of culture type cereal grain grown in Turkey have been determined.

Regional types chosen for research were collected in Trabzon, Gümüşhane , and Bayburt in the period of April - October of 1994. As cultural type research material , corn , beans , peas and lafir were collected from Trabzon , rye from Gümüşhane , oats and barley from Ankara , wheat from Kırşehir and chick peas from Corum. In addition , barley , wheat (*white* , *şahin* , *lanser*) , *Orabyehis sativa* (adi korunga) and *Medicago satiean* (adi yonca) grown in the Plant Reserarch Institute of the Faculty Agriculture of Atatürk University in Erzurum were received. The β -D- glucan content of these samples were determined quantitatively by using enzymic methods. By using β -D-glucanase and β -D-glucosidase in the measurements (1-3) , (1-4) - glicosidic bonds of linear polysaccarides found in cell- wall endodperm of plant seeds were hydrolyzed and resulting β -D- glucans were determined by using glucose oxidase /peroxidase solution and mesuring the absorbances with an UV-VIS spectrophotometer at 510 nm. The β -D-glucan content of regional types were found to be in the range of 0.15 % - 6.15 % and of cultured types in the range of 0.49 % -5.35 %.

This study was the first time that a research on the β -D-glucan determination regional wildtype cereals, beans and of some cultured cereals grown in Turkey has been carried out.

Keywords : β -D-Glucan , Regional cereals and beans.

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No:
Şekil 1. β -D-Glukanın Basit Gösterilişi.....	3
Şekil 2. I-Açık Daireler $\rightarrow\beta$ -Glukanların Periyodik Asit Tarafından Koparılmasını, Siyah Daireler $\rightarrow4\beta$ - Glcp - Hidrolizleyerek Erytritollerini Verdiğini \downarrow Arta Kalan Kısımını Gösteriyor. II- (1-3) (1-4)- B- Glukanın Polimer Zincirindeki Yapısını Gösteriyor.....	5
Şekil 3. Nişastanın Açık Formülü.....	6
Şekil 4. Selülozun Açık Formülü.....	7
Şekil 5. Kalp Krizinden Ölenlerin Oranı Grafiği (Amerikada Yaşayan İnsanların %80' den Fazlasının Kan Kolesterol Seviyelerinin 220mg/dL nin Üzerinde Olduğu Gösterilmiştir).....	16
Şekil 6. β -Glukanca İçeren Ekmekle Beslenen Farelerin Serum Kolesterol Seviyeleri.	20
Şekil 7. β -Glukan İçeren Ekmekle Beslenen Farelerin Karaciğer Kolesterol Seviyeleri.....	20
Şekil 8. β -Glukan Ayrışmasının Teorik Temeli.....	34
Şekil 9. Arpa Unundaki β -Glukanın β -Likenaz İle Ayrıştırılması.....	34
Şekil 10. Arpa Unundaki β -Glukanın β -Glukasidaz İle Ayrıştırılması.....	35

- Şekil 11. Arpa Ekstratındaki Glukozun Belirlenmesi Kullanılan Glukoz Oksidaz/Peroksidaz Etkisi .Δ- Standart Eğri Saf Su ile Hazırlanan Ekstrat.●- Likenaz Ekstratından Sonra Standart Arpa Unundaki Ekstrat. O- Likenaz ve Glukosidaz Denemelerinden Sonraki Arpa Unu Ekstratı..... 36
- Şekil 12. 50°C da Arpadan Hazırlanan Nişastadaki Serbest β-Glukanın Hidrolizlenmesinde Kullanılan β-Glukanaz Enzimi : U, 6.4 EU/mL ; ● , 2.6 EU/mL; O, 1.6EU/mL..... 37
- Şekil 13. Arpadaki Toplam β-Glukanın Analizinde Kullanılan β-Glukanazın Farklı Miktarlarda (10, 25, 50, 100 mg) ve Farklı Zamanlarda Hidrolizlemesi ; ● , Glukoz Oksidaz Metodu ; O, Hekzokinaz/Glukoz 6-Fosfat Dehidrogenaz Metodu..... 38

TABLO LİSTESİ

Sayfa No:

Tablo 1.	Tahıl Ürünlerinden Hazırlanan Gıda Maddelerindeki β -Glukan Oranları.....	8
Tablo 2.	Perklorik Asit Medotuyla Arpa ve Maltda Tayin Edilen β -Glukan Oranları.....	9
Tablo 3.	Tahıl Tanelerindeki Toplam β -Glukan Oranları (%).....	9
Tablo 4.	Finlandiya'da Yetiştirilen Beş Çeşit Kış Çavdarlarındaki β - Glukan Oranları ve Diğer Ülkelerdeki Oranlarıyla Karşılaştırılması	11
Tablo 5.	Değişik Kaynaklardan Elde Edilen β -Glukan Oranları ve Molekül Ağırlıkları	12
Tablo 6.	Tahıl Tanelerindeki β -Glukan Oranları	13
Tablo 7.	β -D-Glukan Diyetleri Yiyen Farelerin Ortalama Kolesterol Seviyeleri	18
Tablo 8.	β - Glukan Ekmek Diyetleriyle Beslenen Farelerin Ortalama Trigliserit Seviyeleri	18
Tablo 9.	1994 Yılı Nisan ve Ekim Ayları Arasında Trabzon , Gümüşhane ve Bayburt İllerinde Toplanan Yabani Buğdaygiller ve Yetiştikleri Yerler.....	23
Tablo 10.	Atatürk Ünivesitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Enstitüsün'de Sağlanan Kültür Bitkileri.....	24

Tablo 11.	Türkiyenin Değişik Bölgelerinde Yetiştirilen Kültür Bitkilerinden Buğdaygil ve Baklagiller.....	24
Tablo 12.	Bazı Endemik Yabani Buğdaygiller ve Baklagillerdeki β -Glukanın UV-VIS deki Absorbans Değerleri ve Oranları.....	31
Tablo 13.	Türkiyenin Değişik Bölgelerinde Yetiştirilen Kültür Bitkilerindeki β -Glukanın UV-VIS deki Absorbans Değerleri ve Oranları.....	32
Tablo 14.	Erzurum Atatürk Ünivesitesi Ziraat Fakültesi Bitki Araştırma Enstitüsünde Yetiştirilen Kültür Bitkilerindeki β -Glukanın UV-VIS deki Absorbans Değerleri ve Oranları.....	33
Tablo 15.	Arpa Tahıllarındaki Toplam β -Glukan Oranları.....	41
Tablo 16.	Yulaf Tahıllarındaki Toplam β -Glukan Oranları.....	42
Tablo 17.	Çavdar Tahıllarındaki Toplam β -Glukan Oranları.....	43
Tablo 18.	Buğday Tahıllarındaki Toplam β -Glukan Oranları.....	44
Tablo 19.	Bazı Endemik Yabani Buğdaygillerin Özellikleri.....	46

SEMBOL LİSTESİ

β -D-Glukan	: (1-3) (1-4)- β -D-Glukan
LDL	: Düşük Yoğunluklu Lipoproteinler
FDA	: Gıda ve İlaç İdaresi
HDL	: Yüksek Yoğunluklu Lipoproteinler
UV-VİS	: Ultraviyole (Mor ötesi) Görünür Bölge
GlcP	: Glukozpiranoz
FIA	: Flow İnjeksiyon Analizi
HPLC	: Yüksek Basıncı Likid Kromatografisi
S.D	: Standart Sapma
X	: Ortalama Değer
G.P.C	: Gaz Basıncı Kromatografisi
G.C	: Gaz Kromatografisi
S.E.C.	: Büyüklük Tayin Kromatografisi
U	: Enzim Birimi
CLAS	: Kolesterol Düşüren Atheroscheratik Çalışması
ME	: Metabolik Enerji
EU	: Enzim Ünitesi

1. GENEL BİLGİLER

1. Giriş ve Amaç

"Bazı Endemik Yabani Buğdaygiller ve Baklagillerin (1-3), (1-4)- β -D-glukan Bakımından Analizi " adı ile sunduğumuz bu tezin amacı, bölgemizde bulunan kültür bitkisi olmayan bazı endemik bitkilerin (1-3), (1-4)- β -D-glukan bakımından analizini yapmak ve niteliklerini incelemektir.

Bu maddeyi seçmemizin başlıca nedeni, günümüzde buğday, arpa, yulaf ve benzerleri ile bazı mantar ve deniz hayvanlarından çıkarılan β -D-glukanın diyet yolu ile düşük yoğunluklu lipoprotein (low density lipoprotein, LDL) miktarını düşürdüğü literatürde belirtilmiş olmasıdır(1, 2). Bu nedenle (1-3), (1-4)- β -D-glukanlar üzerinde son zamanlarda yoğun çalışmalar yapılmaktadır (1, 2).

Amerikan Kimyacılar Birliği bir yandan β -D-glukanları ayırıp, kolesterol düzeyini düşürmek için kullanılmasını tavsiye ederken, öte yandan gıda ve ilaç idaresi (Food and Drug Administration, FDA) ile işbirliği yaparak buğday, arpa, yulaf ve çavdar gibi tahılların özel ekmeklerini yapmakta ve diğer besleyici özelliklerini belirlemeye çalışmaktadır (3 - 5).

Başka bir çalışmada; arpa, buğday, yulaf ve süpürge tohumu gibi tahılların değişik oranlarda ekmekleri hazırlanarak, değişik gruplardaki farelere belirli periyotlarda yedirilmesi sonucu, β -D-glukanların toplam kolesterolü düşürdüğü, yüksek yoğunluklu lipoprotein kolesterolü (HDL) arttırdığı ve aynı zamanda ise düşük yoğunluklu lipoproteini düşürdüğü belirtilmektedir(1). Bazı β -D-glukanların kolesterol düşürücü ve potansiyel kansere karşı koruyucu özellikleri yanında, kanın glukoz seviyesini kontrol altında tuttuğu da belirtilmiştir(6,7). Yulaf kepeğini içeren diyetle beslenen bazı diyabet hastalarda insulin miktarının düşürülebileceği kaydedilmiştir (6, 7).

Klophenstein ve Hosoney'in yaptıkları çalışmalar, farklı tahıllardan hazırlanan β -D-glukanların farelerde kilo almayı ve beslenme durumlarını etkilediğini göstermiştir. Maya (*Saccharomyces*) ve diğer bitkilerdeki (1-3)- β -D-glukanların deney hayvanlarına enjekte edildiğinde anti-tümör ve anti-bakteriyal etkiye sahip olduğu ve beslenme yapıldığında kolesterol düşürücü aktivite gösterdiği belirtilmiştir (8).

1963'de de Groot ve Luyken yulaf , arpa ve diğer tahılların kolesterol düşürücü özelliklerini belirlemek için bir seri deney yapmış ve sadece yulaf diyetinin serum kolesterolünü önemsenecek bir seviyeye düşürdüğünü belirtmişlerdir (7, 9).

β -D-Glukanların kolesterol düşürücü maddeleri içerdiklerini destekleyen oldukça çok sayıda birikmiş veriler olmasına rağmen, onların etki mekanizması hakkında şu ana kadar ortak bir görüş mevcut değildir (7).

Böylesine önemli bir maddenin deney teknolojisini elde etmek, belki üretime yardımcı olmak ve bölgemizde bulunan benzer bitkilerin β -D-glukan içeriği ve β -D-glukan türevlerini tesbit etmek, Türkiye açısından bilime katkı sağlayacaktır. Daha önce çalışılmamış olan bu bölge bitkileri , ilk kez yapılan önemli bir çalışma niteliği taşıyacağı inancındayız.

Buğdaygillerde bulunan β -D-glukanların oranları yetiştikleri yerlere ve çevre şartlarına göre değişiklikler göstermektedir (6). Bu çalışmada yabancı buğdaygillere ilaveten, nohut gibi bazı baklagil türlerinin β -D-glukan içerip içermediği de araştırılmıştır. Yine bu çalışmada bölgemizde yetiştirilen kültür bitkileri buğday, yulaf, çavdar, mısır ve baklagillerin glukan oranları da araştırılmıştır.

Literatür araştırmalarında buğdaygillerin içerdiği β -D-glukanların değişik yöntemlerle tayin edildikleri görülmektedir. Bu yöntemlerin hepsinin ortak özelliği, buğdaygillerin içerdiği polisakkaridlerdeki (1-3), (1-4)- β -D-glukanların enzimlerle hidrolizlenerek, β -D-glikozidik bağlar oluşturmalarıdır. β -D-Glukanlar enzimlerle glukoz dönüşürülerek glukoz oksidaz/peroksidaz yöntemiyle ultraviyole spektrofotometresinde (UV -VIS) 510 nm' deki absorbansları tesbit edilerek tayin edilmiştir.

1.2. β -D-Glukanlar

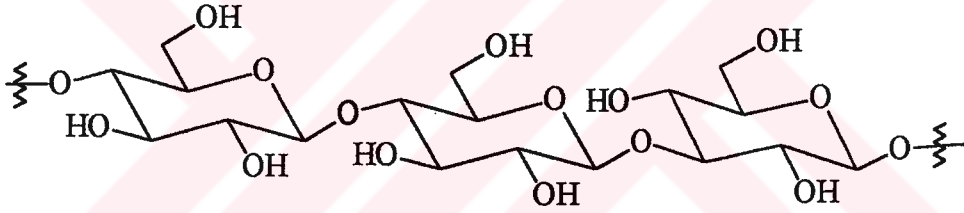
Bu kompleks glukoz polimerlerinin fizikokimyasal ve besin özellikleri 1984' de Wood tarafından incelenmiştir (7, 10). β -D-Glukanlar, selülozdan pek çok yönden farklı olup β -D-(1-3) ve β -D-(1-4) bağlı β -D-glukozil parçacıkları (birimleri) ihtiva ederler. Bunların oranı 2,4:1 olup, düşük molekül ağırlığına sahiptirler, su ile çözündüklerinde viskoz ve yapışkan çözelti oluştururlar (11).

Woodward ve arkadaşları, arpa β -D-glukanlarının çözeltide uzun ipliksi durumda bulduklarını bildirmişlerdir (7, 12, 13). β -D-glukanlar , selülozu hidroliz edemeyen β -D-glukanazlar (Licenase) tarafından hidrolizlenirler. Bitkilerde β -D-glukanlar destek dokusu ve enerji deposu olarak görev yaparlar.

Bugüne kadar tahıl β -D-glukanları üzerinde oldukça az çalışma yapılmıştır. Bunun nedeni de polisakkarid ekstraktının sulu çözeltilerinin viskoz (sakızimsı) bir halde olması ve beslenme deneylerinin hazırlanmasında güçlük bulunmasındandır. Bunun sonucu hayvanların bu yapışkan ve β -D-glukanca zengin diyetleri sevmemelerine ayrıca

çiğnemekte güçlük çekmelerine neden olmaktadır. Ayrıca uzun süreli beslenme denemeleri için gerekli miktarda malzeme elde etmek hem güç ve hem de pahalıdır.

β -D-Glukanlar bütün tahıllarda bulunmakla beraber, arpa ve yulaftaki miktarları en yüksek konsantrasyonda olup % 2-6 arasında değişmektedir (10). Bu her iki tahılının da kolesterol düşürücü özelliğe sahip olduğu gösterilmiştir (8). Bundan dolayı, araştırmalar yulaf üzerinde yoğunlaşmıştır. De Groot ve arkadaşlarının çalışmalarını takiben Fisher ve Griminger yulaf fraksiyonlarının tavuklarda kolesterol düşürücü kapasiteye sahip olduğunu belirtmişlerdir(7). Daha sonraki çalışmalar göstermiştir ki, yulaf diyetinin normal ve hiperkolesterolemik erkeklerde seçici olarak düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL veya kötü zararlı) kolesterolü düşürücü etkiye sahiptir(9,14). Yulaf kepeği ve yulaf sakızı takviyeli sentetik diyet ile beslenen farelerde, plazma kolesterol seviyesinin düştüğü belirtilmiştir. Yulaf sakızı (% 66 β -D-glukan) içeren diyetin, yulaf kepeği içeren diyetten daha etkili olduğu belirtilmektedir (8). Yağlı yulaf diyetiyle beslenen, 208 sağlıklı gönüllüde serum lipidi miktarının düştüğü literatürde yazılmış olup, bu etkinin ürünlerdeki yüksek lif içeriğine bağlı olduğu ifade edilmektedir (15). β -D-glukan'nın (1-3), (1-4) glukosidik bağlı formülü Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. β -D-Glukan'ın Basit Formülü

1.3. Tahıl Sakızı = (1-3), (1-4)- β -D-Glukanlar

Tahıl tohumlarından, yulaf (*Avena sativa*) ve arpa (*Hordeum vulgare*) 'nın suyla ekstraksiyonundan sonra, bu ekstraktın $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ile fraksiyonlandırılması sonucu (1-3),(1-4)- β -D-glukozidik bağlı glukanlar ayrılmıştır. Bu β -D-glukanların lineer (düz) zincirli polimer oldukları tesbit edilmiştir (13).

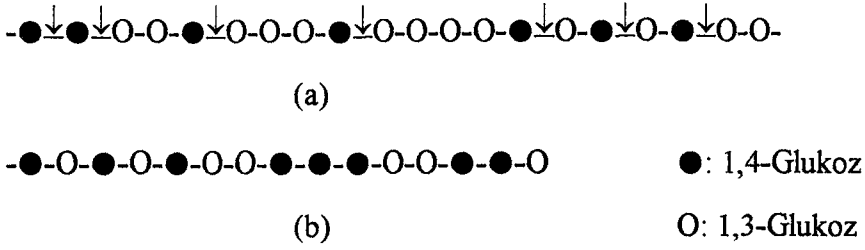
Aynı yapıdaki benzer glukanların endospermik dokuları olmayan (besi dokusu olmayan) yonca ve çayırotu (çimen) hemiselülozunda da olduğu teşhis edilmiştir (16, 17). Bu glukanların yaptığı görev henüz teşhis edilmemiş olup, hücre duvarındaki diğer polimerik yapıli maddelere iştirak ettikleri tahmin edilmektedir. Buna ilaveten enerji değişiminde rol aldıkları da ifade edilmiştir (13).

1.4. Karma Bağlı β -D-Glukanlar

Suda çözünen polisakkaridler tahıl sakızı olarak bilinirler. Bunun yanında nişasta ve bazı karbohidratların bulunması bunların çalışmasını zorlaştırır. Bunların izolasyonları homojen ürünlerin eldesini güçleştirebilir. Bu güçlük kısmi fraksiyonlandırmadan sonra, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ilavesiyle çöktürülmek suretiyle giderilir(13, 18). Örneğin, β -D-Glukanların saflaştırılması, asetillendirilme veya metil türevlerinin oluşturulmasıyla gerçekleşir. Fraksiyonlamadan sonra polisakkaridler yeniden kazanılır veya direkt yapısal bilgi elde edilmeye çalışılır. Sulu ekstraksiyon işleminde unda mevcut bulunan glukozların bozunması aşıkardır. Arpa ve yulaftaki ürünlerin lineer karakteri metillendirme sonucu elde edilmiştir. Bu da eşit miktarda (1-3) ve (1-4) bağlı polisakkaridler olduğunu gösterir (13).

Yulaf sakızının kısmi asit ile hidrolizlenmesi sonucu, sadece β -D- bağlı oligosakkaridlerden oluştuğu bulunmuştur. Bu da glukoz moleküllerinin, her iki (1-3) ve(1-4) bağlarını ihtiva ettiğini göstermektedir. (13). Smith parçalanması yöntemi, bağların türlerinin tesbitinde oldukça fazla kullanılan bir yöntemdir. Glukozil kısmından elde edilmiş erythritol (1-4) bağlıdır, *D-(2-O- β -D-glukopiranosylerythritol)* (1-3) ve (1-4) bağlı glukoz molekülünün parçalanmasından elde edilen ürünlerden en çoğu, *D-(2-O- β -D-Laminanibiosylerythritol)* olup (1-4), (1-3),(1-3),(1-4) bağ sırasını ihtiva ederler.

