

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

FERMENTASYONUN BAZI SEBZELERİN BİYOAKTİF ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

KÜBRA ÖZKAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
GIDA MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
PROF. DR. OSMAN SAĞDIÇ**

İSTANBUL, 2016

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FERMENTASYONUN BAZI SEBZELERİN BİYOAKTİF ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Kübra ÖZKAN tarafından hazırlanan tez çalışması 25.11.2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ

Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ

Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Muhammet ARICI

Yıldız Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Bayram ÇETİN

Kırklareli Üniversitesi

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim süresince ilminden faydalandığım, insani, toplumsal ve ahlaki değerleri ile de örnek aldığım, bu tez çalışmasını büyük bir titizlikle yönetip, çalışma süresince bilgisini ve desteğini aldığım, ayrıca tecrübelerinden yararlanırken göstermiş olduğu hoşgörü ve sabırdan dolayı değerli tez danışmanım sayın Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ'a teşekkürü bir borç telakki ederim.

Tez çalışmam süresince, Yıldız Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nün laboratuvarlarında çalışma imkanı sağlayan bölümümüzün değerli öğretim üyeleri ile asistanlarına ve tez savunmamda yer alan değerli jüri üyelerine teşekkürlerimi sunarım. Hayatım boyunca; mesleğimin detaylarını öğrenmek ve topluma faydalı olmak için önümde aşmam gereken birçok engel olduğunu, bana sabretmenin pes etmek değil, mücadele etmek olduğunu gösteren ve benden maddi, manevi desteklerini esirgemedi her daim yanımda olan başta sevgili annem olmak üzere; babama ve ağabeyime teşekkür ederim.

Kasım, 2016

Kübra ÖZKAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ	vii
KISALTMA LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	xi
ÖZET	xii
ABSTRACT	xiv
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti	3
1.2 Tezin Amacı	5
1.3 Hipotez	5
BÖLÜM 2	
GENEL BİLGİLER.....	6
2.1 Fermentasyonun Bazı Sebzelerdeki Biyoaktif Özelliklerine Etkisi	6
2.1.1 Fermentasyon.....	6
2.1.1.1 Turşu.....	6
2.1.1.2 Sirke.....	12
2.1.2 Fermente Ürünlerin Sağlık Açısından Önemi	12
2.2 Gıdaların Biyoaktif Özellikleri	13
2.2.1 Antioksidanlar.....	14
2.2.1.1 Polifenolik Bileşikler	16
2.2.1.2 C Vitamini (L-askorbik asit)	20
2.2.1.3 Tokoferoller.....	21
2.2.1.4 Karotenoidler	22
2.2.1.5 Antioksidan Enzimler	24

2.2.1.6 Antioksidan Aktivite Ölçüm Yöntemleri	26
2.2.2 Antikanserojenler	26
2.2.3 Antimikrobiyaller	27
2.2.4 Antimutajenler	28
2.2.5 Antidiyabetik Maddeler	28
2.3 Biyoaktif Maddelerin Ekstraksiyonu	28
BÖLÜM 3	
MATERYAL VE METOT	32
3.1 Materyal	32
3.2 Metot	32
3.2.1 Sebzelerden Turşu Üretimi	32
3.2.2 Turşularda ve Taze Örneklerde Yapılan Fizikokimyasal Analizler	33
3.2.2.1 pH Tayini	33
3.2.2.2 Asitlik Tayini	33
3.2.2.3 İndirgen ve Toplam Şeker Tayini	34
3.2.2.4 Tuz Tayini	36
3.2.2.5 Toplam Kuru Madde Tayini	37
3.2.3 Turşularda ve Taze Örneklerde Yapılan Mikrobiyolojik Analizler	38
3.2.3.1 Toplam Maya ve Küf Sayımı	38
3.2.3.2 Toplam Mezofil Aerob Bakteri (TMAB) Sayımı	39
3.2.3.3 Laktik Asit Bakteri (LAB) Sayımı	40
3.2.4 Biyoaktif Özelliklerinin Belirlenmesi İçin Yapılan Analizler	40
3.2.4.1 Taze ve Turşu Örneklerinde Ekstraksiyon İşlemi	40
3.2.4.2 Toplam Fenolik Madde Miktarı (TFMM) Analizi	41
3.2.4.3 Toplam Flavonoid Miktarı (TFM) Analizi	42
3.2.4.4 DPPH Serbest Radikal Yakalama Aktivitesi Tayini	42
3.2.5 Turşu Örneklerinde Yapılan Duyusal Analiz	43
3.2.6 İstatiksel Analiz	44
BÖLÜM 4	
BULGULAR VE ÖNERİLER	45
4.1 Fermentasyon Süresince Örneklerdeki bazı Fizikokimyasal Özelliklerdeki Değişimler	45
4.2 Fermentasyon Süresince Örneklerdeki Mikroorganizma Sayımlarındaki Değişimler	50
4.3 Fermentasyon Süresince Örneklerdeki Biyoaktif Bileşen Özelliklerdeki Değişimler	54
4.4 Turşu Örneklerinde Yapılan Duyusal Analiz Sonuçları	65
BÖLÜM 5	
SONUÇ VE ÖNERİLER	67
KAYNAKLAR	70