Üç ve dördü gruplar arasında β - (1-3) glukosidik bağ, bu gruplar arasındaki bağ β -(1-4) bağlı olduğu görülmüştür (18). Şekil 2'de Smith parçalanma metodunun şematik parçalanması gösterilmiştir. Bu metoda göre zincirin ne kadarlık kısmı (1-4) bağlı olduğu tam olarak bilinmemektedir. Yukarıdaki metoda göre yapılan çalışmalar bir çok karışık bağlı D-glukanların hazırlanmasında uygulanmış olup metillendirme analizi ve periyodat yöntemiyle uygun sonuçlar vermiştir. Her iki asit ve enzim katalizli hidrolizlenme sonucunda oligosakkaridlerdeki bağların (1-3) ve (1-4) olduğunu ispat edilmiştir. Bu ürünlerin izolasyonu oldukça problemlidir olup bir seri fraksiyonlama yöntemiyle yapılmaktadır. Saflaştırılmış bakteriyel enzimin kullanılmasıyla, zincir üzerindeki özel bağların kırılması sonucu birbirlerine bağlı şeker ünitelerinin aydınlatılması sağlanmıştır. Birbirine bağlı şeker molekülleri glukozlara farklı pozisyonlardan bağlanır. Buğday endospermi hücre duvarında, Şekil 2'de gösterilen tri -●-●-O- ve tetra -●-●-●-O-sakkaridler *Bacillus subtilis* β -D-glukoz endohidrolaz enzimi tarafından hidrolizi özellikle-O-●-O- bağını hidrolizler (13, 18). Yulafin hücre duvarındaki β -D-glukanların enzimatik hidrolizlenmeleri sonucu (1-3) bağının var olduğunu göstermekle birlikte genelde çok az rastlandığı söylenmektedir (13). Bu durum olgunlaşmış dokuların hemiselilozundan izole edilen β -D-glukanlar da gözlenmektedir. Fakat (1-4) bağları mevcuttur.



Şekil 2: (a) Açık Daireler \rightarrow β -D-Glcp - Periyodat Tarafından Koparılmasını , Siyah Daireler \rightarrow 4- β -D-Glcp Hidrolizleyerek Erythritalleri Verildiğini ve \downarrow Arta Kalan Kısımını Gösteriyor.

(b). (1-3) (1-4)- β -D-Glukanın Polimer Zincirindeki Yapısını Gösteriyor.

1.5. Polisakkaridler

Polisakkaridler, karbohidrat olup yüzlerce monosakkarid veya binlerce basit şekerlerin glikosidik bağlanması sonucu meydana gelmiş makromoleküllü polimerlerdir. Her canlı organizmada mevcut olup, hayatın yapıtaşlarını teşkil eder.

Aynı cins monosakkaridlerden meydana gelmiş polisakkaridlere *homopolisakkaridler*, farklı monomer birimlerinden oluşana da *heteropolisakkaridler* denir. Homopolisakkaridler kendisini meydana getiren monosakkarid birimlerine göre adlandırılırlar. Sadece glukoz monomerik ünitesini içeren polisakkaridlere *glukan* adı verilir (22 - 24).

Polisakkaridler kimyasal olarak monomer yapıdaki şekerlerin arasında glikosidik bağlanarak, aralarından bir mol H_2O ' un ayrılıp poli katılması sonucu oluşurlar. İki monosakkarid biriminden oluşan şekere disakkarid, üç monosakkarid birimlerinden oluşana da trisakkarid ve 10 veya daha fazla monosakkarid birimlerinden oluşan şekerlere de oligosakkarid adı verilir.

Glukan türü polisakkaridler yapılarına göre ;

- 1- Homoglukanlar = Yapıtışı olarak sadece bir monosakkarid içerirler .
- 2- Heteroglukanlar = Birden farklı monosakkarid birimi içerirler.
- 3- Konjuge bileşikler (glikoproteinler, glukolipidler) olmak üzere üç ayrı grupta incelenirler (23, 24).

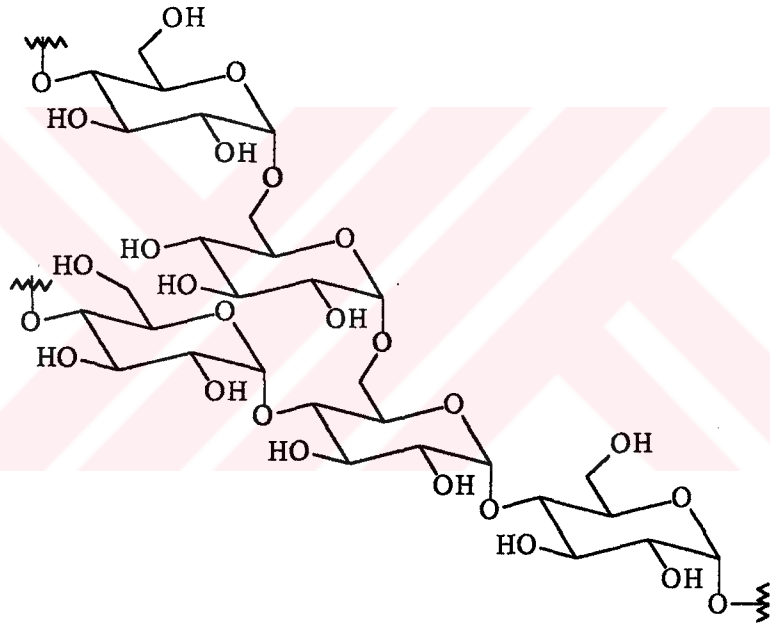
Bitkilerde çok sayıda polisakkarid bulunmakta olup, bunların başlıca iki fonksiyonu vardır. Bunlardan birincisi hücre zarlarını ve iskelet maddelerini oluşturması, ikincisi ise nişasta ve insulin formunda yedek besin olarak davranmalarıdır (22, 24).

En önemli üç polisakkaridden , nişasta , glikojen ve sellülozun üçü de glukandır. (22). Polisakkaridler asitler ile hidrolizlendiklerinde yapı taşları olan monosakkaridlere

parçalanırlar. Toplam hidrolizlenmenin yanında, gerçekleştirilebilen kısmi kimyasal veya enzimatik hidrolizlenme sonucu monosakkarid dizisinin ve glikozidik bağ tipinin teşhisi mümkündür(23).

1.5.1. Nişasta

Nişasta, birçok sebzenin tohumlarında ve meyvelerde yedek besin maddesi olarak depolanır ve bu nedenle buğday, patates ve pirinç nişasta üretiminin başlıca kaynaklarıdır. Unun su ile karıştırılıp, sulu kısmın santrifüjlenmesi sonucu nişasta diğer maddelerden ayrılır. Değişik kaynaklardan elde edilen nişasta farklıdır. Nişasta sıcak su ile muamele edildiğinde % 20' si koloidal çözelti vererek çözünür, buna *amilaz*, çözünmeyen % 80' lik bölümüne *amilopektin* denir (22, 24). Nişastanın yapısı Şekil 3 'de verilmiştir.



Şekil 3. Nişastanın Açık Formülü.

1.5.2. Glikojen

Glikojen hayvan hücrelerinin yedek besin deposudur. Özellikle iskelet kasları ve karaciğer glikojence zengin olup beslenme durumuna çok sıkı bağlıdır. Kısa süren bir açlık döneminde bile en az değere düşer. Dallanmış bir polisakkarid olup zincirler her 8-12 glukoz birim eklenmesinde α -1 \rightarrow 6 bağı ile dallanma gösteren α -1 \rightarrow 4 bağları ile bağlanmış glukoz birimlerinden oluşurlar (22, 24).

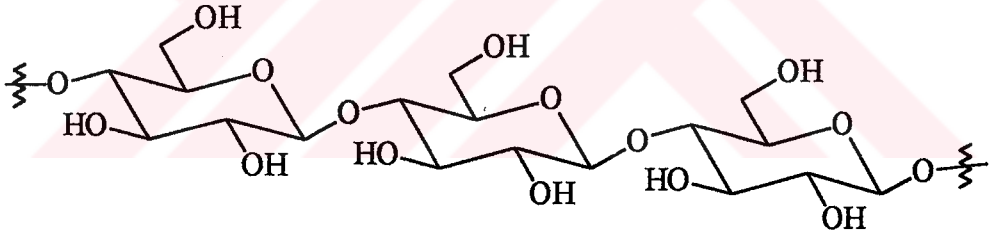
1.5.3. Selüloz

Bitkilerde yaygın şekilde ve çoğunlukla diğer iskelet maddeleri (lignin) ile bir arada bulunur. Saf selüloz pamuk liflerinin hücre zarlarında bulunur. Teknik selüloz genellikle odundan elde edilir ve değişik yöntemlerle saflaştırılır (lignin ve yabancı maddelerden ayırır). Selüloz'da, glukoz molekülleri gibi C-1 ve C-4 arasında β -glukozid bağı oluşacak şekilde bağlanmıştır. Selülozun formülü Şekil 4'de görülmektedir.

Doğal selüloz 8-12 bin glukoz birimlerinden oluşur. Kendi içinde birçok kez katlanmış uzun ipliksi bir moleküldür ve bazı yerlerde hidrojen köprüleri ile bağlanmıştır. Bunlar çaprazlanarak hücre zarını oluştururlar.

Ksiloz, arabinoz ve bazende galaktozdan oluşan polisakkaridlere hemiselülozlar denir. İki veya üç zincir organ gibi birbirine sarılmıştır. Bunlar -OH grupları arasındaki hidrojen bağları ile bir arada tutulurlar.

Kitin, selüloza benzeyen bir iskelet maddesi olup N-asetilglukozamin birimlerinin β -1 \rightarrow 4 glikozid bağları ile bağlanması sonucu oluşan kitobiyodur. Mantar ve böceklerde bulunur (22, 24). Selülozun açık formülü Şekil 4. de verilmiştir.



Şekil 4. Selülozun Açık Formülü.

1.6. Buğdaygillerde Yapılan β -D-Glukan Çalışmaları

Temel gıda maddesi olan tahıl ve tahıl ürünlerindeki β -D-glukanların belirlenmesi için Carr ve arkadaşları tarafından enzimatik bir metod geliştirilmiştir (25). Bu metoda göre tahıl numunelerindeki şekerler % 80 (v/v) etanol ile uzaklaştırılarak enzimlerle inaktive edilir. Tahılların su ile 100°C'de (1 saat) ekstraksiyonu ile çözünen β -D-glukanlar ayrılır ve geriye kalan çözünmemiş glukanlar 1.0 N NaOH çözeltisiyle 100°C'de 16 saat ekstraksiyonu sonucu toplam β -D-glukanlar ayrılır. *P. funiculosum*' dan hazırlanan enzimle, ekstrattaki β -D-glukanlar glukozu parçalayıp, glukoz oksidaz / peroksidaz yöntemiyle kantitatif olarak tayin edildiği belirtilmiştir (25).

Çeşitli yiyecek ürünlerinde çözünen β -D-glukan oranı % 0.49 - 3.90 , toplam β -D-glukan oranı % 0.58-8.86 (kuru ağırlık üzerinden) dir. Bu metodla farklı tahıl ürünlerindeki toplam β -D-glukan miktarlarının tayin edilebileceği belirtilmektedir. Carr ve arkadaşlarının farklı tahıl ürünlerindeki yaptığı çalışmaların sonuçları Tablo 1. de görülmektedir (25).

Tablo 1. Farklı Tahıl Ürünlerinden Hazırlanan Gıda Maddelerindeki β -D-Glukan Oranları (% w/w).

Yiyecek Ürünleri	Toplam β -D-Glukan
Taze Küçük Yulaf Ekmeği	4.30
Küçük Yulaf Ekmeği	4.61
Hazır Yiyecek Yulaf Tahılı	2.48
Hazır Yiyecek Yulaf Kepeği Ekmeği	1.90
Hazır Yiyecek Yulaf Kepeği İnce Unu	2.08
Taze Yulaf Tahılı Kepeği	8.86
Yulaf Kepeği	7.28
Grancla Kepeği	1.42
Yulaf Kepeği Yuvarlak Ekmeği	0.58
Yulaf Ekmeği İmalatı A	0.91
Yulaf Ekmeği İmalatı B	1.12

Henry ve Blakeney tarafından yapılan diğer bir çalışmada, malttaki (çimlenmiş arpa) β -glukanın tayini için uygun enzimatik yöntem uygulanmıştır. Malttaki indirgen şekerler, % 80 (v/v) etanol ile ekstraksiyon yerine, sodyum borohidrat (NaBH_4) ile yüksek seviyede indirgenerek serbest hale geçirilip izole edilebileceği belirtilmiştir (26).

Aman ve Graham, arpa ve yulaftaki toplam karışık bağı (1-3) , (1-4) β -D-glukan analizlerini yapmışlardır (27). Yapılan analizlerde β -D-glukanlar, 38°C 'de iki saat su ile ekstrakte edildikten sonra, çözünmeyen β -D-glukanlar için enzimatik bir metod geliştirmişlerdir. Bu metoda göre β -D-glukanlar özel bir teknik ile hazırlanan β -D-glukanaz (β -D-glucanase) enzimi ile hidrolizlenerek glukozla dönüştürülmüştür. Oluşan bu glukozların, glukoz oksidaz / peroksidaz metoduyla tayin edildiği belirtilmiştir. Montana ve İskandinavya' daki arpa numunelerinde ve İsviçre' deki yulaf numunesindeki toplam β -D-glukan miktarları tayin edilmiştir(27). Arpadaki toplam β -D-glukan miktarlarının % 4.5 ile % 3.0 arasında , yulaftakinin % 2.2 ile % 4.2 arasında olduğu bildirilmiştir (27).

Ahlumalia ve Elles, arpa ve malttaki β -D-glukanın tayini için basit ve hızlı bir metod geliştirmişlerdir (28). Bu yöntemle göre, glukanları hızlı bir şekilde ekstrakte etmek için HClO_4 kullanmışlardır. Daha sonra, ekstraktı özel bir enzimle glukozla

hidrolizleyerek, ekstrattaki glukozu enzimatik olarak ölçmüşlerdir (28). Arpa ve maltta ölçülen β -D-glukanlar Tablo 2. de gösterilmiştir.

Tablo 2. Perklorik Asit Metoduyla Arpa ve Maltta Tayin Edilen β -D-Glukan Oranları.

Tür	β -D-Glukan Oranı (% w/w)	
	Arpa	Malt
Ark Royal	4.3	1.9
Triumph	4.4	1.7
Georgie	5.6	2.7
Egmont	5.4	3.3
Varunda	6.0	3.9
Lager	-	1.6
Ale	-	1.5

Aman ve Hesselman tahıllardaki toplam β -D-glukan miktarının analizi için başka enzimatik bir metod geliştirilmişlerdir. Bu metod nişastanın tamamen azaltılması için termostable α -amilaz ve amyloglikosidaz kullanılmasını içerir. Sodyum asetat tamponu içinde çözünen β -D-glukan % 80'lik (v/v) etanol ile ekstrakte edilen ekstraktan, *Rhizomucor pusillus*'dan hazırlanan β -D-glukanaz enzimi ile çözünen ve çözünmeyen β -D-glukanların tayin edildiği belirtilmiştir. Tampon çözeltisi içinde çözünen β -D-Glukanlardaki mono ve oligo-sakkaridler % 80'lik etanolla çöktürülmüşlerdir. İzole edilen şekerler, asit ile hidrolizlenerek, karışık bağlı toplam glukanların, glukoz miktarından hesaplandığı belirtilmiştir (29). Bu metodla farklı arpa türlerindeki gibi buğday, çavdar, çayırotu, ve yulaf türlerindeki toplam β -D-glukan miktarlarının analiz edildiği belirtilmiş olup analiz sonuçları Tablo 3'de gösterilmektedir (29).

Tablo 3 . Tahıl Tanelerindeki Toplam β -D-Glukan Oranları (%).

	Arpa Tellus	Arpa Norda	Yulaf Sang	Çavdar Petkus	Çayırotu Lasko	Buğday Holme
Deneme Sayısı	19	21	8	8	8	8
% Değer w/w	3.8	3.7	3.0	1.3	0.53	0.54
% de Düzenl. Değerler	3.5-3.9	3.5-4.0	2.7-3.1	1.2-1.5	0.46-0.59	0.47-0.5
Standart Sapma	0.12	0.14	0.18	0.08	0.04	0.04
Varyasyon	3.2	3.8	5.9	5.8	7.7	6.9

Prentice ve arkadaşları tahıl tanelerindeki β -D-glukanın enzimatik analizini yapmışlardır (30). Ham β -D-Glukanlar tahıl tanelerinden ekstra edildikten sonra, *Trichoderma virida'* dan kısmen saflaştırılan β -D-glukanaz enzimi ile hidrolizlenerek glukoz tayin edilmiştir (30). Larker arpasındaki 80°C'de β -D-glukan ekstrakt seviyesi % 7.2, çayırotunda % 1.2 ve Birgitta arpasında % 8.2 dir. Değişik arpa türü maltındaki β -D-glukan, Beacan maltında % 4.6, Birgitta maltında % 8.2 dir. Yulafların % 6.6, buğdayların ise % 1.4 β -D-glukan içerdikleri bulunmuştur (30).

Mekis ve arkadaşları tarafından, arpa β -D-glukanlarının kantitatif olarak belirlenmesi için basit ve hızlı bir metod geliştirilmiştir. (1-3), (1-4) β -D-Glukanın belirlenmesi için Florometrik-Flow-Injection Analizi (FIA)" geliştirilmiş olup ölçümler (1-3), (1-4)- β -D-glukan için floresans calcoflour boyası gibi bir teknik kullanılmasıyla yapılmıştır. Floresans yoğunluğunun artmasıyla reaksiyon sonuçları bir hücre fluorometresi ile dedekte edilip, spektrumun yazıcıyla yazdırılması suretiyle analizin 20 saniye içinde tamamlandığı belirtilmiştir (31).

Henry tarafından , buğday, arpa, yulaf ve çavdardaki, lif bileşenleri, pentosonlar ve (1-3), (1-4) β -D- glukonlar, iki değişik oranda tüm tahıllarda ölçülmüştür. Bu analizlerde lif fraksiyonu izole edilmeden önce tahıllara direkt uygulanmıştır. Deney sonucu β -D-glukan miktarlarının buğdaylarda % 0.6, arpada % 4.2, yulafta % 3.9 ve çavdarda ise % 2.5 olarak bulunduğu belirtilmiştir (32).

Wood ve Weisz yulaftaki β -D-glukanlarının analizinde Colcoflour metodunu kullanarak yaptıkları çalışmada, kısmen saflaştırılan (1-3), (1-4) β -D-glukan çözeltisinin asit hidrolizinden sonra HPLC analizi sonucunda monosakkarid halinde sadece glukoz molekülünün olduğunu göstermiştir. Bu colcoflour yönteminin karbonat tamponu ile pH 10'da yulaf ununa uygulanması sonucu yine çökme gözlenmiştir. Calcoflour ile ayrıştırılan maddenin analizi ile tayin edilen β -D-glukan, toplam glukon ve α -D-glukanın arasındaki farktan hesaplandığı belirtilmektedir (33).

Lehtanen ve Alkosalo 50 ve 68 nolu (34) arpa türündeki β -D-glukan miktarlarını ölçmüşlerdir. Güney Finlandiya'da yetiştirilen ve 68 kodu ile numaralandırılan arpa numunesindeki paralel iki sıra analiz sonucunda glukon seviyesinin kuru ağırlık üzerinden % 3.5-5.3 arasında olduğu tesbit edilmiştir. Finlandiya'nın merkezinde yetişen aynı tür arpa üzerinde yapılan paralel deneyde glukon oranları ise % 4.0-5.2 arasında olduğu bulunmuştur. Güney, merkez ve kuzey Finlandiya'da yetişen ve 50 kod numarasıyla adlandırılan arpa numunesinden altı sıra analiz sonucu glukon oranları sırasıyla % 2.8-4.3, 3.3-5.6 ve 3.6-4.0 arasında olduğu bulunmuştur. 68 nolu üretimdeki β -glukanın ortalama sonuçları, 50 nolu üretimdeki sonuçların herbirinden β -D-glukan bakımından biraz daha zengin olduğu belirtilmiştir (34).

Finlandiya'da yetişen beş farklı kış çavdarlarındaki pentosan ve β -D-glukan oranları, beş ayrı bölgede iki yıl boyunca çalışıldığı belirtilmektedir (32). Bulunan β -D-

glukan değerleri, Kanada, Almanya, Macaristan, İsviçre, U.S.A. ve U.S.S.R 'daki önemli çavdar örneklerinde elde edilen β -D-glukan değerleri karşılaştırılmıştır. Yetiştirilen beş çeşit kış çavdarındaki β -D-glukan miktarları, diğer beş ülkedeki çavdar numunelerindeki miktarlarla karşılaştırılması Tablo 4'de gösterilmiştir.

Inglett, öğütülen yulaf unu ve kepeğinden amylodekstrinle çözünebilen β -D-glukan miktarlarında yaklaşık %10 artış olduğunu belirlemiştir(2). β -D-Glukanların enzimatik yöntemle glukozaya dönüştürülen miktarları HPLC ve G.P.C. ile tayin edilmiştir (2).

Manzonares ve arkadaşları tarafından yapılan diğer bir çalışmada, bira ve içeceklerdeki β -D-glukanı belirlemek için florometrik metodla calcoflour kullanılmış ve, calcoflour vasıtası ile kompleksleşen β -D-glukanın toplam ağırlığı tayin edilmiştir. (36).

Wood ve Weisz , tahıllardaki (1-3), (1-4) β -D-glukanı HPLC, G.C (Gaz kromatografisi, TSK60), büyüklük tayin kromatografisi, (S.E.C.) kullanarak fraksiyonlandırmışlardır. β -D-Glukanların molekül ağırlıkları S.E.C. ile düşük açılı lazer kaydedici ile tayin edilmiştir (37). 60°C'de pH' sı 10 olan Na₂CO₃ tampon çözeltisi kullanılarak dört çeşit yulaf tohumu ve kepeği, dört arpa çeşiti, dört malt çeşiti, dört buğday çeşiti ve bir çavdar çeşitindeki β -D-glukanlar ekstra edilmiş ve bazı ticari ürünlerdeki β -D-glukanların analizi yapılmıştır. Bu tayinler Mc Clearly ve Gliennie - Holmes metoduyla yapılmıştır (37). Değişik kaynaklardan ekstrakte edilen β -D-glukan miktarları ve ortalama molekül ağırlıkları Tablo 5' te gösterilmektedir. Tahıllardaki β -D-glukanların kantitatif tayininde en çok kullanılan metod Mc Clear ve Glennie-Holmes tarafından geliştirilmiştir (35). Bu metodla tahıllardaki (1-3), (1-4)- β -D-glukanlar doğrudan tayin edilir. Karışık bağlı β -D-glukanlar, saf β -D-glukanaz

Tablo 4. Finlandiya'da Yetiştirilen Beş Çeşit Kış Çavdarındaki β -D-Glukan Oranları ve Diğer Ülkelerdeki Oranlarıyla Karşılaştırılması.

Deneysel Bölge	Yıl	β -D-Glukan Oranı	Ülke	β -Glukan Oranı (%)
KYM	1986	1.4	Kanada	1.5
PPO	1986	1.6	Almanya	1.3
SAT	1986	1.6	Macaristan	1.9
PPO	1987	1.2	İsviçre	
			1	1.0
			2	1.3
			U.S.A	
			1	2.0
			2	2.0
			U.S.S.R.	
			1	2.0
			2	1.8
			S.D.	0.38
			X (ort.)	1.6

(β -D-glucanase=lichenase, EC. 3.2.1.4.) enzimi ile tri, tetra ve daha büyük olan oligosakkaridlerden özellikle depolimerize edilir. Bu oligosakkaridler ve β -D- glukanolar glukoz hidrolizlendiler. Hidrolizlenen β -D-glukanlar glukoz oksidaz / peroksidaz ayırıcı kullanılarak tayin edilir (35). Bu metodla tahıl tanelerindeki β -D-glukan oranları tayinleri yapılmış olup bulunan değerler Tablo 6' da verilmektedir.

Tablo 5 . Değişik Kaynaklardan Elde Edilen β -D-Glukan Oranları ve Molekül Ağırlıkları^a.

Numune	β -D-Glukan Ekstratı ^b %	β -D-Glukan Toplam ^c % si	Ekstrattaki molekül Ağırlığı (x10 ⁶)
ARPA			
Bruce	2.81	54	2.66
Rodeo	2.44	53	1.90
Birko	1.79	38	2.32
Mingo	2.01	43	1.70
MALTÇimlenmiş Arpa			
1	1.70	ND ^d	1.34
2	0.63	ND	1.48
3	0.56	ND	1.09
4	0.32	ND	0.97
Çavdar	1.50	86	1.13
Ticari Yulaflar			
Instant yulafları	2.59	58	2.52
Regular rolled Yulafi	2.82	67	2.54
Yulaf Kepeği-1	7.36	85	2.96
Yulaf Kepeği-2	6.30	72	2.80
Hazır Yiyecek Tahılları			
Balance Yulaf Kepeği	2.48	78	1.05
Common Sense Yulafi	2.38	83	1.44
Crackling Yulaf Kepeği	1.74	62	2.93
Yulaf Kepeği (Quaker)	4.20	73	2.93
Ohls (Quaker)	0.32	44	0.60
Multigrain Flakes	0.87	71	2.05

a= Tüm nümüneler pH 10 , 60°C de 2 saat Na₂CO₃ tamponu ile ekstra edilmiştir.

b= Ekstra edilen miktar , onun % kuru ağırlığı üzerinden

c= β -D-Glukan Mc ve G. Holmes metoduyla toplam % si ekstrattan belirlenmiştir.

d= Belirlenemedi.

Tablo. 6 . Tahıl Tanelerindeki β -D-Glukan Oranları

Tahıl Türü	β -D-Glukan Oranı (% w/w)
YULAFLAR	
Carbeen	3.4
Cassia	4.2
Cooba	5.4
Martlock	4.7
Coolabah	4.1
Barmah	2.7
ÇAYIROTU TÜRLERİ	
Venus	0.58
Satu	0.53
Dua	0.42
ÇAVDARLAR	
HD15	1.5
HT12	2.1
HN7	1.6
HN15	1.4
MISIR	
WM4	0.12
BUĞDAYLAR	
Sunstar	0.50
Kite	0.62
Sgret	0.57
DKH7	0.61
WW1246	0.68
PİRİNÇ	
Tarra	0.04

1. 7. Enzimler

Enzimler, yaşayan hücrelerin katalizörleridir. Metabolizma olarak adlandırdığımız organizmadaki kimyasal dönüşümler bu katalizörlerin etkisiyle mümkündür. Enzimler tarafından dönüşüme uğratılan maddelere *substrat* denir (24, 38).

Enzimler olağanüstü spesifik biçimde etkindirler ve metabolizmanın kesin belirli bir ara ürünü ile reaksiyon verirler. Çok benzer maddeleri bile genellikle dönüşüme uğratmazlar. Bunlar reaksiyonları hızlandırıcı olarak adlandırılırlar. Bir kimyasal dönüşümün katalizsiz olarak yarılanma zamanı 30 yıl olan reaksiyon, bir katalizör tarafından 10^{10} kat hızlandırılırsa yarılanma zamanı bir saniyeye iner. Hücredeki birçok reaksiyon ancak enzimler tarafından mümkün olmaktadır.

Genellikle dissosiyeye olabilen gruplar katalizörden etkilenebilirler. Bunların yük durumları pH ile değiştiğinden belli bir pH da en iyi katalitik olacağı görülür. Bu pH değeri enzimin optimum pH sı olarak adlandırılır (24, 38).

Enzim aktivite birimleri; bir kimyasal reaksiyon hızı, birim zamandaki madde dönüşümü olarak tanımlanmıştır. Uluslararası birimlere göre, zaman birimi saniye (s), madde miktarı birimi olarak mol'dür. Bu sistemdeki enzim aktivitesi katal'dır (kat). Bir katal, belli şartlar altında saniyede bir mol madde dönüşümüne sebep olur.

Pratik amaçlar için bu birim çok büyüktür. Laboratuvar koşullarında aktiviteler mikrokatal (μ kat) veya nonakatal (nkat) olarak ölçülür (24).

Birimler arasında aşağıdaki ilişkiler vardır.

$$1 \text{ Uluslararası birim (ing. Unit .U) } = 16.67 \text{ n kat}$$

$$1 \text{ n kat} = 0.06 \text{ Enzim Unit (U)}$$

$$1 \text{ } \mathfrak{R} \text{ kat} = 60 \text{ Enzim birimi}$$

Uzun zamandan beri bilinen enzimlerin özel adları vardır (tripsin, pepsin). Daha sonra adların sonunda -az son eki kullanılmıştır. Uluslararası bir komisyon 1981 yılında toplanarak enzimlerin adlandırılması ve sınıflandırılması için belli kurallar koymuştur. Enzimler, katalizlenen reaksiyon türüne göre on sınıfa ayrılır. Ana sınıflar kendi içinde oluşan ve ayrışan bağlara göre tekrar sınıflandırılır. İlk üç rakam ana ve alt sınıfı, dördüncü rakam ikinci alt grubu verir. İçindeki seri numarasını veren bir sınıflandırma numarası (EC. Nr:) alınır (24). Örneğin Hidrolazlar (Hidrolitik parçalanmaları katalizleyen enzimler)

3- Hidrolazlar

3.1. Ester bağlarını parçalayanlar

3.2. Glikozidik bağları parçalayanlar

3.2.1. Glikozidazlar , β -Glikozidaz , Amilaz

3.2.1.21. β -Glukosidaz

1.8. Tahıl β -D-Glukanların Sağlık ve Beslenmedeki Rolü

Son zamanlara kadar, özellikle tahıl bilimcileri tarafından üzerinde çalışılan β -D-glukan, suda çözünmeyen ve β -D- formunda bağlanmış D-glukoz polimeri olan selülozdur. Fakat günümüzde, pekçok araştırmacı çalışmalarını suda çözünebilir selülozik olmayan tahıl β -D-glukanlarının üzerinde yoğunlaştırmıştır ve onların beslenme ve sağlık üzerindeki (potansiyel) rolünü belirlemeye çalışmaktadırlar (7).

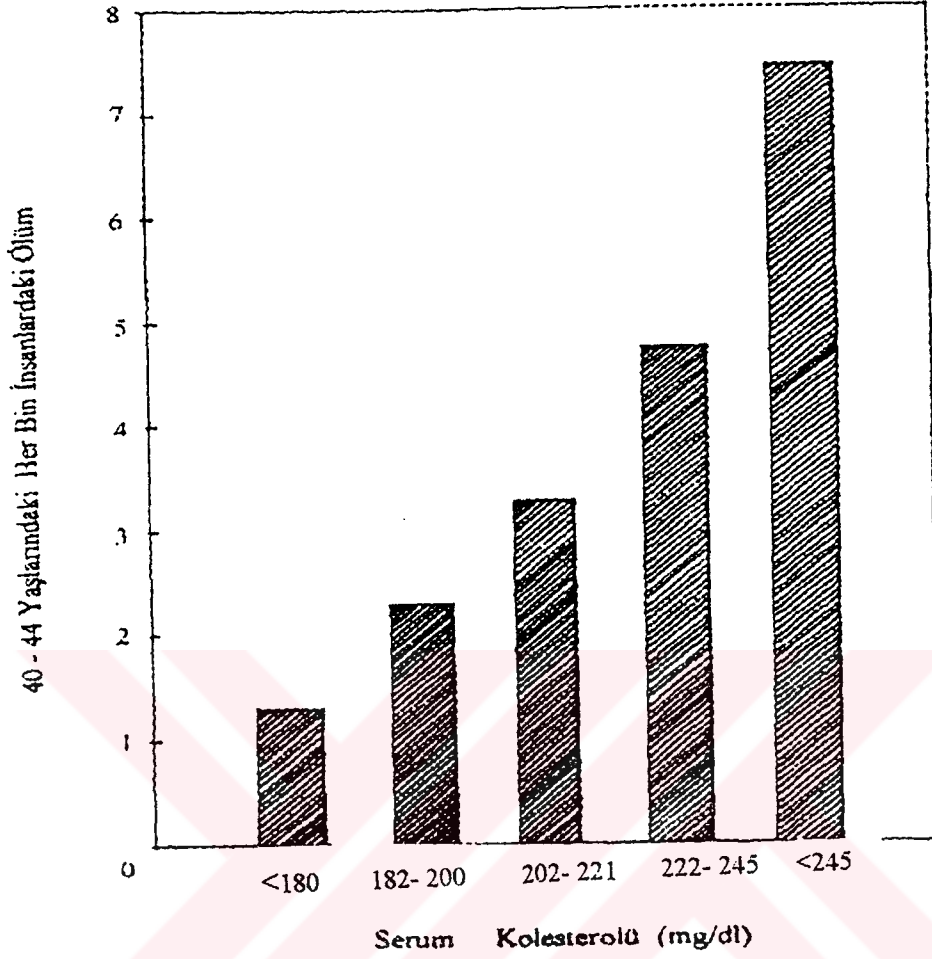
1987 yılında 600.000 den fazla Amerikalı, kalpten kan taşıyan damarların kolesterol dahil lipidlerin birikmesiyle oluşan tıkanıklıklar sonucu meydana gelen kalp hastalıkları nedeniyle hayatını kaybetmiştir (7, 39). Şekil 5' te görülen toplanmış verilerden açıklığa kavuşmuştur ki ; sigara içimine veya yüksek kan basıncına bağımlı olmaksızın kan kolesterol konsantrasyonunun yüksek olması, koroner kalp hastalığına yakalanma riskini arttırmaktadır (7).

Son zamanlarda yapılan bir çalışma da (kolesterolün azaltıldığı ateroskleroz çalışması (CLAS,cholesterol lowering atherosclerosis study) göstermiştir ki, kan kolesterol seviyesinin düşürülmesi aterosklerotik lezyonların ilerlemesini yavaşlatabilmekte ve hatta bazı durumlarda azaltmaktadır (7, 40). Bu çalışmada elde edilen bulgulara göre ; kolesterol seviyesi 200 mg/dL olan kişiler bile yüksek derecede terapiye tabi tutulmaktadır. Fakat CLAS ' ın verdiği bu iyi haberler, bu çalışmada kullanılan etkin terapinin diyetteki yağ ve kolesterol sınırlarının aşırı derecede düşük olması ve kolestipol ile niasin gibi kolesterol düşürücü ilaçlar gerektirmesi sebebiyle etkinliğini kaybetmiştir (40). Elde edilen deneyimle, hastaların çok katı bir kontrol olmaksızın böyle bir diyet ve uzun süreli ilaç alımında takiplerinin zayıf olduğunu göstermiştir (7). Buna ilaveten şu andaki mevcut kolesterol düşürücü ilaçların kabızlık ve mide bulantısından kalp aritmisi ve kanserojenliğe kadar değişen önemli yan etkileri vardır(7).

Günümüzde kan kolesterol seviyesinin düşürülmesinin kalp hastalığı riskini azalttığı, hastalığı durdurduğu veya gelişimini tersine çevirdiği konusunda kuşku yoktur. Bir alternatif veya ilave güvenilir bir tedavi bulunmamaktadır. Bu durum kolesterol düşürücü diyet araştırmalarının çeyrek yüzyıldan daha fazla yapıldığı düşünülürse bir bakıma şaşırtıcıdır.

1.8.1. Tahıl Diyet Çalışmaları

1963'de de Groot ve arkadaşları yulaf, buğday, pirinç ve arpanın kolesterol düşürücü özelliklerini belirlemek üzere bir seri deney yapmış ve sadece yulafli diyetin fare serum kolesterolünü önemsenecek bir seviyeye düşürdüğünü bildirmişlerdir (9). 21 sağlıklı erkek gönüllülere 3 hafta boyunca her gün yulaf ekmeği yedirildiğinde, serum kolesterol seviyeleri 251 mg/dL den 239 mg/dL ye düşmüştür. Gönüllüler normal



Şekil 5:Kalp Krizinden Ölenlerin Oran Grafiği. (AmerikadaYaşayan İnsanların %80'den Fazlasının Kan Kolestrol Seviyesinin 220 mg/dL nin Üzerinde Olduğu Görülmüştür.)

diyetlerine döndüklerinde kolesterol konsantrasyonları deneyden önceki seviyelerine ulaşmıştır. Daha sonra farelerle yapılan çalışmalarda de Groot ve arkadaşları, yulafların lipid ve yağ çıkarılmış fraksiyonlarının eşit derecede kolesterol düşürücü aktiviteye sahip oldukları sonucuna varmışlardır (7). Takip eden yıllarda diğer araştırmacılar yulaf lipidlerinin herhangi bir kolesterol düşürücü aktivitesini gösterememişlerdir ve araştırmalar diğer fraksiyonlar etrafında odaklanmıştır (7).

1985'te yulaflardaki lipid tipi bir kolesterol düşürücü madde bulunduğuna dair yeni deliller Qureshi ve arkadaşları tarafından keşfedilmiştir (34). Yulaf kepeğinden ve arpa aleurone ve subaleurone tabakalarında tespit ettikleri bir trigliserid (1,3- dilinaleyil - 2-γ- Linaleyilgliserol) tavuklara yedirildiğinde önemli derecede kolesterol azalmasına sebep olmuştur (14). Fakat kardiyovasküler araştırmalar hala başlıca yulaf ve diğer

tahılların suda çözünen hücre duvarı polisakkaridleri "(1-3) (1-4)- β -D-glukan" üzerinde yoğunlaşarak devam etmektedir.

1.8.2. Deneysel Ekmekler

Daha önce de belirtildiği gibi β -D-glukanca zengin tahıl fraksiyonlarının, beslenme çalışmalarında kullanılmasındaki önemli bir sorun, onların ıslakken yüksek derecede viskoz ve sakızimsı yapıya sahip olmasıdır. Fakat son zamanlarda yulaf, arpa, buğday ve süpürge tohumu β -D-glukan fraksiyonlarının dondurularak kurutulabileceği (freeze-dried) ve başarılı bir şekilde beyaz tava ekmekleri içine konulabileceği gösterilmiştir (7, 8). Herbir tahılın β -D-glukanca zengin fraksiyonları, Woolard ve arkadaşları tarafından yöntemi değiştirilerek elde edilmiştir (8). Çeşitli tahılların fraksiyonları arasında içerik bakımından önemli bir farklılık bulunamamıştır ve verilen dondurulmuş ekstratların 168 çeşit selülozik ve nişasta olmayan polisakkarid içerdiğini göstermektedir. Yulaf glukan fraksiyonu hafif kuru ve beyaz bir toz halindedir. Buğday, arpa, süpürge fraksiyonları eşit derecede kuru hafif ve yumuşaktır. Fakat açık ten rengindedirler (7, 8).

Klophenstein ve Hosney " β -D-Glukanca Zenginleştirilen Ekmeğin kolesterol Düşürme Etkisi" adlı çalışmalarında yulaf, arpa, buğday ve süpürge tohumu, tohumlarından zenginleştirdikleri ve (1-3) (1-4)- β -D-glukanca zengin fraksiyonlardan deneysel ekmekler hazırlamış ve (7), (8) hazırlanan β -D-glukanca zenginleştirilmiş ekmekler 6 fare grubuna (her grupta 10 fare vardır) %7 ve %13 yulaf glukan, %7 arpa glukan, %7 buğay glukan ve %7 sorghun glukan ekmekleri yedirmişlerdir. 18 ve 35 günlük serum kolesterolü , HDL ve karaciğer kolesterolünü tayin etmişlerdir (7). Ayrıca sorghun glukan ekmekleriyle beslenen deney hayvanlarının sadece 18 günlük serum, HDL ve karaciğer kolesterol konsantrasyonları tayin edilmiştir (7). Diğer gruplardaki hayvanların bir kısmı 18 gün sonunda kontrol diyetlerine döndürülerek onlarında 35 gün sonundaki kolesterol miktarları tayin edilmiştir (Tablo.7) (8).

Sorghumun glukan grubu hariç diğer grupların 25 ve 35 günlük serum trigliserid konsantrasyonları ve 18 gün sonunda kontrol diyetlerine döndürülen hayvanların karaciğer trigliserit miktarları Klophenstein ve Hosney tarafından tayin edilmiştir (Tablo 8.) (8). Un ağırlığında % 7 yulaf, arpa, buğday, süpürge tohumu β -D-glukan fraksiyonları içeren deneysel ekmekler hazırlanmıştır. Ayrıca % 13 yulaf β -D-glukan fraksiyonu içeren bir ekmek de hazırlanmıştır. % 7 lik glukan ekmeklerinin içi açık krem renkli, kabuk kısmı ise orta veya koyu kahverengidir. Ekmeklerin yapısı ve yoğunluğu şimdi piyasadaki pekçok, tahıllı (multi-grain) ekmeklerine benzerdir. Fakat % 13 yulaf glukan ekmeği çok yoğundur ve kabuğu koyu kahverenkli. Glukanca zengin ekmeklerle beslenen fareler

Tablo 7. Glukan Diyetleri Yiyen Farelerin Ortalama Kolesterol Seviyeleri

Diyet	Serum Kolesterolü (mg/mL)			HDL Kolesterolü (mg/mL)		Karaciğer kolesterolü (mg/g)	
	18gün	35gün	35gün ^x	18gün	35gün	35gün	35gün ^x
I-Kontrol	106.2	103.9	103.9	81.0	63.5	2.79	2.79
II- %7 Yulaf Glukan	101.0	97.0	110.2	80.7	64.5	2.25	2.86
III-% 13 Yulaf Glukan	93.3	88.8	112.1	81.0	65.6	2.55	2.66
IV-%7 Arpa Glukan	96.3	85.0	102.2	75.7	75.4	2.01	2.55
V-%7 Buğday Glukan	96.3	91.5	104.3	81.8	63.8	2.20	2.33
VI-%7 Sorghum Glukan	91.8	--	--	83.4			

x = 18 gün sonra kontrol diyet ekmeklerine dönen hayvanlar için değerler.