EK-A

Duyusal Analiz Formu	81
ÖZGEÇMİŞ.....	82

SİMGE LİSTESİ

α	Alfa
γ	Gama
β	Beta
G(+)	Gram pozitif
G(-)	Gram negatif
%	Yüzde
°C	Santigrat Derecesi
δ	Sigma
pH	Hidrojen gücü
$\pm$	Standart sapma

KISALTMA LİSTESİ

ABTS	2,2-azinobis-(3-etilbenzotiozidin-6-sulfonik asit)
AgNO ₃	Gümüş Nitrat
AlCl ₃	Aluminium Trichloride
CAE	Kateşin eşdeğeri
CAT	katalaz
CH ₃	Metil
CO ₂	Karbondioksit
DPPH	2,2-diphenyl-1-pcyrylhidrazyl
FAO	Food and Agriculture Organization
FDA	Food and Drug Administration
g	Gram
GAE	Gallik asit eşdeğeri
GSH	Glutasyon
H ₂ O	di-Hidrojen Oksit
HCl	Hidroklorik asit
kob	Koloni Birimi
L	Litre
LAB	Laktik asit Bakteri
log	Logaritma
mg	Miligram
mL	Mililitre
NaOH	Sodyum Hidroksit
OH	Hidroksil
SOD	Süperoksit dismutaz
TEAC	Trolox eşdeğeri antioksidan kapasite ölçümü
TFM	Toplam Flavonoid Miktarı
TFMM	Toplam Fenolik Madde Miktarı
TMAB	Toplam Mezofil Aerob Bakteri
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
USDA	United States Department of Agriculture
UV-VIS	Ultraviolet-visible Spectroscopy
WHO	World Health Organization

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2. 1	LAB'ler tarafından glikoz fermentasyonun temel yolları 9
Şekil 2. 2	Bazı antioksidanların hücre organellerine etkisi 14
Şekil 2. 3	Hidroksisinamik asit formülü 18
Şekil 2. 4	Hidroksibenzoik asit formülü 18
Şekil 2. 5	Bazı flavonoidlerin kimyasal yapısı 19
Şekil 2. 6	L-askorbik asitin kimyasal yapısı 20
Şekil 2. 7	Tokoferol izomerlerinin kimyasal yapısı 22
Şekil 2. 8	α , γ , β -karotenoid grupların şekli ve A vitamini molekülü 23
Şekil 3. 1	Kornişon tipi hıyar 30
Şekil 3. 2	Taze fasülye..... 31
Şekil 3. 3	Beyaz lahana 31
Şekil 3. 4	8 Litrelik cam kavanozlarda hazırlanmış hıyar turşusu (a), fasülye turşusu (b) lahana turşusu (c)..... 33
Şekil 3. 5	Şeker tayini için hazırlanan filtrat ile fehling çözeltilerinin kaynatılması (a), kaynatılan çözeltinin bakır kırmızısı rengine dönmesi (b) 36
Şekil 3. 6	Tuz tayini için hazırlanan filtrat ile potasyum kromat indikatörü ile muamele edilmesi (a) ve gümüş nitrat çözeltisi ile titre edilen örneğin kiremit kırmızısı rengine dönmesi 37
Şekil 3. 7	Kurutma işleminden sonra sırasıyla taze hıyar ve turşusu (a), taze fasülye ve turşusu (b), taze lahana ve turşusu (c) örneklerinin görünümü 38
Şekil 3. 8	Sebzelerin ham ve turşu formuna yapılan çeşitli mikrobiyolojik analizler .. 38
Şekil 3. 9	Mayaların inkübasyon sonucu oluşturdukları koloniler 39
Şekil 3. 10	Mezofil aerob bakterilerinin inkübasyon sonucu oluşturdukları koloniler . 39
Şekil 3. 11	LAB'nin inkübasyon sonucu aerobik (a) ve anaerobik (b) ortamlarda oluşturdukları koloniler 40
Şekil 3. 12	Homojen çözeltilerin oda koşullarında inkübasyona bırakılması(a), inkübasyon sonrası numunelerin filtrelenip santrifüjlenmesi (b) ve santrifüj sonrası berrak bir çözelti elde edilmesi 41
Şekil 3. 13	Örneklerdeki antioksidan aktiviteleri belirlemek amacıyla kullanılan UV/VIS spektrofotometre cihazı..... 43
Şekil 3. 14	Duyusal analiz için hazırlanmış turşu örnekleri..... 43
Şekil 4. 1	Hıyardak örneğindeki bazı fizikokimyasal özelliklerin fermentasyon sürelerine bağlı değişimi 46