Tablo 8. Glukan Ekmek Diyetleriyle Beslenen Farelerin Ortalama Trigliserit Seviyeleri

Diyet	Serum Trigliseridler (mg/100 mL)		Karaciğer Trigliseridleri (mg /g)	
	25 gün	35 gün	35 gün	35 gün ^x
I-Kontrol	65.9	72.7	56.0	56.0
II- %7 Yulaf Glukan	53.8	67.5	39.2	50.2
III-%13 Yulaf Glukan	43.3	61.8	58.5	52.0
IV-%7 Arpa Glukan	49.4	66.0	33.1	44.6
V- %7 Buğday Glukan	40.0	63.2	38.9	51.8

x = 18 gün sonra kontrol ekmek diyetine dönen hayvanlar için değerler .

35 günlük beslenme sonunda kontrol olarak kullanılan beyaz tava ekmeği ile beslenen farelere göre daha düşük serum kolesterol seviyelerine sahip olmuşlardır (Şekil. 6) (8).

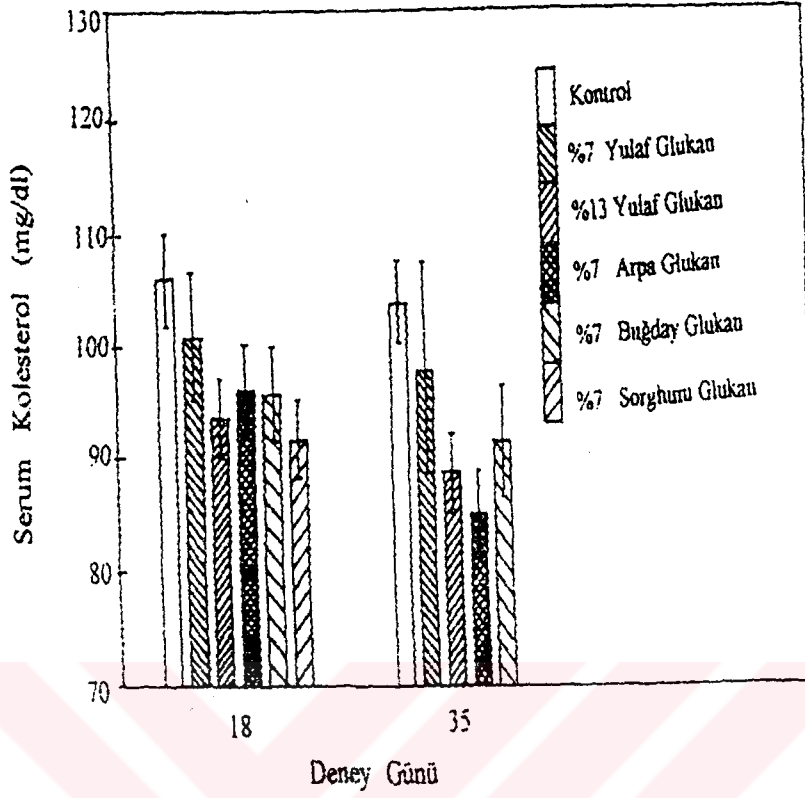
Bunun yanında kontrol ve deney hayvanlarındaki serum yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) kolesterol yüzdesinin farklı olmadığı bulunmuştur. Ayrıca glukanla beslenen hayvanlardaki karaciğer kolesterol konsantrasyonları daha düşük bulunmuştur (Şekil 7). Glukanla beslenen hayvanlardaki serum trigliserid konsantrasyonu 25 günde

geçici olarak düşük bulunmuş, fakat 35. günde kontrol ve glukanla beslenen hayvanlar arasında önemli bir farklılık olmadığı gözlenmiştir (7, 8). Fakat karaciğer trigliserit konsantrasyonları kontrol hayvanlarına nazaran arpa ve buğday glukan ekmekleriyle beslenen farelerde daha düşüktür. Böylece β -D-glukanca zenginleştirilmiş ekmeklerin ve muhtemel diğer unlu ürünlerin kan kolesterol seviyesini diyetle kontrolünde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır (7, 8).

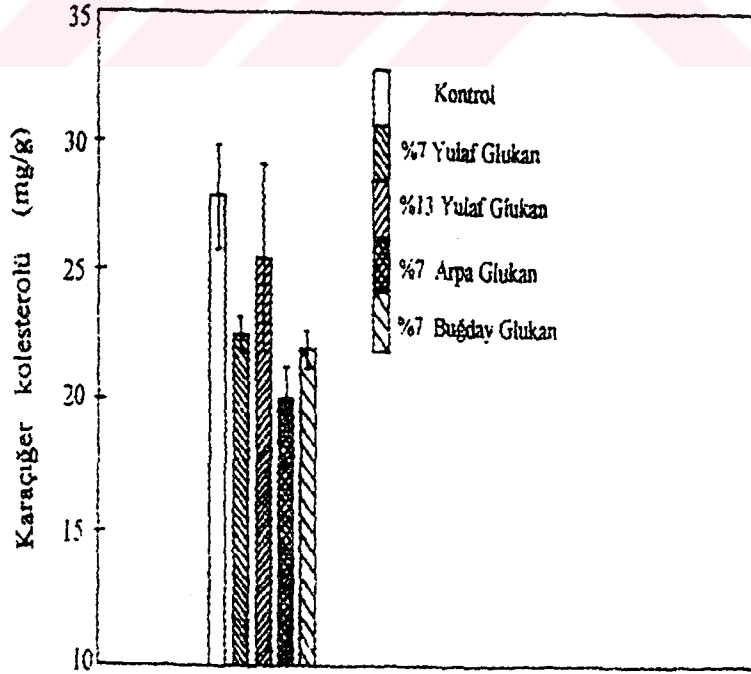
1.8.3.Etki Mekanizması

β -D-Glukanların kolesterol düşürücü maddeler olduğunu destekleyen oldukça fazla birikmiş deliller bulunmasına rağmen, etki mekanizmaları hakkında şu anda ortak bir görüş yoktur. Bazı araştırmacılara göre lifler (8) etkisini, kolesterolü ve onun sindirim zincirindeki metabolitlerini bağlayarak ya da hapsederek onların absorpsiyonunu ve tekrar kullanımını engelleyerek gösterir (41). Böylece vücut kolesterol seviyeleri hızlandırılmış katabolizmacılarda bir metabolik rolü destekleyen deliller ortaya koyulmuştur. Bu metabolitik rol glukanların kolonda bakteri fermantasyonuyla zincirli laboratuvar şartlarında (in vitro) kolesterol sentezini inhibe ettiği gösterilmiş olan butirik, propiyonik ve asetik asit gibi yağ asitlerine dönüşmesini gerektirir. Bu deneyler göstermiştir ki, diyetle alınan propiyonat farelerde kan kolesterol seviyelerini düşürebilir ve kolesterol sentezi için gerekli enzimleri inhibe eder. Fakat IIIman ve Topping, farelere yulaf kepeği diyeti yedirildiğinde hepatik kolesterol sentezinin arttığını göstermiştir. Ancak bu görüşü kuvvetlendirmek için daha fazla araştırma gerekmektedir (42).

Diyet lifleri alımının sonucu oluşan kısa zincirli yağ asitlerinin (özellikle butirik asit) yükselmiş kolon konsantrasyonları, insanlardaki kolon kanserine de koruyucu etki gösterebilir. Butirat kolon mukoza metabolizması için gerekli bir besin maddesi olup kolonik mukoza hücre faaliyetlerini stabilize edici bir etkiye sahip olabilir (8, 43).



Şekil 6. β -D-Glukan İçeren Ekmeklerle Beslenen Farelerin Serum Kolesterol Seviyeleri



Şekil 7. β -D-Glukan İçeren Ekmeklerle Beslenen Farelerin Karaciğer Kolesterol Seviyeleri

1.8.4. Kan Glukozu Üzerindeki Etkisi

β -D-Glukanlar, kolesterol düşürücü ve potansiyel kanserden koruyucu özelliklerinin yanında kan glukoz seviyesinin kontrolünde de kullanılabilirler. Yüksek miktarda yulaf kepeği içeren bir diyetle beslenen bazı diyabet hastalarının insülin tedavisinden çıkabileceği ve bütün hastalarda insülin miktarının düşürülebileceği kaydedilmiştir (8). Fakat 1987 yılında Milli Sağlık Enstitülerinin diyabet tedavisindeki konsensus panel toplantısında konuşmacılar, yüksek lif diyetinin diyabetiklerde istenmeyen sonuçlara sebebiyet verebileceği sonucuna varmışlardır(8, 44). Buna bir örnek zaten bozuk olan kalsiyum absorpsiyonu kapasitesinin daha da kötüleşmesidir. Bu yüzden insülin bağımlısı olmayan diyabetlilerin yüksek lif ve yüksek karbohidrat içerikli diyetlerle tedavisinin etkinliği ve güvenilirliği hala tartışmaya açıktır.

1.8.5. Muhtemel Negatif Gıda Etkileri

Yukarıdaki yorumların yanında bazı negatif (olumsuz) gıdasal etkiler β -D-glukana bağlanmıştır. Hayvan beslenme çalışmalarında arpanın diğer tahıllara nazaran düşük metabolize edilebilir (kullanılabilir), enerji (ME) içeriğine sahip olduğu kaydedilmiştir. Örneğin, domuzda ME'nin arpa için 2870 kcal/kg olduğu hesaplanmıştır. Bunun yanında bu değer mısır için 3325 ve buğday için 3220 kcal/kg, süpürge tohumu için 3229 dur. Arpa β -D-glukanlarının β -D-glukanaz enzimi tarafından parçalanması, arpalı diyetle beslenen tavuklarda gelişme hızını önemli derecede artırmıştır (8, 45).

Klophenstein ve Hosoney farklı tahıllardan hazırlanan β -D-glukanların farelerde kilo almayı ve beslenme etkinliğini farklı farklı etkilediğini göstermiştir (8).

Glukanlar ayrıca beslenme durumunu, diyetle diğer besin maddelerinin emilmesini engelleyerek bozarlar. Şu anda diyet liflerinin minerallerin biyolojik yararlılığı üzerindeki etkileri konusunda oldukça fazla belirsizlik mevcuttur (8, 23).

Platt ve Ciydesdale β -D-glukanların demirle çözünebilen kompleksler oluşturduğunu göstermiştir. Bağlanma afinitesi fitat ve ligninkinden daha düşüktür (8, 44). Fakat selülozunkinden daha büyüktür. Hayvanların başlangıçta yüksek lif diyetleriyle düşürülmüş olan mineral absorpsiyon seviyelerine vücut homostatik sistemi sayesinde adapte olabileceğini veya eksikliği karşılayabileceğini gösteren bazı deliller olmasına rağmen bunu tasdik etmek üzere uzun süreli çalışmalar yapılmalıdır. Yüksek lif diyetlerinin biyolojik vitaminlere mevcudiyeti etkileri konusunda çok az şey bilinmektedir. Gerçekten, β -D-glukanlı liflerin çözeltide çok yapışkan ve viskoz olması nedeniyle, lipidlerin sindirim yolunda emilimini fiziksel olarak engellediklerinden, yağda çözünen vitaminlerin absorpsiyonu da etkilenebilir. A.B.D'de bir grup insan şu anda

demir, kalsiyum , A vitamini ve muhtemelen diğ er gerekli besin maddelerini vücutlarında marjinal seviyede bulundurmaktadırlar (8, 44).

1.8.6. Diğ er Bitki Polimerleri

Çalışmaların pekçoğ u epidemiyolojik olmasını kolesterol düşürücü etkiye sahip olan çözünebilen diyet liflerinin diğ ilerdeki üreme fonksiyonlarının kontroluyla ilgili metabolik işlemleri değı ştirebildiğini gösteren bazı laboratuvar delilleri mevcuttur (8, 46). Yüksek lifli diyet alımının uteus gelişmesinin yavaşlamasıyla, düşük östrojen ve östradiol seviyeleriyle ve yüksek menarş yaşıyla bağlantılı olduğ u bulunmuştur (8), (46).

Klinik öneme sahip olmasından dolayı hakkında az bahsedilmiş olan değ erli bir başka grup β -D-Glukandan bahsetmek gerekir. Bunlar belirli bitkilerde, özellikle fırıncıların iyi tanıdığı maya olan "*Sacchoromyces cerevisiae*" deki (1-3)- β -D-glukoz polimerleridir. Maya ve diğ er bitkilerin bu (1-3)- β -D-glukanlarının, deney hayvanlarına enjekte edildiğinde anti-tümör ve antibakteriyel aktiviteye sahip olduğ u ve beslenmede kullanıldığında kolesterol düşürücü etkisi gösterilmiştir (47). Bu lifler gelecekte insan sağlığını iyileştirmede önemli bir rol oynayabilirler (8).

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

Bazı yabancı endemik buğdaygiller ve baklagiller ile kültür bitkilerinden olan arpa, buğday, yulaf, çavdar, mısır, nohut ve fasulyedeki (1-3) (1-4)- β -D-glukan belirlenmesi için numuneler toplanarak gerekli işlemlerden sonra β -D-glukan tayini yapıldı.

Bunlardan yabancı buğdaygiller Trabzon, Gümüşhane, Bayburt sınırları içerisinde 1994 yılında Nisan ve Ekim ayları arasında temin edildi. Toplanan bu numunelerin adları ve alındıkları yerler Tablo 9. da gösterilmiştir.

Tablo 9. 1994 Yılı Nisan ve Ekim Ayları Arasında Trabzon, Gümüşhane ve Bayburt İllerinde Toplanan Yabancı Buğdaygiller ve Yetiştikleri Yerler.

Tür Adı	Yöresel Adı	Yetiştığı Yer
<i>Poa protensis</i>	Çayır Salkımotu	Arpalı -Sürmene
<i>Dactylis glomerata</i>	Domuz Ayrığı	Karadağ -Akçaabat
<i>Donthonia elpina</i>	-----	Köprübaşı-sürmene
<i>Calamogrostis epigejos</i>	-----	Köprübaşı-Sürmene
<i>Brochypodium pinnatum</i>	Tüysüz Yalancı Brom	Meryemana- Maçka
<i>Cynosurus cristatus</i>	Sorguclu Tarakotu	Meryemana- Maçka
<i>Holcus lanatus</i>	Tüylü Balotu	Meryemana- Maçka
<i>Brochypodium sylvaticum</i>	Tüylü Yalancı Brom	Kampüs-K. T. Ü.
<i>Festuca arundinaceae</i>	Yüksek Çayır Yumağı	Kampüs-K. T. Ü.
<i>Bromus mollis</i>	-----	Karadağ- Akçaabat
<i>Festuca dryeja</i>	-----	Kampüs-K. T. Ü.
<i>Bromus secalinus</i>	Çavdar Bromu	Bayburt
<i>Festuca rubra</i>	Kırmızı Yumak	Kampüs-K. T. Ü.
<i>Avena fatua</i>	Yabancı Yulaf	Kampüs-K. T. Ü.
<i>Bromus squorrosus</i>	-----	Bayburt
<i>Aristida adscensionis</i>	-----	Kaleyanı-Gümüşhane
<i>Deschampsia caespitosa</i>	Çayır Timsahotu	Arpalı-Sürmene
<i>Agrostis tenuis</i>	Narin Tavusotu	Karadağ-Akçaabat
<i>Trisetum flavescens</i>	Altın Yulaf	Köprübaşı-Sürmene
<i>Sterea glauca</i>	Tarla Çayırı	Kampüs-K. T. Ü.
<i>Hordeum murinum</i>	Duvar Arpası	Kampüs-K. T. Ü.
<i>Echinochloa crus-galii</i>	-----	Kayalık-Vakfikebir
<i>Sorghum halepense</i>	Halepotu	Kampüs-K. T. Ü.

Bu yabancı endemik buğdaygiller ve baklagiller (Tablo.7) yetiştikleri yerlerde olgunlaştıktan sonra toplandı. K.T.Ü. Orman Fakültesi Öğretim Üyesi Dr. Arslan OKATAN tarafından türleri belirlendi ve daha sonra bunların tohumları alınarak β -D-glukan analizi için açık havada kurutulularak -4°C de soğutucuda bekletildi.

Kültür bitkilerinden, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Enstitüsü'nde yetiştirilen arpa, çavdar, beyaz (buğday), şahin (buğday), lanser (buğday), adi korunga (*Orabryehis saiva*) ve adi yonca (*Medigga satiean*) temin edildi. Bunlar Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Enstitüsünden Temin Edilen Kültür Bitkileri

Tür Adı	Yetiştigi Yer	Yetiştirme Dönemi
Çavdar	Erzurum	Ağustos
Buğday (Beyaz)	Erzurum	Ağustos
Buğday (Şahin)	Erzurum	Ağustos
Buğday (Lanser)	Erzurum	Ağustos
Orabryehis sativa (Adi Korunga)	Erzurum	Eylül
Medicago satiean (Adi Yonca)	Erzurum	Eylül

Ayrıca Türkiye'nin değişik bölgelerinde yetiştirilen kültür bitkileri insanlar ve hayvanlar tarafından beslenmek için kullanılan buğdaygiller ve baklagiller temin edilerek içerdikleri β -D-glukan tayini yapıldı. Bu kültür bitkilerinin türleri ve yetiştikleri yerler Tablo 11'de gösterilmiştir.

Tablo 11. Türkiye'nin Değişik Bölgelerinde Yetiştirilen Kültür Bitkilerinden Buğdaygiller ve Baklagiller

Tür Adı	Yetiştigi Yer	Yetiştirme Dönemi
Çavdar	Gümüşhane	Ağustos
Yulaf	Ankara	Temmuz
Buğday (Ekmeklik)	Kırşehir	Temmuz
Mısır-I, Mısır-II	Trabzon	Ekim
Fasulye-I, Fasulye-II	Trabzon	Ekim
Bezelye	Trabzon	Haziran
Lafir	Trabzon	Haziran
Nohut	Çorum	Temmuz
Arpa	Ankara	Temmuz

2.2. Maddelerin Analize Hazırlanması

Yetiştirme döneminde toplanan endemik buğdaygiller ve baklagillerin tohumları ve Türkiye'nin değişik bölgelerinde yetiştirilen kültür bitkilerinin tohumları açık havada kurutuldu, sonra bir değirmende ayrı ayrı öğütülerek un haline getirildi. Bu unlar daha sonra gözenekleri 0.05 mm'lik bir elekten geçirilerek, elek altı alındı ve etüvde 80°C'de 20 saat kurutuldu, sonra elde edilen numuneler desikatöre yerleştirilerek, β-D-glukan analizi için hazır hale getirildi.

2.3. β-D-Glukan Analizi İçin Kullanılan Madde ve Malzemeler

Endemik buğdaygiller ve baklagiller ile insan ve hayvanların beslenmesi için yetiştirilen kültür bitkilerinin içerdiği (1-3) (1-4)-β-D-Glukan oranını tayin etmek için gerekli olan madde ve malzemeler, K.T.Ü. Araştırma Fonu, Kimya Bölümü ve Tıp Fakültesi Biyokimya Bölümü Araştırma Laboratuvarlarından sağlandı.

β-D-Glukan tayini için kullanılan madde ve malzemeler şunlardır: Polypropilen tüpler, boyutları 35 mL hacminde 28.87 mm.çapında, C₂H₅OH 100 mM'lık çözeltisi (% 50 v/v), pH: 6.5, Sodyum fosfat tamponu (H₂PO₄⁻/HPO₄⁻², 0.2 M, pH 4.00) asetat tamponu (CH₃COOH /CH₃COO⁻), karıştırıcı, 49104 (Fluko) β-D- glucanase (Lichenase) from *Bacillus Subtilis* 7.2 U / mg., (EC.3.2.1.4.), Whatman No: 42 süzgeç kağıdı, Fluka (49920) β-D-Glucosidase (EC. 3.2.1.21.) Biochemika, lyophilized salt free powder, 6 U / mg. Glukoz Oksidaz / peroksidaz ayıraç çözeltisi (A02466, Glucose Enzymatique Color), sabit sıcaklıkta su banyosu (40°C ve 100°C'lik) ve Spektrofotometre (UV-VIS) kullanıldı.

2.3.1. Kullanılan Ayraçlar

Tahıl ürünlerindeki (1-3) (1-4)-β-D-Glukan tayini için gerekli olan maddeler (Çözeltiler ve Enzim reaktifleri) K.T.Ü. Kimya Bölümü ve Tıp Fakültesi Biyokimya Araştırma Laboratuvarında hazırlandı.

β-D-Glukan tayininde kullanılan 100mM, pH 6.500, fosfat tamponu (H₂PO₄⁻/HPO₄⁻²) ve 0.2 M, pH:4.00 asetat tamponu (CH₃COOH / CH₃COO⁻) çözeltileri Kimya Bölümü Laboratuvarlarında hazırlandı. β-D-Glukanaz (Lichenase) enzimi 7.2 U / mg hazırlanmış

olarak alındı. β -D-Glukosidaz enzimi (6 U / mg. katı) 0.1 mL'de 0.2 U olacak şekilde 0.2M pH 4.00 olan asetat tamponu içerisinde çözülerek hazırlandı.

Numunelerdeki β -D-glukanlar, enzimler tarafından (β -D-glucanase, β -D-glucosidase) glukozla dönüştürülerek çözeltiliye alınan glukoz oranını tayin için kullanılan Glukoz oksidaz / peroksidaz enzim ayracı K.T.Ü. Tıp Fakültesi Biyokimya Bölümü Araştırma Laboratuvarından hazırlanmış olarak temin edildi ve kullanıldı.

2.4. Metod

Bazı endemik yabancı buğdaygil, baklagil ve kültür tahıllarının tohumlarındaki (1-3) (1-4)- β -D-Glukanın tayini için literatürde pekçok yöntem bulunmaktadır. Biz bu metodlar içerisinde, laboratuvar imkanlarımız dahilinde hızlı ve doğruluğu yüksek olan ve en çok kullanılan, BARRY. V. Mc CLEAR ve GLENNIE-HOLMES, tarafından geliştirilen "Arpa ve Malttaki (1-3) (1-4)- β -D-Glukanın Enzimatik Kantitatif Tayini" adlı yöntemi kullandık (35).

Bu metoda göre; etiv de kurutulan (80°C'de, 20 saat) polipropilen deney tüpleri tartıldı, arpa (veya yulaf, buğday, çavdar, mısır, veya çayırotu) unlarından yaklaşık olarak 0.500 gr. (80°C'de 20 saat kurutulan) numuneler ilave edilir. Desikatörde kurutulan tüplerin ağırlıklarına ilaveten numunelerin ağırlıkları hasaplanır. Her tüpe 1.0 mL C₂H₅OH (% 50 v/v) ve 5 mL sodyum fosfat tamponu (100 mM, pH 6.5) ilave edilir. Sonra tüpler Vorteks karıştırıcı üzerinde kuvvetlice karıştırılır, daha sonra tüpler su banyosunda 2 dakika ısıtılır. Tüpler su banyosundan alınarak tekrar vorteks karıştırıcı üzerinde kuvvetlice karıştırıldıktan sonra 3 dakika daha su banyosu buharında ısıtılır. Karışımdaki maddelerin jelatinimsi olmaları engellenir. Tüpler su banyosundan alınarak soğutulur ve 0.2 mL, 10 U (ünite) lichenase (β -D- Glucanase) enzimi tüplere ilave edilir, tüpler kapatılarak vorteks karıştırıcı üzerinde karıştırılır, sonra su banyosunda 40°C de 1 saat boyunca olgunlaştırılır. Bir saat sonra tüplerin hacmi saf su ile dikkatli bir şekilde 30 mL' ye tamamlanır. Karışımlar Whatman No: 42 süzgeç kağıtından süzülür. Her bir süzüntüden 0.1 mL dikkatli bir şekilde alınarak üç deney tüpüne ilave edilir. Bu tüplerden bir tanesine (kör) 0.1 mL (0.2 M, pH 4.00) asetat tamponu, diğer iki tanesine β -D-glikosidaz enziminin (β -D-glucosidase) 0.2 M, (pH 4.00) asetat tamponu içerisindeki çözeltilisinden 0.1 mL (0.2 U) ilave edilir. Tüpler su banyosunda 40°C de 15 dakika olgunlaştırılır. Sonra her tüpe Glukoz Oksidase / Peroxidase ayrıç çözeltilisinden 3 mL ilave edilir. Tüpler su banyosunda 40°C'de 20 dakika olgunlaştırılır. Sonra tüplerdeki numunelerin 510 nm'deki absorbanları bir

spekrofotometrede ölçülür. Numunelerin her grubunun denenmesinde 50 ve 100 mikrogram iki standart kullanılır(35).

2.4.1. Tahıl Unlarındaki (1-3) (1-4)- β -D-Glukanın Hesaplanması

Unlardaki (1-3) (1-4)- β -D-glukan miktarları (% w/w) aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanır (35).

$$\text{Glukan : (\% , w/w)} = \Delta E . F . 300 . 1 / 1000 . 100 / \text{Mg} . 162 / 180$$

$$\text{Glukan : (\% w/w)} = \Delta E . F / \text{Mg} . 27$$

ΔE ----- β -D-Glukosidase ilavesinden sonraki absorbands - kör absorbands

F----- Absorbans değerlerini mikrogram glukozla dönüştürmek için faktör = [100(μg glukoz) / 100 mikrogram glukozun absorbands].

300 ---- Hacim düzeltme faktörü (30 mL'lik 0.1 mL'de yapılan analiz)

1 / 1000 ---- Mikrogramı miligrama çevirme

Mg ----- Analiz edilen numunenin ağırlığı ; 100 / mg nümünenin 100 mg dakine çevirme

162/180 --- Serbest glukozdan anhidroglukoza dönüşüm faktörü (β -D-glukanda olduğu gibi).

2.5. DeneYlerin Yapılışı

Bazı endemik buğdaygiller ve baklagiller 1994 yılı da Trabzon, Gümüşhane ve Bayburt il sınırları içerisinde, genellikle yüksek yaylalardan toplanarak (1-3) (1-4)- β -D-Glukan tayini için gerekli işlemlerden geçirilerek analiz için hazır hale getirildi.

Ayrıca bölgemizde insan ve hayvanların beslenmesi için yetiştirilen kültür bitkileri, mısır (I,II), fasulye (I,II) lafir, bezelye, tohumları alınarak β -D-glukan analiz için gerekli işlemlerden geçirilerek hazır hale getirildi.

Yine ülkemizin değişik bölgelerinde yetiştirilen kültür bitkilerinden arpa, yulaf, çavdar, nohut temin edilerek analiz için hazır hale getirildi.

Erzurum Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Enstitüsünde yetiştirilen kültür bitki türlerinden arpa, buğday (beyaz), buğday (şahin), buğday (lanser), çavdar, adi korunga (*Orabryehis sativa*) ve adi yonca (*Medicago satiean*) temin edilerek gerekli işlemlerden sonra analize hazır hale getirildi.

Yabani endemik buğdaygiller, baklagiller ve kültür bitkilerindeki β -D-glukanların belirlenmesi için hazır hale getirilen numuneler, Mc Clear ve Holmes metoduna göre tayin işlemine alındı (35). Değirmende öğütülerek un haline getirilen numuneler etüvde 80°C'de 20 saat kurutulularak desikatöre kondu. Bu numunelerin her birinden dikkatli bir şekilde 0.500 gram tartılarak polipropilen plastik deney tüpüne (35 mL, 28 . 87 mm) kondu.

Üzerlerine % 50 (v / v) C₂H₅OH çözeltilisinden 1 mL, sodyum fosfat tamponundan (100 mM, pH 6.5) 5 mL ilave edildi. Sonra tüpler worteks karıştırıcı üzerinde kuvvetlice karıştırıldı, daha sonra 2 dakika su banyosu üzerinde olgunlaştırıldı. İki dakika sonra su banyosundan alınan tüpler tekrar kuvvetlice worteks karıştırıcı üzerinde karıştırılarak tekrar su banyosunda 3 dakika olgunlaştırıldı.

Buradan alınan tüpler soğumaya bırakıldı, tüpler soğuduktan sonra her tüpe Lichenase (β -D-glucanase) enziminden 0.2 mL, (7.2 U / mg) ilave edilerek kuvvetlice karıştırıldı. Sonra tüpler su banyosunda 40°C'de 1 saat süreyle olgunlaştırıldı. Bir saat olgunlaştırmadan sonra tüplerin hacmi saf su ile dikkatli bir şekilde 30 mL'ye tamamlanarak Whatman No : 42 süzgeç kağıtından süzüldü. Her bir süzüntüden dikkatli ve doğru bir şekilde 0.1 mL, üç deney tüpüne kondu, bunlardan bir tanesine asetat tamponundan 0.1 mL (0.2 M, pH 4.00) ilave edildi, diğer iki tanesine β -D-Glukosidaz (*β -D-Glucosidase*) enziminin asetat tamponu içindeki çözeltilisinden (0.2 M, pH 4.00) 0.1 mL (0.2 U) eklendi. Tüpler 40°C'de 15 dakika su banyosunda olgunlaştırıldı. Buradan alınan tüplerin her birine glukoz oksidaz / peroksidaz ayraç çözeltilisinden (A02466, Glucose Enzymatique Color) 3 mL ilave edilerek tekrar 40°C'de 20 dakika olgunlaştırıldı. Sonra her bir numunenin spektrofotometre de 510 nm'de absorbanları alındı.

Her bir numunenin içerdiği β -D-glukan miktarı rutin denemeler hariç iki kere yapıldı. Her deneme grubunda kör ve 50, 100 mikrogram glukoz standartları ölçümleri yapıldı. Kör deneme, bir deney tüpüne 0.1 mL saf su ve üzerine glukoz oksidaz / peroksidaz ayraç enzim solisyonundan 3 mL ilave edildi ve 40°C'de 20 dakika olgunlaştırıldı. Önce alet havaya karşı ayarlandı, sonra 50 ve 100 mikrogram glukoz standartlarının absorbanları okundu. Daha sonra numunelerin absorbanları aynı dalga boyunda (510 nm'de) okunarak, her numunenin ihtiva ettiği glukan oranları

$$\text{Glukan (\% w / w)} = \Delta E \cdot F / \text{mg} \cdot 27$$

bağıntısıyla hesaplandı.

Her numune için 0.1 mL asetat tamponu ilave edilen tüplerdeki numunelerin absorbanları, sonra sırasıyla asetat tamponu içinde çözünen β -D-glukosidaz enzimi ilave edilen numunelerin absorbanlarından çıkarılarak β -D-glukan için gerçek absorbanlar ayrı ayrı bulundu.

Deneyler laboratuvarında günde dört numune paralel olarak alınmak suretiyle yapıldı ve periyodik olarak iki kere (rutin denemeler hariç) tekrarlanarak UV Spektrofotometresinde 510 nm'de absorbanlar ölçüldü. Bu absorbanlar Mc Clear ve Holmes metoduna göre değerlendirilerek her bir numunedeki (1-3) (1-4)- β -D-glukan oranları (% w/w) ayrı ayrı hesaplandı.

3. BULGULAR

Bu numunelerin içerdiği β -D-glukan oranları (%) enzimatik metod ile tayin edildi. Glukan oranları UV spektrofotometresi kullanılarak enzimatik metod ile 510 nm'de absorbans değerleri okunan numunelerin, okunan absorbans değerleri;

$$\% \text{ Glukan (\% w/w) } = \Delta E \cdot F / \text{mg} \cdot 27$$

bağıntısında yerine konularak, herbir numunenin içerdiği % β -D-glukan oranları ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Bazı endemik yabancı buğdaygiller ve baklagillerdeki β -D-glukan tayini için UV spektrofotometresinde ölçülen (510 nm) absorbans değerleri ve numunelerdeki β -D-glukan oranları (%) Tablo 12'de verilmiştir.

Ülkemizin değişik bölgelerinde insan ve hayvanların beslenmesi için yetiştirilen kültür bitkilerinden; arpa, buğday, yulaf, çavdar, nohut, ve Trabzon bölgesinde yetiştirilen mısır (I, II), fasulye (I, II), lafir, bezelye tohumlarının içerdiği β -D-glukan oranları (%) Tablo 13'de verilmiştir.

Ayrıca Erzurum Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilen (yetiştirilen) arpa, buğday (lanser, şahin, beyaz), çavdar, adi korunga (*Orabryehis sativa*), adi yonca (*Medicago sativa*)'nın içerdiği β -D-glukan'ın UV-VIS spektrofotometresinde 510 nm'deki absorbans değerleri ve içerdikleri β -D-glukan oranları (%) Tablo 14'de verilmiştir.

Tablo 12. Bazı Endemik Yabani Buğdaygiller ve Baklagillerdeki β -D-Glukanın UV-VIS deki Absorbans Değerleri ve Oranları.

Tür Adı	Absorbans	Değerleri		β -D-Glukan Oranları (% w/w)
	Kör Absorbans	Ort. Absor.	ΔE	
<i>Poa protensis</i>	1.520	1.587	0.087	2.53
<i>Doctylis glomerata</i>	1.497	1.608	0.111	4.87
<i>Donthonia alpina</i>	1.558	1.593	0.035	1.32
<i>Calamograstis epigejos</i>	0.979	1.025	0.046	1.74
<i>Brochypodium pinnatum</i>	1.608	1.646	0.038	1.43
<i>Cynosurus cristatus</i>	1.645	1.661	0.016	0.60
<i>Holcus lanatus</i>	1.625	1.642	0.017	0.64
<i>Brochypodium sylvaticum</i>	0.985	1.076	0.091	3.43
<i>Festuca arundinaceae</i>	1.630	1.649	0.019	0.72
<i>Bromus mollis</i>	1.254	1.285	0.031	1.17
<i>Festuca drymeja</i>	0.912	0.941	0.029	1.09
<i>Bromus secalinus</i>	1.232	1.395	0.163	6.15
<i>Festuca rubra</i>	1.425	1.435	0.010	0.38
<i>Avena fatua</i>	0.877	0.952	0.075	2.83
<i>Bromus squorrosus</i>	1.470	1.500	0.030	1.13
<i>Aristida adscensionis</i>	1.395	1.489	0.094	3.55
<i>Deschampsia caespitosa</i>	1.508	1.574	0.066	2.49
<i>Agrostic tenius</i>	0.863	0.951	0.088	3.32
<i>Trisetum flavescens</i>	1.365	1.388	0.023	0.87
<i>Seteria glauca</i>	1.639	1.725	0.086	3.45
<i>Hordeum murinum</i>	1.630	1.695	0.065	2.45
<i>Echinochloa grus-galii</i>	1.497	1.501	0.004	0.15
<i>Sorghum halepence</i>	0.697	0.736	0.039	1.47

Tablo 13. Türkiye'nin Değişik Bölgelerinde Yetiştirilen Kültür Bitkilerindeki β -D- Glukanın UV-VIS'deki Absorbans Değerleri ve Oranları.

Tür Adı	Absorbans Değerleri			β -D-Glukan Oranları (%, w/w)
	Kör Ab.	Ortalama Ab.	ΔE	
Arpa	0.780	0.874	0.094	3.58
Buğday	1.405	1.425	0.020	0.75
Yulaf	1.235	1.344	0.109	4.11
Çavdar	0.935	0.971	0.036	1.36
Mısır-I	1.292	1.328	0.036	1.36
Mısır-II	0.495	0.508	0.013	0.49
Fasulye-I	1.187	1.265	0.076	2.94
Fasulye-II	1.095	1.165	0.070	2.83
Lafir	1.058	1.080	0.022	0.83
Bezelye	1.025	1.065	0.040	1.39
Nohut	1.541	1.566	0.025	0.94

Tablo 14. Erzurum Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Araştırma Enstitüsünde Yetiştirilen Kültür Bitkilerindeki β -D-Glukanın UV'deki Absorbans Değerleri ve Oranları

Tür Adı	Absorbans Değerleri			β -D-Glukan Oranları (%, w/w)	
	Kör Ab.	Orta. Ab.	ΔE		
Arpa	1.298	1.373	0.075	2.83	
Buğday (şahın)	1.218	1.360	0.142	5.35	
Buğday (beyaz)	1.675	1.686	0.011	0.49	
Buğday (lanser)	0.490	0.506	0.016	0.60	
O.sativa (Adi korunga)	1.255	1.285	0.030	1.13	
M.satiean(Adi Yonca)	1.620	1.658	0.030	1.43	
Çavdar	0.615	0.638	0.023	0.87	

4. İRDELEME

4.1. (1-3) (1-4)- β -D-Glukanın Tayini

Bazı endemik yabancı buğdaygil ve baklagillerin tohumlarının endosperm hücre duvarındaki β -D-glukanların tayininde kullanılan enzimatik metoda göre (35) etüvde kurutulmuş (80°C'de 20 saat) tahıl unları $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$ ilavesiyle, (pH 6.5) su banyosunda (5 dakika) endogenous enzimler ve β -D-glukanın hidrolizini sağlamak için geçici bir süre durdurularak olgulaşması sağlandı. Likenaz enzimi ilavesiyle glukanlar depolimerize olur ve hacim saf su ile belli bir hacime (30 mL) tamamlandı. Süzülür ve bu süzüntüden 0.1 mL alınarak β -D-glukosidaz enzimi ile muamelesiyle ayrılan β -D-glukoz, glukoz oksidaz / peroksidaz araç çözeltisi kullanılarak tayin edildi. Çeşitli denemeler, yukardaki yöntemdeki her adımın kantitatif ve tekrar edilebilirliğini doğrulamaktadır.

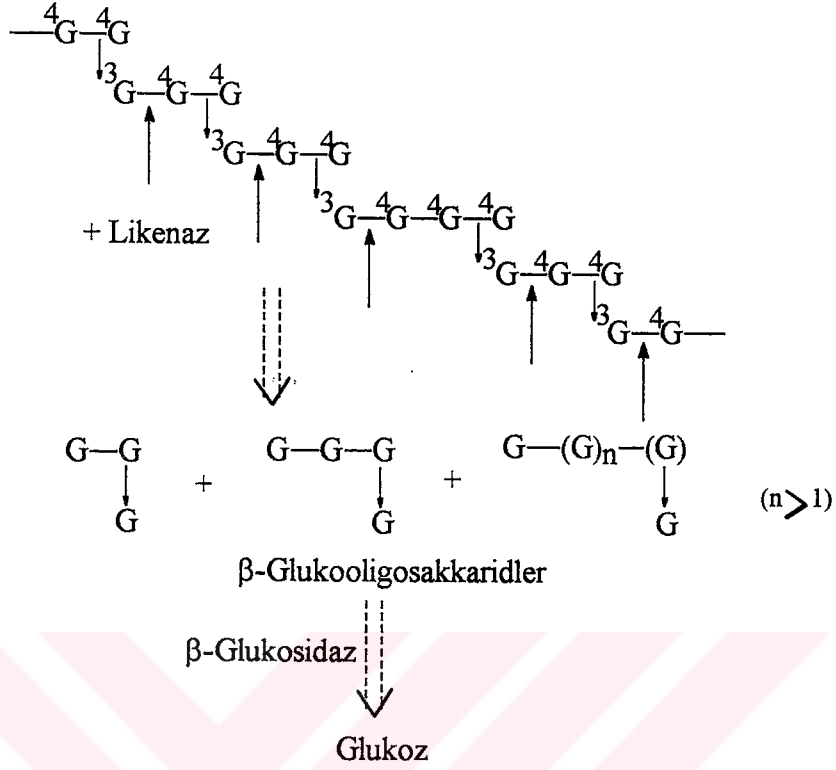
Tahıl unlarındaki β -D-glukanların tayini için kullanılan enzimlerden Likenaz (β -D-glukanaz) lineer polimer zincirindeki (1-3) (1-4)- β -D-glukanları hidrolizleyerek β -D-gluko-oligosakkaridlere parçalar, oluşan bu β -D-gluko-oligosakkaridler β -D-glukosidaz enzimi muamelesiyle β -D-glukoza hidrolizlenirler .

Teorik olarak bitki tohumları endosperm hücre duvarındaki (1-3) (1-4)- β -D-glukanların β -D-glukanaz ve β -D-glukosidaz enzimleriyle hidrolizlenmesi Şekil 8'de gösterilmiştir.

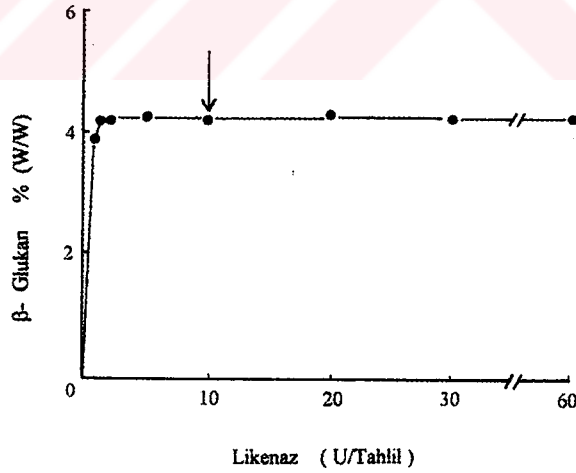
Etüvde kurutulmuş tahıl unlarındaki β -D-glukanlar, kolaylıkla doğal undaki gibi likenaz enzimiyle kolaylıkla hidrolizlenirler. Unlardaki endogeneous enzimlerin aktiviteleri tayine tesir eder. Etüvde kurutmaya enzimlerin bir kısmı inaktive olurlar, diğerleri kaynama adımları boyunca (100°C'de, 5 dakika) inaktive olurlar. Kurutulmuş unlar, üzerine, sodyum fosfat tamponu ilavesinden önce, kümelenmeyi önlemek amacıyla % 50 (v/v) etanol ile bir defa ıslatılır ve kümelenme engellenir.

β -D-Glukanazın istenilen seviyesiyle tahıl β -D-glukanının oligomerlere hidrolizlenmesiyle verdiği kantitatif miktarı, standart tahlil yöntemi kullanılarak tayin edildi. Elde edilen sonuçlar β -D-glukanaz (likenz) denemesinden sonra oligomerlerdeki ilgili β -D-glukan, β -D-glukosidaz enzimi ile β -D-glukoza dönüştürülmesiyle takip edildi. Her tayin için likenazın 2U seviyesi yeterli görüldü. Fakat tayin sürecinde hidrolizi

tamamen garanti etmek için 10U kullanıldı. Likenaz enziminin tahıl unlarındaki β -D-glukanı hidrolizleyen miktarı Şekil 9'de gösterilmektedir (35).

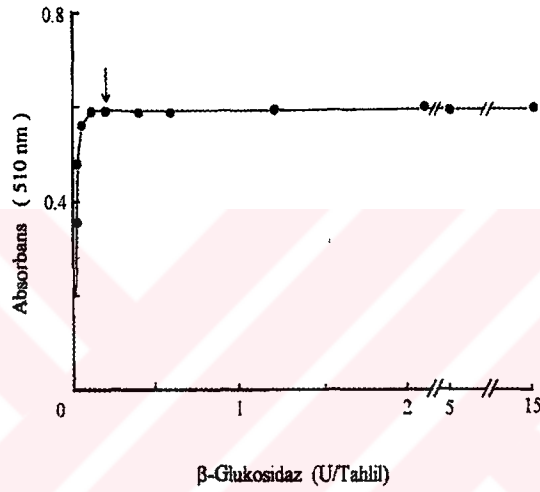


Şekil 8. β -D-glukan Ayrışmasının Teorik Gösterilişi



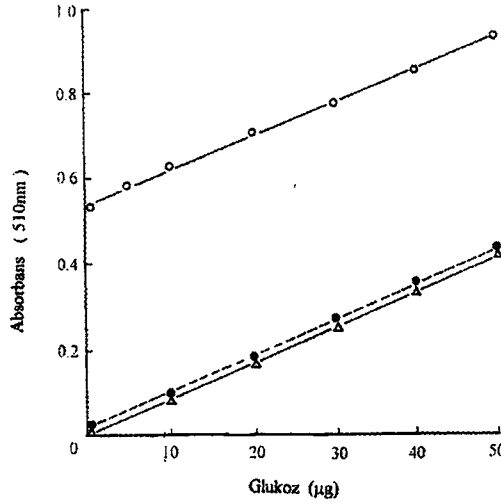
Şekil 9. Arpa Unundaki β -Glukanın Likenaz İle Ayrıştırılması

Tanımlanan sürecinde β -D-glukanın likenaz enzimiyle depolimerizesinden sonra, filtrasyondan önce hacim damıtık su ile 30 mL'ye tamamlandı ve bazı durumlarda asetat tamponu (0.2 M, pH 4.00) tercih edildi. Filtrasyondan sonra tahıl ekstraktları biraz bulanıktır ve oluşan bu bulanıklık β -D-glukanaz ilavesinden ileri gelir. β -D-glukanaz ilavesinden sonra hacmin (30 mL) ayarlanmasıyla bulanıklık önlenir. Bu çalışmada β -D-glukosidazın, β -D-glukan üzerine potansiyel aktivitesi, β -D-glukosidazenin seviyesinin artırılmasıyla standart analizi yapılmıştır. Normal β -D-glukosidazenin 0.2 U' si her analizde kullanıldı, fakat bu enzimin 75 kat fazlası (15 U / Tahlil) analiz ile belirlenen β -D-glukan miktarı sonucu sadece (% 3) kadar değiştirdiği belirlenmiştir. β -D-glukanın tayini için gerekli β -D-glukosidaz enziminin miktarları Şekil 10' da gösterilmiştir (35).



Şekil 10. Arpa Unundaki β -Glukanın Glukosidaz Enzimi İle Ayrıştırılması.

Tahıl tohumlarındaki glukozun, glukoz oksidaz / peroksidaz ayraç yöntemi kullanılarak destile su ekstratı, likenaz ve β -D-glukosidaz muamelesinden sonraki standart un ekstratlarından hazırlanmış standart eğriler Şekil 11'da gösterilmiştir (35).



Şekil 11. Arpa Ekstratındaki Glukozun Belirlenmesi

Δ: Standart Eğri Saf Su İle Hazırlanan Ekstre.

●: Likenaz İlavesinden Sonra Standart Undaki Ekstre.

○: Likenaz ve β-Glukosidaz Denemesinden Sonraki Arpa Unu Ekstre.

Yeterli saflıkta likenaz enzimi ile hidrolizlenen ekstraktın saf β-D-glukosidaz ile muamelesinden sonra ayrılan glukoz, glukoz oksidaz / peroksidaz ayraç çözeltisiyle tayin edildi.

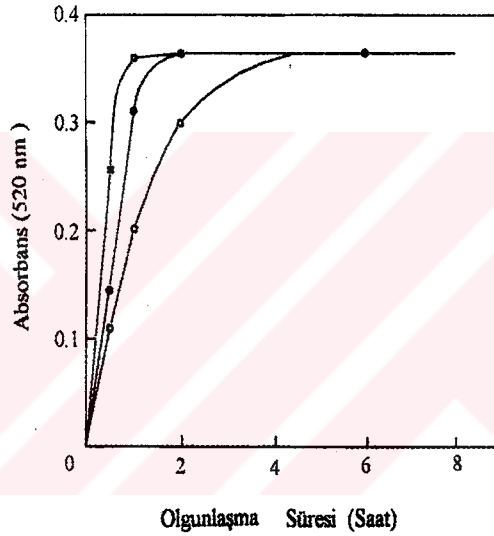
Bu metod, arpa ve malttaki β-D-glukanın kantitatif tayininde kullanılmasına karşılık, tüm tahıl türleri içindeki β-D-glukanın kantitatif tayinine uygundur. Metod basit, hızlı ve kantitatifdir. Çok yüksek oranda saflaştırılmış enzimler kullanıldığında herhangi bir laboratuvar da kolaylıkla uygulanabilir.

4.2. β-D-Glukanaz ve β-D-Glukosidaz Enzimleri

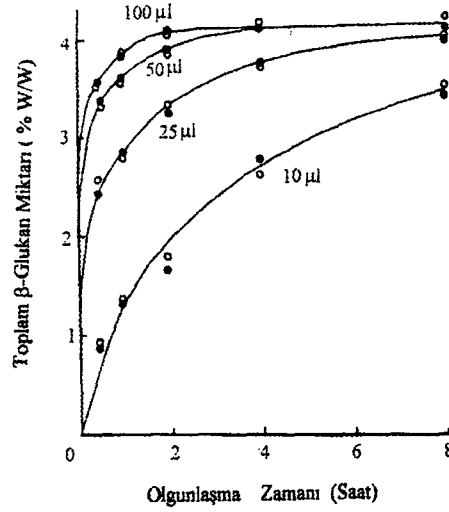
Enzimler spesifik biyolojik katalizörlerdir ve olağan üstü spesifik biçimde etkindirler. Metabolizmanın kesin belirli bir ara ürünü ile reaksiyon verirler. Hemen hemen tüm biyokimyasal reaksiyonlar enzim adımı verdiğimiz katalizör sayesinde olmaktadır.

Katalize genellikle dissosiyeye olabilen gruplar katılabilir. Bunların yük durumları, pH ile değiştiğinden belli bir pH aralığında ve belli sıcaklık aralığında en iyi bir şekilde katalizlenme beklenebilir. Enzim aktivitesi, substratın azalan miktarına veya oluşan ürün miktarına, bağlı olarak zamana göre değişimi tayin edilir.

β -D-glukanaz enzimi tahıl unlarındaki lineer glukoz polimerindeki (1-3) (1-4)- β -D-Glukanları β -D-oligosakkaridlere hidrolizlemektedir. Farklı konsantrasyonda hazırlanan β -D-glukanaz enzimi (6.4 U / mL, 2.6 U / mL, 1.6 U / mL) farklı zamanlarda tahıl unları hidrolizlendi ve β -D-glukanaz enziminin 6.4 U / mL'si etanolle muamelesinden 1 saat sonra β -D-glukanların hepsini oligosakkaridlere hidrolizlediği görüldü. 2.6 U / mL hidrolizleme süresi 2 saat ve 1.6 U / mL ise 4 saatt olduğu tespit edildi . Şekil 12'de farklı β -D-glukanaz enzim ünitelerinin β -D-glukanları hidrolizleme süreleri verilmiştir. Ayrıca tahıl tohumlarının içerdiği β -D-glukan, farklı miktarlarda (10, 25, 50, 100 μ g) β -D-glukanaz ve farklı zamanlarda hidrolizlenme süreleri tayin edilmiştir. β -D- glukanaz enziminin 100 mikrogramı 1 saat olgunlaştırma yeterli olmaktadır. Şekil 13'de bu durum gösterilmiştir(29).



Şekil 12. 50 °C'de Arpadan Hazırlanan Nişastadaki Serbest β -Glukanın Hidrolizlenmesinde Kullanılan β -Glukanaz Enzimi
 □ : 6.4 EU / mL; ● : 2.6 EU / mL; ○ : 1.6 EU / mL.



Şekil 13. Arpadaki Toplam β -Glukanın Analizinde Kullanılan β -Glukanazın Farklı Miktarları (10, 25, 50, 100 mL) ve Farklı Periyodik Zamanlarda Hidrolizlenmesi.

●:Glukoz Oksidaz Metodu, ○: Hegzogenaz / Glukoz 6-fosfat Dehidrogenaz Metodu.

β -D-Glukanaz muamelesinden sonra elde edilen tahıl ekstraktları β -D-glukosidaz (0.2 U / mL) ilavesiyle oligosakkaridlerin, glukoza hidrolizlenmesiyle oluşan glukoz, glukoz oksidaz / peroksidaz ayraç ile tayin edilmiştir.

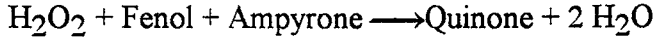
4.3. Glukoz Oksidaz / Peroksidaz Enzimi

Glukoz oksidaz enzimi laboratuvarında glukoz tayini için yaygın olarak kullanılır (EC.1.1.3.4.). Fakat esas kullanımı, yiyecek ürünleri ve diyabetik içeceklerde bulunan glukoz oksijeninin küçük miktarının uzaklaştırılmasıyla ilgili tayin işlemindedir. Glukoz oksidaz, glukozun, glukonik aside okside olmasını katalize eder ve H_2O_2 oluşur. Meydana gelen peroksidazın bulunduğu ortamda chromogenic oksijen akseptörü olan fenol ampirona, numunedeki glukoz miktarıyla orantılıdır (38), (48).

Glukoz Oksidaz



Peroksidaz



β -D-Glukosidaz muamelesinden sonra her deney numunesine glukoz oksidaz / peroksidaz ayraç çözeltisinden 3 mL ilavesiyle elde edilen çözelti 40°C'de 20 dakika olgunlaştıktan sonra UV-VİS spektrofotometrede 510 nm'de absorbansı ölçülmüştür.

Mc Clear ve Hollmes 'ın geliştirdiği "Tahıl Unlarındaki β -D-Glukanın Kantitatif Tayini" adlı yöntemde kullanılan β -D-glukanaz (lichenase) enzimi, (0.2 mL, 10U) numunelere ilave edilerek (pH 6.5) 40°C'de su banyosunda bir saat olgunlaştırılmıştır. Bizim yaptığımız β -D-glukan tayininde kullandığımız saf β -D-glukanaz enziminin (siyah kahverenkli çözelti), 7U / mg proteinden oluşan 1U 'si, pH 6.00'da ve 55°C'de herbir dakikada 1 mikrograma indirgenen şekerin ekivalant miktarına tekabül eder. Kullandığımız enzim saf olup (Fluka, No: 49104) "endo (1-3) (1-4)- β -D-Glucanase dan temin edilmiştir. Her tayinde bu enzimden 0.2 mL, 7U, 40°C de 1 saat olgunlaştırmayla hidrolizi tamamen sağlamaktadır. Ayrıca β -D-glukanaz enziminin 2U /mg 'si glukanların glukoligosakkaridlere (Şekil.9) tamamen hidrolizini sağlamaktadır. Mc Clear ve Hollmes tayin yönteminde β -D-glukanaz enziminin 10U kullanması tayin edilecek miktarı garanti etmek için kullanmıştır (35). Bizim yaptığımız tayinde β -D-glukanaz enziminin 7U'si, 0.2 mL numuneye ilave edilerek 40°C de bir saat olgunlaştırılıp hidrolizleme tamamen sağlanmıştır.

Filtrasyondan sonra çözeltide oluşan β -D-gluko-oligosakkaridlerin glukoz parçalanmasında kullanılan β -D-glukosidaz enzimi, yöntemde hazırlandığı gibi hazırlanarak kullanıldı. β -D-glukosidaz enziminin değişik üniteleri hazırlanarak hidrolizledikleri β -D-glukan oranları (Şekil.10) verilmiştir. Bu durumda her tayinde β -D-glukosidaz enziminin 0.2U 'sinin yeterli olacağını göstermektedir. Kullandığımız β -D-glukosidaz enziminin (Fluka; No: 49290) " β -D-glucosidase from almonds", 6U / mg, 1U'si, pH 5'de ve 35°C'de her bir dakikada glukozun 1 mMol'ünü serbest hale getiren enzim miktarına tekabül eder. Temin edilen β -D-glukosidaz enzimi süreçte (35) tanımlandığı gibi 0.2U olacak şekilde 0.2 M, ve pH 4.00 olan asetat tamponu içinde çözülerek hazırlanış ve kullanılmıştır.

4.4. Kültür Bitkilerinin İçerdiği β -D-Glukanlar

Kültür bitkileri tohumlarının endosperm hücre duvarındaki karışık-bağlı β -D-glukanlar değişik yöntemlerle tayin edilmiştir. Bunların türleri (buğday, arpa, yulaf, çavdar v.s) yetiştikleri çevre şartlarına göre içerdikleri β -D-glukan oranları değişiklik gösterirler. Aynı tür kültür bitkilerinin değişik yerlerde yetiştirilmesiyle elde edilen tahıl tanelerindeki

β -D-glukan oranları farklıdır. Un haline getirilen tahıl tanelerinin unu ve kepeğinde yapılan β -D-glukan tayinlerin de farklı değerlere rastlanmaktadır.

4.4.1. Arpa Tahıllarındaki β -D-Glukan Oranları

Arpa tahılı ülkemizde ve dünyada insanlar ve hayvanlar tarafından beslenme amacıyla yiyecek olarak tüketilen bir kültür bitkisidir. Arpa tahılı endosperm hücre duvarının % 70 ' i karışık- bağlı (1-3) (1-4)- β -D-glukandır. Arpa tahılları ortalama % 2-10 arasında β -D-glukan içerirler. Arpa maltının (Çimlenmiş arpa) içerdiği β -D-glukan % 4' ün üzerinde bulunduğu zaman içki sanayinde filitasyon hızını yavaşlatarak problemlere neden olduğu bilinmektedir (35) .

Dünyanın değişik ülkelerinde yetiştirilen arpa tahılı ürünlerindeki β -D-glukan oranları değişik yöntemlerle tayin edilmektedir. Yapılan literatür çalışmalarında Avusturalya, İsviçre, İsveç, U.S.A., İngiltere, Finlandiya, Kanada, Avusturya, ve Hollanda'da yetiştirilen arpa türleri ve bunların maltındaki β -D-glukan oranları, ile ülkemizde yetiştirilen arpa türlerinde tayin edilen β -D-glukan değerleri Tablo 15'de verilmiştir. Bunlar arasında en yüksek değere U.S.A. (Visconsin)'da yetiştirilen arpa türünde , en küçük değere de Kanada 'da yetiştirilen arpa türünde rastlanmaktadır. Yine arpa maltındaki en yüksek değer U.S.A. (visconsin)'daki arpa maltı türünde % 7.2 ve en düşük değer Kanada 'daki arpa maltında % 0.32 dir (Tablo 15) (30, 37).

Türkiyede yetiştirilen arpa türlerinde (Kırşehir) β -D-glukan değeri % 3.58 ve Atatürk Üniversitesi'nde yetiştirilen arpa türünde β -D-glukan değeri % 2.83 dir. Bu değerler, diğer ülkelerdeki arpa türlerindeki β -D-glukan değerlerinin ortalamasına yakındır. Genellikle diğer ülkelerde yetiştirilen arpa türlerindeki β -D-glukan değerleri daha yüksektir. Bu farklılık arpa türleri ve yetiştikleri çevre şartlarına bağımlı olarak değişmektedir.

Tablo 15. Arpa Tahıllarındaki Toplam β -D- Glukan Oranları

Yetiştigi Ülke	Türü	β -D-glukan Oranları (%w/w)		Ref.
		En Yük.	En Düşük	
Avusturalya	Arpa	4.6	3.8	(35)
İsviçre	Arpa	3.8	3.5	(34)
İsveç (Scandinavian)	Arpa	4.4	3.0	(27)
İsveç (Montano)	Malt	5.2	4.0	(27)
USA (visconsin)	Malt	7.2	4.5	(10)
USA (visconsin)	Yiy.Arpa	7.2	5.1	(10)
İngiltere	Arpa	6.0	4.3	(28)
İngiltere	Malt	3.9	1.5	(28)
Finlandiya	Arpa	5.2	4.0	(34)
Kanada	Arpa	2.8	1.7	(37)
Kanada	Malt	1.7	0.3	(37)
Avustralya	Arpa	4.2	---	(32)
Hollanda	Arpa	4.9	---	(25)
Türkiye (Kırşehir)	Arpa	3.6	---	
Türkiye (Erzurum)	Arpa	2.8	---	

4.4.2 Yulaf Tahıllarındaki β -D-glukan Oranları

Yulaf tahılı ülkemizde ve dünyada hayvanlar için besin ve yiyecek olarak yetiştirilen bir kültür bitkisidir. Genellikle ülkemizde hayvanlara yiyecek maddesi temini için ikinci ürün olarak yetiştirilmiştir. Yaş (taze) olarak hayvanlar tarafından tüketilmektedir. Diğer tahıl ürünlerinde olduğu gibi, yulaf tahıl tanelerinde edosperm hücre duvarındaki lineer glukoz polimer zincirleri (1-3) (1-4)- β -D-glukan içermektedir. Yapılan literatür araştırmalarında değişik ülkelerde yetiştirilen yulaf tahıllarında yapılan β -D-glukan tayin oranları ve ülkemizde yetiştirilen yulaf tanelerindeki β -D-glukan oranları Tablo 16'da verilmiştir.

Bu değerler arasında en yüksek değer % 6.6 ile U.S.A. (Visconsin)'daki yulaf türünde görülmektedir, endüşük değer % 2.2 ile İsveç'de üretilen yulaf ürünlerinde görülmektedir (Tablo 16) Yulaf kepeklerinde yapılan β -D-glukan tayinlerinde değişik

değerlere rastlanmaktadır. Hollanda ve Kanada yulaflarının kepeklerinde % 8.86 ve % 7.36 dir.

Ülkemizde yetiştirilen yulaf tanelerindeki β -D-glukan değerleri % 4.11 olup, diğer ülkelerdeki yulaf tahılları arasında ortalama bir değere sahip olduğu görülmektedir. Yulaf türleri arasında bu farklılık, tür farklılığı ve yetiştirme şartlarına göre değişmektedir.

Tablo 16. Yulaf Tahıllarındaki Toplam β -D-Glukan Oranları

Yetiştirildiği Ülke	Türü	β -D-glukan En Yüksek Oran	En Düşük Oran (% w/w)	Ref.
Avusturalya	Yulaf	5.4	2.7	(35)
İsviçre	Yulaf	3.0	2.7	(34)
İsveç	Yulaf	3.2	2.2	(27)
USA (Visconsin)	Yulaf	6.6	4.8	(10)
Kanada	Yulaf	4.9	3.2	(33)
Kanada	Yulaf	4.2	0.9	(37)
Kanada	Kepenik	7.36	6.30	(37)
Hollanda	Yulaf	4.61	2.48	(25)
Hollanda	Kepenik	8.86	0.58	(25)
Türkiye	Yulaf	4.11	--	--

4.4.3. Çavdar Tahıllarındaki β -D-glukan Oranları

Çavdar tahılları, yulaf tahılları gibi genellikle hayvanlar için beslenme ve yiyecek maddesi olarak yetiştirilen bir kültür bitkisidir. Yulafta olduğu gibi bölgemizde hayvanların beslenmesi için ikinci ürün olarak yetiştirilirler ve taze olarak genellikle bahar aylarında tüketilirler. Diğer tahıl ürünlerinde olduğu gibi endosperm hücre duvarında karışıkbağlı (1-3) (1-4)- β -D-glukan içermektedirler. Arpa ve yulaf tahıllarına göre daha β -D-glukan oranları azdır.

Literatür araştırmalarında dünyanın değişik bölgelerinde yetiştirilen çavdar numunelerinde yapılan β -D-glukan tayinleri ve ülkemizde yetiştirilen türlerin içerdiği β -D-glukan oranları Tablo 17'de verilmiştir. Bunlar arasında en yüksek değer % 2.9 ile U.S.A.(Visconsin), en düşük değer İsveç ve Finlandiya'daki çavdar türlerinde % 1.2 dir. Ülkemizde yetiştirilen çavdar türlerinden Gümüşhane'dekinde % 1.35 olup dünya ortalamasının altında yer almaktadır. Erzurum Atatürk Üniversitesinde yetiştirilen çavdar

türünde % 0.86 olup dünyada çavdar numunelerinde yapılan tayinlerin en küçüğüdür. Çavdar türlerinin farklı değerlerde β -D-glukan içermeleri, tür farklılığı ve yetiştirme şartlarına bağımlı olarak değişiklik göstermektedir.

Tablo 17. Çavdar Tahıllarındaki β -D-glukan Oranları

Yetiştirildiği Ülke	Türü	β -D-glukan Oranı		Ref.
		En Yük.	En Düşük(%w/w)	
Avustralya	Çavdar	2.1	1.4	(35)
İsviçre	Çavdar	1.3	1.2	(34)
USA (visconsin)	Çavdar	2.9	1.9	(10)
Kanada	Çavdar	1.50	--	(37)
Austurya	Çavdar	2.5	--	(32)
Hollanda	Çavdar	1.8	--	(25)
Finlandiya	Çavdar	1.6	1.2	(6)
Almanya	Çavdar	1.3	--	(6)
Macaristan	Çavdar	1.9	--	(6)
USA	Çavdar	2.0	--	(6)
USSR	Çavdar	2.0	1.8	(6)
Türkiye (Erzurum)	Çavdar	0.86	--	
Türkiye	Çavdar	1.35	--	

4.4.4. Buğday Tahıllarındaki β -D-glukan Oranları

Buğday bir kültür bitkisi olup çok uzun zamanlardan beri insan ve hayvanlar tarafından tüketilen besin tahıl türüdür. Çok değişik kültür türleri geliştirilmiştir. Buğday tanelerinde yapılan β -D-glukan tayinlerinde elde edilen değerler arpa , yulaf ve çavdara göre daha az oranda β -D-glukan içermektedir.

Literatür araştırmalarında buğday tahıllarında en yüksek değer, diğerlerinde olduğu gibi U.S.A. (Visconsin)'da yetiştirilen buğday türünde % 1.4 ve en düşük değer İsviçrede yetiştirilen buğday türlerinde % 0.47 rastlanmıştır (Tablo 18).

Ankara da yetiştirilen buğday türü tahıllardaki β -D-glukan miktarı % 0.75 olup dünya ortalamasının üzerindedir. Atatürk Ünivesitesi' nde yetiştirilen üç değişik buğday türünde yapılan β -D-glukan tayininde beyaz buğdayda % 0.49 ile diğer ülkelerdeki değerlerin altında bulunmuştur. Lanser türünde ise % 0.60 ile diğer ülke değerlerinin ortalamasının üzerinde bir değer bulunmuştur. Üçüncü tür olan Şahin'de bu miktar % 5.35

olarak tayin edilmiştir. Bu değer buğday için çok yüksektir. Yapılan literatür araştırmalarında bu kadar yüksek değere rastlanmamıştır. Bu üç tür ve diğer buğday türlerinin taneleri ve bunların unları karşılaştırıldığında, lanser türünün diğerlerinden fiziki olarak da farklı olduğu görülmektedir.

Tablo 18. Buğday Tahıllarındaki β -D-glukan Oranları

Yetiştigi Ülke	Türü	β -D-glukan Oranı		Ref.
		En Yük.	En Düşük (%w/w)	
Avusturalya	Buğday	0.68	0.50	(35)
İsviçre	Buğday	0.54	0.47	(34)
USA (visconsin)	Buğday	1.4	1.4	(10)
Austurya	Buğday	0.60	--	(32)
Hollanda	Buğday	0.81	--	(25)
Türkiye	Buğday	0.75	--	
Türkiye (Erzurum)	Şahin	5.35	--	
Türkiye (Erzurum)	Beyaz	0.49	--	
Türkiye (Erzurum)	Lanser	0.60	--	

4.4.5. Diğer Kültür Bitkilerindeki β -D- glukan Oranları

Bölgemizde yetiştirilen kültür bitkilerinden, mısır (iki tür), fasulye (iki tür), bezelye ve lafir, Çorum ilinde yetiştirilen nohut türünde β -D-glukan tayini yapılmıştır (Tablo 10). Mısır, bölgemizde yüzyıllardan beri insanlar ve hayvanların yiyecek maddesi olarak yetiştirilmektedir. Bunların Türkiyede 17 değişik türü bulunmaktadır (49). Literatür araştırmalarında sadece WM 4 türünde β -D-glukan tayinine rastlanılmıştır (35). Bölgemizde yetiştirilen iki değişik mısır türünde yapılan β -D-glukan tayininde benzer değerler elde edilmiştir (Tablo 10).

Fasulye türleri, mısırdaki olduğu gibi bölge halkı tarafından uzun yıllardan beri yetiştirilen bir yiyecek tahılıdır. Literatür araştırmalarında fasulye türlerinde β -D-glukan tayinine rastlanmamıştır.

Bezelye, lafir ve nohut tanelerinde β -D-glukan tayini yapılmıştır. Literatür araştırmalarında bunlarla ilgili β -D-glukan değerlerine rastlanmamıştır. Bölgemizde yetiştirilen iki tür fasulye, bezelye ve lafir türlerinde yapılan β -D-glukan tayinleri Tablo 10. da verilmiştir.

Çorum ili çevresinde yetiştirilen ve genellikle kavurularak, çerez halinde tüketilen nohut tahılında β -D-glukan tayini yapılmıştır (Tablo 10). Nohut tahılı içinde diğer fasulye, bezelye ve lafir gibi tahıllarda olduğu gibi, literatürde β -D-glukan tayinine rastlanmamıştır.

Erzurum Atatürk Üniversitesi'nde kültürleştirilen adi yonca ve adi korunga tanelerinde β -D-glukan tayini yapılmıştır (Tablo 11). Adi yoncada % 1.43 ve adi korunga'da %1.13 β -D-glukan değerleri bulunmuştur. Bölgemizde yetiştirilen mısır, bezelye, lafir ve nohut gibi tahıllarda olduğu gibi, literatür araştırmalarında adi yonca ve adi korunga tahıllarına ait β -D-glukan tayinlerine rastlanmamıştır.

4.5. Endemik Yabani Buğdaygillerin İçerdiği β -D-glukan Miktarları

Bölgemizde doğal olarak kendiliğinden yetişen bazı endemik buğdaygillerin sistematik adları yanında değişik yöresel adları vardır. Bunlardan bazıları hayvanların beslenmesi için yaş veya kurutulularak tüketilirler. Bunların adları, yetiştikleri yükseklik (rakım), yetişme dönemleri ve toplandıkları yerler Tablo 19'da verilmiştir (49 - 51).

Endemik buğdaygil bitkilerinin yetiştikleri ortama göre boyları, tohum miktarları, olgunlaşma zamanları, değişik rakımlarda çevre şartlarına bağlı olarak değişmektedir.

Bunlarda tayin edilen β -D-glukan oranlarının bir kısmı kültür bitkilerine göre daha çok, diğer bir kısmı benzer ve bir kısmı da daha azdır.

4.5.1. *Poa protensis* (Çayır salkımotu)

Çok yıllık bir buğdaygil bitkisidir. % 2.53 oranında β -D-glukan içerdiği bulunmuştur (49). Bu değer, daha önce bu tür bitkilerde herhangi bir tayin yapılmadığından kültür bitkilerinin içerdiği β -D-glukan değerleri ile karşılaştırılmıştır. *Poa protensis* türünün içerdiği β -D-glukan değeri, yulaf, arpa, türlerine göre düşük, diğer mısır, buğday, bezelye, lafir, nohut türlerinin değerleri üzerindedir. Endemik yabani türler arasında ise orta sıralarda bir değere sahiptir.

4.5.2. *Doctylis glomerata* (Domuz Ayrığı)

Tek yıllık bir endemik bitkidir. Açık alanlarda yetişir (49, 50), % 4.87 oranında β -D-glukan içerdiği bulunmuştur. Bu değer kültür bitkilerinin pekçoğundan daha büyüktür. Buğday, mısır, çavdar, nohut, bezelye ve ülkemizde yetiştirilen arpa, yulaf türlerinden daha yüksektir. Yine değişik ülkelerde yetiştirilen arpa, yulaf hariç diğer kültür bitkilerinin içerdiği β -D-glukan değerlerinin üzerinde yer almaktadır. Endemik yabani bitkiler arasında ise ikinci sırada β -D-glukan içerdiği görülmektedir.

Tablo 19. Bazı Endemik Yabani Buğdaygillerin Özellikleri

Tür Adı	Yetiştığı Yükseklik	Çiçeklenme Dönemi	Boyu	Toplanma Dönemi	Toplandığı Yer
<i>Poa protensis</i>	1800-2600	Temmuz-Ağustos	20-70	Eylül	Arpalı-Sürmene
<i>Doctylis glomerata</i>	1800-2600	Haziran-Temmuz	60-120	Ağustos	Karadağ-Akçaabat
<i>Donthonia alpina</i>	550-350	Haziran-Temmuz	50-60	Ağustos	Köprübaşı-Sürmene
<i>Calamogrostis epigejos</i>	465-3050	Temmuz-Ağustos	60-100	Eylül	Köprübaşı-Sürmene
<i>Brochypodium pinnatum</i>	2300-2400	Haziran-Temmuz	30-80	Ağustos	Meryemana-Maçka
<i>Cynosurus cristatus</i>	1200-1600	Haziran-Temmuz	30-60	Ağustos	Meryemana-Maçka
<i>Holcus lanatus</i>	1600-2000	Haziran-Temmuz	20-110	Ağustos	Meryemana-Maçka
<i>Brochypodium sylvaticum</i>	10-2240	Mayıs-Haziran	60-100	Temmuz	Kampüs-K.T.Ü
<i>Festuca arundinaceae</i>	200-600	Mayıs-Haziran	100-150	Temmuz	Kampus-K.T.Ü.
<i>Bromus mollis</i>	1200-1600	Haziran-Temmuz	100-120	Ağustos	Karadağ-Akçaabat
<i>Festuca drymeja</i>	200-600	Haziran-Temmuz	40-70	Ağustos	Kampüs-K.T.Ü.
<i>Bromus secalinus</i>	1200-1600	Haziran-Temmuz	20-60	Ağustos	Bayburt
<i>Festuca rubra</i>	200-600	Mayıs-Haziran	40-100	Temmuz	Kampüs-K.T.Ü.
<i>Avena fatua</i>	100-1510	Haziran-Temmuz	45-80	Ağustos	Kampüs-K.T.Ü.
<i>Bromus squorrosus</i>	1600-2200	Haziran-Temmuz	10-50	Ağustos	Bayburt
<i>Aristida adscensionis</i>	1200-1600	Haziran-Temmuz	20-40	Ağustos	Kaleyanı-G.Hane
<i>Deschampsia caespitosa</i>	1000-3000	Temmuz-Ağustos	28-110	Eylül	Arpalı-Sürmene
<i>Agrostic tenuis</i>	2200-2600	Haziran-Temmuz	20-60	Ağustos	Karadağ-Akçaabat
<i>Trisetum flavescens</i>	770-2900	Temmuz-Ağustos	30-70	Eylül	Köprübaşı-Sürmene
<i>Steria glauca</i>	50-100	Ağustos-Eylül	40-80	Eylül	Kampüs-K.T.Ü.
<i>Hordeum murium</i>	100-830	Haziran-Temmuz	10-35	Ağustos	Kampüs-K.T.Ü.
<i>Echinochloa crus-galii</i>	100-600	Ağustos-Eylül	40-120	Eylül	Kayalık-V.Kebir
<i>Sorghum halepense</i>	50-100	Ağustos-Eylül	50-150	Eylül	Kampüs-K.T.Ü.

4.5.3. *Donthonia alpina*

Tek yıllık bir endemik bitkidir (49, 51). % 1.32 değerinde β -D-glukan içerdiği bulunmuştur. Kültür bitkilerinden buğdaydan daha büyük, arpa, yulaf'dan küçük ve avdarla benzer β -D-glukan değerine sahiptir. Endemik yabani türler arasındaki değerlerin ortalamasının altında bir β -D-glukan değerine sahiptir.

4.5.4. *Calamaprostis epigejos*

Çok yıllık bir endemik yabani bitki türüdür, (49, 50) % 1.74 oranında β -D-glukan içerdiği bulunmuştur. Bu değer 4.5.3'de olduğu gibi ülkemiz ve diğer ülkelerde yetiştirilen arpa ve yulaftaki miktardan daha az ve diğerlerinden daha büyüktür. Endemik yabani bitkilerdeki β -D-glukan miktarlarıyla karşılaştırdığında bunlar arasında ortalama bir değere sahip olduğu görülmektedir.

4.5.5. *Brochypodium pinnatum*

Tek yıllık endemik yabani bir bitki türüdür (49, 51). % 1.43 oranında β -D-glukan içerdiği bulunmuştur. Diğer kültür bitkilerinde tayin edilen β -D-glukan değerleriyle karşılaştırdığında, 4.5.4'deki karşılaştırılan değerlere benzemektedir.

4.5.6. *Cynosurus cristatus* (Sorgulu Tarakotu)

Bitkiler çok yıllık olup (49, 50), % 0.60 oranında β -D-glukan içerdiği bulunmuştur. Endemik yabani bitki türleri arasında düşük oranda β -D-glukan içermektedir. Kültür bitkilerinden sadece buğday ile benzer oranlarda β -D-glukana sahiptir. Diğer kültür türlerine göre daha düşük değerde β -D-glukan değerine sahiptir.

4.5.7. *Holcus lanatus* (Tüylü Balotu)

Çok yıllık bir endemik yabancı buğdaygillerdendir (49, 51). % 0.64 oranında β -D-glukan içerdiği bulunmuştur. Kültür ve yabancı endemik bitki türlerinin içerdiği β -D-glukan değerleriyle karşılaştırıldığında, 4.5.6. *Cynosurus cristatus* türüne benzer değerlere sahiptir.

4.5.8. *Brochypodium sylvaticum* (Tüylü yabancı Brom)

Bitkileri çok yıllık olup (49, 50), % 3.43 değerinde β -D-glukan içerdiği bulunmuştur. Kültür bitkilerinden, ülkemizde yetiştirilen türlerden arpa, yulaf hariç diğerlerinden daha yüksek değerde β -D-glukan içermektedir. Diğer ülkelerde yetiştirilen kültür türlerinden yulaf ve arpanın içerdiği β -D-glukan değerlerine yakın ve bazılarında daha büyüktür. Endemik yabancı türler arasında ise yüksek değerde β -D-glukan içeren türler arasında yer almaktadır.

4.5.9. *Festuca arundinaceae* (Yüksek Çayır Yumağı)

Bu tür yabancı endemik türler yıllık olup (49, 51), % 0.72 oranında β -D-glukan içermektedirler. Kültür bitkileri ve endemik yabancı buğdaygillerle karşılaştırmaları, 4.5.6. ve 4.5.7. yabancı endemik türleri ile benzer karşılaştırma değerlerine sahiptirler.

4.5.10. *Bromus mollis*

Tek yıllık bir endemik bir bitki türüdür (49), % 1.17 değerinde β -D-glukan içerdiği bulunmuştur. Kültür bitkileri β -D-glukan değerleriyle karşılaştırıldığında arpa ve yulafdan düşük, buğday türlerinden yüksek ve çavdar türleriyle benzer miktarlarda β -D-glukan değerlerine sahiptir.

4.5.11. *Festuca drymeja*

Bu tür yabancı endemik bitkiler yıllık olup, % 1.09 oranında β -D-glukan içerdiği bulunmuştur (49). Kültür bitkileri türlerindeki β -D-glukan değerleriyle karşılaştırıldığında, 4.5.10. *Bromus mollis*'deki ile benzer değerlere sahiptir.

4.5.12. *Bromus secalinus* (Çavdar Bromu)

Bitkileri bir veya iki yıllık olup 20-60 cm kadar boylanabilirler (49, 50). Haziran ve Temmuz aylarında çiçeklenirler. Bayburt çevresinde 1600 m yükseklikte Ağustos ayında toplandı.

Endemik yabancı buğdaygil türleri arasında enyüksek β -D-glukan değerine (% 6.15) sahiptir. Aynı şekilde Türkiye'de yetiştirilen kültür bitkilerinde tayin edilen β -D-glukan miktarlarından daha büyüktür. Fakat diğer ülkelerdeki bazı arpa ve yulafdaki β -D-glukan değerlerine eşit olduğu, genellikle pekçok kültür türlerinin içerdiği β -D-glukan değerlerinden daha büyük değere sahip olduğu görülmektedir.

4.5.13. *Festuca rubra* (Kırmızı Yumak)

Çok yıllık bir endemik buğdaygildir (49, 50). % 0.38 oranında β -D-glukan içerdiği bulunmuştur. Endemik yabancı türler içerisinde en küçük değerler arasında β -D-glukan değerine sahiptir. Kültür türleriyle karşılaştırıldığında yine aynı şekilde en düşük değerlere sahip olduğu görülür.

4.5.14. *Avena fatua* (Yabancı Yulaf)

Tek yıllık bir buğdaygildir (49, 50). % 2.83 β -D-glukan içermektedir. Yaklaşık olarak ülkemizde yetiştirilen kültür türlerinden, fasulye(2) türüyle ve Erzurum Atatürk Üniversitesi'nde yetiştirilen arpa türüyle aynı miktarda β -D-glukan değerine sahiptir. Buğday, çavdar ve diğer kültür türlerinden yüksek miktarda β -D-glukan içerdiği

görülmektedir. Endemik yabancı türler arasındaki ortalama bir değerin üzerinde birdeğere sahiptir.

4.5.15. *Bromus squarrosus*

Tek yıllık bir endemik bitki türüdür (49). % 1.13 oranında β -D-glukan içermektedir. Endemik yabancı türler de kültür türleriyle karşılaştırıldığında, 4.5.3., 4.5.10. ve 4.5.11 türleriyle benzer değerlere sahip olduğu görülür.

4.5.16. *Aristida adscensionis*

Tek yıllık bir endemik yabancı buğdaygil türüdür (53) . % 3.55 oranında β -D-glukan içermektedir. 4.5.8. *Brochypodium sylvaticum* türüyle benzer değerlere sahiptir.

4.5.17. *Deschampsia caespitose* (Çayır Timsahotu)

Çok yıllık bir endemik yabancı buğdaygil türüdür (53, 54) . Nemi değişken ortamı seven bir bitkidir. Tohumları olgunlaşp tazeliğini kaybetmesine kadar hayvanlar tarafından sevilerek yenir. % 3.06 oranında β -D-glukan içermektedir. Bu değer, ülkemizde yetiştirilen arpa , yulaf türü hariç diğer kültür türlerinden daha yüksektir. Endemik yabancı türler arasında ilk sıralarda yer alır.

4.5.18. *Agrostic tenuis* (Narin Tavosotu)

2200-2600 M yüksekliklerde, açık alanlarda çok yıllık yetişen endemik bir bitkidir (49, 50). Dağ ve yayla bitkisidir, % 3.20 değerinde β -D-glukan içermektedir. Kültür türleri ve endemik yabancı türler arasında karşılaştırıldığında, 4.5.8. ve 4.5.16. türleriyle benzer değerlendirmelere sahip olduğu görülmektedir.

4.5.19. *Trisetum flavescens* (Altın Yulaf)

1800-2600 M (metre) yükseklikte olatmaya kapalı alanlarda yetişen çok yıllık endemik bir yabancı buğdaygil bitki türüdür (49, 50). % 0.87 değerinde β -D-glukan içermektedir. Diğer kültür türleri ve endemik yabancı türler arasında karşılaştırıldığında, 4.5.6., 4.5.7. ve 4.3.9. 2 daki yabancı endemik türlerindeki benzer değerlere sahip olduğu görülmektedir.

4.5.20. *Setaria glauca* (Bildircin otu = tarla çayırı)

50 ve 100 M (metre) yükseklikte işlek arazilerde genellikle Ağustos-Eylül aylarında yetişen tek yıllık endemik yabancı buğdaygildir (49, 50). % 3.45 oranında β -D-glukan içermektedir. 4.5.8., 4.5.16. ve 4.5.18. daki yabancı endemik bitki türleriyle benzer β -D-glukan değerlendirmelerine sahiptir.

4.5.21. *Hordeum murinum* (Duvar Arpası)

Tek yıllık bir endemik bitki türüdür (49, 50). % 2.54 oranında β -D-glukan içermektedir. 4.5.1., 4.5.14.'daki endemik türlerle benzer değerlendirmelere sahiptir.

4.5.22. *Echiochloa grus - galii*

100-830 metre yüksekliklerde Ağustos-Eylül aylarında açık ve sulu alanlarda yetişen endemik yabancı buğdaygildir (49). Yabancı endemik ve kültür türleri arasında % 0.15 ile en düşük β -D-glukan değerine sahiptir.

4.5.23. *Sorghum halepense* (Halepotu)

Çok yıllık endemik yabancı bitki türüdür (49, 50). % 1.47 oranında β -D-glukan içermektedir. Endemik yabancı türler ve kültür türleri arasında, 4.5.1, 4.5.5.'daki benzer karşılaştırmalara sahiptir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada bazı yabancı endemik buğdaygiller ve baklagillerin yanında ülkemizde yetiştirilen kültür bitkilerinden buğday, yulaf, çavdar, arpa, fasulye, mısır, nohut, bezelye ve lafir gibi kültür bitkileri tohumlarında (1-3) (1-4)- β -D-Glukan tayini yapılmıştır.

Günümüzde β -D-glukanların, diyet yolu ile LDL miktarını düşürme özelliğinin anlaşılması bu madde üzerinde çalışmalara yoğunluk kazandırmıştır. β -D-glukanla ilgili olarak yapılan literatür araştırmalarında tahıl tohumlarındaki β -D-glukanların değişik yöntemlerle tayin edildiği görülmüştür. Bulunan sonuçlar, olgunlaşmış tahıl tohumlarında aynı türün değişik yerlerde yetiştirilmesiyle farklı oranlarda β -D-glukan değerlerine rastlanmıştır. Ülkemizde yetiştirilen kültür türleri tohumlarında farklı, fakat benzer değerler elde edilmiştir.

Araştırmalarda elde edilen sonuçlara göre, % kine benzer β -D-glukan oranı fazla olan ekstraktlardan hazırlanan ekmeklerle beslenen hayvanla da toplam kolesterol miktarın da daha fazla düşürdüğü görülmüştür. Çeşitli tahıl ekstraktından kolesterolü düşürme etkisinin, yulaf ekstraktlarında diğerlerine göre daha etkili olduğu belirlenmiştir.

β -D-Glukanların, kan ve serum kolesterolünü düşürücü etkisinin, mekanizması hakkında pekçok görüş ileri sürmekle beraber şu ana kadar kanıtlanmış ortak bir görüş mevcut değildir.

Ülkemizde yetiştirilen kültür buğdaygilleri ve baklagilleri ve Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde yetiştirilen kültür bitkileri yanında, kültürleştirilen *Orabryehis sativa* (adi korunga) ve *Medicago satiean* (adi yonca) türlerinde β -D-glukan tayini yapılmış ve bulunan sonuçlar literatür değerleriyle karşılaştırılmıştır. Sonuçlar arasındaki farklılık, yetiştirildikleri çevre şartlarına göre değişmektedir.

Çalışmalarımızın esasını oluşturan temel amaç, endemik yabancı buğdaygiller ve baklagillerdeki β -D-glukan miktarlarının tayin edilmesi olup, bu sebeple bölgemizde (Doğu karadeniz) doğal ortamda kendiliğinden yetişen bitki türleri tespit edilmiş ve onların yetişme dönemleri, yetiştikleri yerler, olgunlaşma süreleri belirlendikten sonra uygun zamanlarda toplanmış ve verilen tayin metoduna göre gerekli işlemlerden sonra β -D-glukan miktarları tayin edilmiştir.

Literatür araştırmalarında bu tür endemik yabancı türler üzerinde β -D-glukan tayinine rastlanmamıştır. Ayrıca ülkemizde yetiştirilen kültür türlerinde ilk kez β -D-glukan

tayini yapılmıştır. 1994 yılı içerisinde Trabzon, Gümüşhane ve Bayburt İl sınırları içerisinde, yaylalar ve ormanlık bölgelerde, olatmaya kapalı alanlarda 23 çeşit yabancı endemik tür tespit edilerek tohumlarının olgunlaşma dönemlerinde toplanmıştır.

Yabancı endemik türler arasında en yüksek β -D-glukan miktarı, Bayburt ilinde 1600 metre yükseklikte Ağustos ayında olgunlaşan *Bromus secalinus* (Çavdar Bromu) türünde (% 6.15) tayin edilmiştir. Ayrıca Akçaabat Karadağ yaylasında yetişen *Doctylrs glamerata* (Domuz Ayrığı) türü de % 4.87 β -D-glukan oranıyla endemik yabancı türler arasında ikinci sırayı almaktadır. % 3'ün üzerinde β -D-glukan oranı içerenler sırasıyla şunlardır;

<i>Aistida adscensionis</i>	% 3.55
<i>Steria glauca</i> (Bildircinotu)	% 3.45
<i>Brochypodium sylvaticum</i> (Tüylü Yalancı Brom)	% 3.45
<i>Agrostic tenuis</i> (Narin Tivosotu)	% 3.32
<i>Deschampsia caespitosa</i> (Çayır Timsahotu)	% 3.06

% 2' nin üzerinde β -D-glukan bulunanlar, ise sırasıyla şunlardır;

<i>Poa protensis</i> (Çayır Salkımotu)	% 2.53
<i>Avena fatua</i> (Yalancı Yulaf)	% 2.83
<i>Hordeum mirinum</i> (Duvar Arpası)	% 2.45,

% 1 ile % 2 arasında β -D-glukan içeren yedi endemik türler de şöyle sıralanmıştır.

<i>Calamogrostis epigejos</i>	% 1.74
<i>Sorghum halpence</i> (Halepotu)	% 1.47
<i>Brochypodium pinnatum</i>	% 1.43
<i>Donthonia alphina</i>	% 1.32
<i>Bromus mollis</i>	% 1.20
<i>Bromus squorrosus</i>	% 1.13
<i>Bromus secalinus</i>	% 1.09

Diğer altı yabancı endemik türde % 1' in altında β -D-glukan oranı tesbit edilmiştir.

Bu çalışmamızın esas amacı yabancı buğdaygiller bakımından zengin olan bölgemizdeki türlerde, β -D-glukan tayini yaparak, bunlar arasında fazla miktarda β -D-glukan içeren türleri ayırtmaktır. Böylece tespit edilen türlerin kültürleştirilmesi ve onların tohumlarının unlarından hazırlanacak ekmeğe veya yiyecek maddelerini hayvanlara yedirerek kolesterolün düşürülmesi üzerine etkisi araştırılabilir. Bunun için yabancı endemik türler arasında en yüksek oranda β -D-glukan içeren *Bromus secalinus* (Çavdar Bromu), onu takip eden *Doctylrs glamerata* (Domuz Ayrığı) ve % 3' ün üzerinde β -D- glukan oranı belirlenen yabancı endemik türler kültürleştirilebilir ve bunlardan hazırlanan ekmeklerin veya beslenme yiyecekleri belirli süreler boyunca deney hayvanlarına yedirerek, bunların içerdiği β -D-glukanın kolesterol üzerine etkisi belirlenebilir.

Daha iyi sonuç alınan endemik yabancı türlerin üretimi artırılarak insanlığa ve bilim dünyasının hizmetine sunularak milyonlarca insanın hastalığına veya ölümüne neden olan kolesterol tehlikesi azaltılabilir veya tamamen önlenir.

Ayrıca bu çalışmamızı genişleterek bölgemizde ve ülkemizin değişik yerlerinde yetişen türleri tespit edilerek β -D-glukan oranları tayin edilebilir ve kolesterol düşürme üzerine etkileri belirlenebilir.

6. KAYNAKLAR

1. George E . Englett., Hypocolesterolemic Beta - Glucan Amylodextrins From Oats as Dietary Fat Replacements Presented at the Symposium on Beta- Glucans, National American Chemical Society Meeting, Boston, April 1990, Paper AGFD0015.
2. Inglett, E.G.Amylodextrins Containing β -Glucan From Oat Flours and Bran. Food Chemistry, 47 (1993) 133-136.
3. David, M. K, Recipes For Low-Fat, Low Cholesterol Meals, American Heart Association, Texas Afliliate TA-77, Rem., 12187, New York, 1987.
4. By Janet, R., Beyond Oat Bran, Reaping the Benefits Without Gorging on the Grain, Science News, 137 (1990) 330-332.
5. U.S Department of Health and Human Services, Public Health Service, National Institues of Health, U.S.A, 1985
6. Saastamoinen, M., Plaami, S. ve Kumpulainen J., Pentoson and β - Glucan Content of Finnish Winter Rye Varieties as Compored with Rye Six other Countries, Journal of Cereal Science, 10 (1989) 199-207.
7. Klopfenstein, C.F., The Role of Cereal β - Glucan in Nutrition and Health, Cereal Foods World, 33, 10 (1988) 865-869.
8. Klopfenstein, C.F. ve Hoseney, R.C., Cholesterol - Lowering Effect of β - Glucan - Enriched Breat Nutrition Reports International, 36, 5 (1987) 1091-1097.
9. De Groot, A.P.ve Luyken, R., Cholesterol - Lowering Effect of Rolled Oats. Lancet 2,303 (1963) 47-52.
10. Wood, P.J., Phycochemical Properties and Technological and Nutritional Significance of Cereal β - Glucans. Cereal Polysaccharides in Technology and Nutrition .St. Poul. MN.1984. Cereal Polysaccharides in Technology and Nutrition. St. Poul. MN.,1984.
11. Dains, P. ve Perlin, A., High- Field C13NMR Spectroscopy of β -D- Glucans, Amylopectin and Glucogen , Corbohyd. Rec.,100 (1982) 103 -110 .

12. Woodwort, J.R., Water - Soluble (1-3) (1-4)- β -Glucans From Barley (*Hordeum vulgare*) Endosperm, 1. Physicochemical Properties, Carbohydr. Polym. 3 (1983) 143-146.
13. Generald, O., The Polysaccharides . Department of Chemistry Faculty of Science, York University, 2 ,Canada. , 1983.
14. Hordin, B., Grain Hold the Key to Reducing Blood Cholesterol., Agric. Rec . 33 (1985) 10-14 .
15. Van Horn, L. Liu, K. ve Parker, D., Serum Lipid Response to Oat Product İntake with a Fat -Modified Diet., J. Am .Diet . Assoc . 86 (1986) 759-762 .
16. Bailey, R. W., Chemistry and Biochemistry of Herbage, Academic Press., New York,1973
17. Darvil, A. ve Neil, M., Biochemistry of Plants, 1 Academic Press., New York, 1973.
18. Swith, F. ve Montgomery, R., The Chemistry of Plant Gums and Mucilages , Von Nostrand - Reinhold Princeton , New Jersey, (1959) .
19. Anderson, M. A. ve Stone, A., FEBS Lett. 52 (1975) 202-207 .
20. Bacic, A. ve Stone, B.A., Wheat (*Triticum aestivum*), Corbohydr . Res., 82 (1980) 372-377.
21. Shibuya, N. ve Mizaki, A., Rice (*Oryza sativa*), Agric . Biol . Chem . 42, (1978) 2267-2274.
22. Graham, Solomons, T.W. Organic Chemistry, Fifthy Edition, by John Wiles and Sons.Inc.P.(1992)1030-1035.
23. Robert, K., ve Peter, A., Çeviren, Prof.Dr.Menteş,G., ve Prof.Dr. Ersöz , B., Haeper'in Biyokimyası, Barış Kitabevi, İstanbul ,1993.
- 24 . Karlos, P., Çev. Prof. Dr. Telefoncu , A., Biyokimya , II . Baskı, 1992.
- 25 .Carr, J. M., Glatter, S.ve Jeracı, J.L., Enzymic Determination of β - Glucan in Cereal - Based Food Products . Cereal Chem., 67, 3 (1989) 226-229 .
- 26 . Henry, R.J., Blakeney, A.B., Determination of Total β -Glucan in Malt., J . Inst. Brew., 92 (1986) 354-356 .
27. Aman, P. ve Graham, H., Analysis of Total and Insoluble Mixed - Linked (1-3) (1-4) β -D- Glucan in Barley and Oats, J.Agric.Chem., 35 (1987) 704-709.

28. Ahlumalia, B. ve Ellis, E. E., A Rapid and Simple Method for the Determination of Strach and β - Glucan in Barley and Malt., J. Inst. Brew. , 90 (1984) 254-259.
29. Aman, P. ve Hesselman, K., An Enzimatik Method for Analysis of Totol Mixed - Linkage β -Glucan in Cereal Grains, Journal of Ceral Science , 3 (1985) 231-237.
30. Prentice, N. Babler, S. ve Faber, S., Enzymic Analysis of β -Glucan in Cereal Grain. Cereal Chem. 57,3 (1980) 198-202.
31. Mekis, E. Prnter, G. ve Bendek, G., Modified Florimetric Flow - Injection Analysis (FIA) Method For the Determination of (1-3) (1-4) β -D- Glucan, J. Inst. Brew. 93 (1987) 396-398.
32. Henry, R.J., Pentoson and (1-3) (1-4)- β -D- Glucan Concentrations in Endosperm and Wholegrain of Weat, Barley, Oats and Rye, Journal of Cereal Science, 6 (1987) 253-258 .
33. Wood , P.J. ve Weisz , J., Use of Calcoflour in Analysis of Oat β -D-Glucan. Cereal Chem., 61, 1 (1984) 73-75.
34. Lehtonen, M . ve Alkslo, R., β -Glucan in Two-and Six- Rowed Barley, Cereal Chem. 64, 3 (1987) 191-193.
35. Barry, V., Malcalm, C. M. ve Holmes, G., Enzymic Quantification of (1-3) (1-4)- β -D-Glucan in Barley and Malt . J. Inst. Brew. , 91(1985) 285-295 .
36. Monzanares, P.ve Novarro, A., Selective Determination of β -Glucan of Differing Molecular Size , Using the Calcoflour - Fluorimetric Flow - Injection - Analysis (FIA) Metod. J. Inst. Brew., 97 (1991) 101-104 .
37. Wood, P .J. ve Weisz, J., Molecular Characterization of Cereal β -Glucans. II. Six - Exclusion Chromatography for Comparison of Molecular Weigh Cereal Chem ., 68, 5 (1991) 530 - 536 .
38. Suckling , C., Enzymic Chemistry , Impact and Aplications Second Edition ., 2 ,UK (1990)
39. Cardiouascular Reseach Report, Mister Fit'links Blood Cholesterol Level to Heart Disease Risk, American Heart Association ., 21, 1, Dallas, 1985.
40. Roberts, L., Study Bolsters Case Aganist Cholesterol, Science., 237 (1987) 28-32.
41. Illman, R.J., ve Topping, D., Effect of Dietary Oat Bran On Faecal Steroid Excetion , plasma Volattile Fatty Acids and Lipid Synthesis in Rats., Nutr. Res., 5 (1987) 829-832.

42. Chen, W.J., Anderson, J.M., Propionate may Mediate the Hypocholesterolemik Effects of Certain Soluble Plant Fiber in Cholesterol - Fed Rats., Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 175 (1984) 215-221.
43. Eastwood, M., Dietary Fiber and the Risk of Cancer . Nutr. Rev. , 45 (1987) 193-197.
44. Platt, S.R. ve Clydesdale, F. M., Binding of Iron by Cellulose, Lignin, Sodium Phytate, and B- Glucan, Alone and in Combination with simulated Gastrointestinal pH conditions . J. Food . Sci. , 49 (1984) 2709-2712.
45. Kolata , G., Diabetics Should Lose Weigh Avoid Fat Diets . Science, 235 (1987) 163-169 .
46. Huges, R .E., A New Look at Dietary Fiber, Human Nutr . Clin. Nutr., 40 (1986) 81-88.
47. Ernest, P:A ve Thye, J:K., The Effect of Unprocessed Oat Bran On Cholesterol Levels of Healthy Males. Virginia Polytechnic Inst.Federation Proc., 44 (1985) 758-562.
48. White, A., Advence in Carbohydrate Analysis., Finance Scientific Equipment, Loughborough , 1 (1991) 262-164 .
49. Davis , P. H ., Flora of Turkey. Edinburg at the Universty Press ., 9 (1985).
50. Özdan, Y. ve Okatan, A., Çayır -Mera Baklagil ve Buğdaygil Yem Bitkilerinin Tanıtım Klavuzu , K. T. Ü. Orman Fak.,2, 1985 .
51. Okatan, A., Trabzon - Meryemana Yağış Havzası Alpin Meralarının Bazı Fiziksel ve Hidrolik Toprak Özellikleri ile Vejetasyon Yapısı Üzerine Araştırmalar ., Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı , Orman Genel Müdürlüğü., 664 , 62, 1987 .

6. ÖZGEÇMİŞ

01. 12. 1961 yılında Vakfikebir Mahmutlu Köyünde doğdu. 1979 yılında Vakfikebir Ticaret Lisesini, 1986 yılında K.T.Ü.Fatih Eğitim Fakültesi Fen Bilimleri Eğitimi Kimya Öğretmenliği Bölümünü bitirdi. 1986-1987 Öğretim yılında KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Bölümünde Yüksek Lisansa başladı. Ayrıca 1987 yılında Trabzon Teknik ve Endüstri Meslek Lisesine Kimya Öğretmeni olarak atandı. Yüksek Lisan çalışmalarını 1991 Yılında tamamladı ve 1992 Yılında K.T.Ü Giresun Eğitim Fakültesinde, Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı.

Halen bu göreve devam etmekte olup yabancı dili İngilizcedir.