Şekil 4. 2	Fasülye örneğindeki bazı fizikokimyasal özelliklerin fermentasyon sürelerine bağlı değişimi	47
Şekil 4. 3	Lahana örneğindeki fizikokimyasal özelliklerin fermentasyon sürelerine bağlı değişimi	49
Şekil 4. 4	Fermentasyon Süresince Sebze Örneklerindeki pH Değişimi.....	49
Şekil 4. 5	Hıyar örneğindeki mikrobiyolojik sayılarının fermentasyon süresine bağlı değişimi.....	51
Şekil 4. 6	Fasülye örneğindeki mikrobiyolojik sayılarının fermentasyon süresine bağlı değişimi	53
Şekil 4. 7	Lahana örneğindeki mikrobiyolojik sayılarının fermentasyon süresine bağlı değişimi.....	54
Şekil 4. 8	Fermentasyon süresince hıyar turşusunun toplam fenolik madde miktarındaki değişimler	56
Şekil 4. 9	Fermentasyon süresince hıyar turşusunun toplam flavonoid madde miktarındaki değişimler	56
Şekil 4. 10	Fermentasyon süresince hıyar turşusunun toplam antioksidan aktivite miktarındaki değişimler	57
Şekil 4. 11	Fermentasyon süresince fasülye turşusunun toplam fenolik madde miktarındaki değişimler	59
Şekil 4. 12	Fermentasyon süresince fasülye turşusunun toplam flavonoid madde miktarındaki değişimler	59
Şekil 4. 13	Fermentasyon süresince fasülye turşusunun toplam antioksidan aktivite miktarındaki değişimler	60
Şekil 4. 14	Fermentasyon süresince lahana turşusunun toplam fenolik madde miktarındaki değişimler	62
Şekil 4. 15	Fermentasyon süresince lahana turşusunun toplam flavonoid madde miktarındaki değişimler	62
Şekil 4. 16	Fermentasyon süresince lahana turşusunun toplam antioksidan aktivite miktarındaki değişimler	63
Şekil 4. 17	Fermentasyon süresince sebze örneklerinin toplam fenolik madde miktarındaki değişim.....	64
Şekil 4. 18	Fermentasyon süresince sebze örneklerinin toplam flavonoid madde miktarındaki değişim.....	64
Şekil 4. 19	Fermentasyon süresince sebze örneklerinin toplam antioksidan kapasite miktarındaki değişim.....	64
Şekil 4. 20	Turşu örneklerinin duyu analizi sonuçları	65

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 1. 1	Gıda fermentasyonu ve muhafazasındaki önemli gelişmelerin tarihsel süreci ile ilgili tablo..... 2
Çizelge 2. 1	Antioksidanların işlevlerine göre gruplandırılması 15
Çizelge 2. 2	Antioksidanların bulundukları yerlere göre sınıflandırılması 15
Çizelge 2. 3	Bazı klasik çözücü ekstraksiyonlarının kullanım alanlarına örnekler 29
Çizelge 4. 1	Hıyar Örneğinde Fermentasyon Süresince Değişen Fizikokimyasal Özellikler 45
Çizelge 4. 2	Fasülye Örneğinde Fermentasyon Süresince Değişen Fizikokimyasal Özellikler 46
Çizelge 4. 3	Lahana Örneğinde Fermentasyon Süresince Değişen Fizikokimyasal Özellikler 48
Çizelge 4. 4	Hıyar, fasülye ve lahana örneklerindeki kuru madde miktarları 50
Çizelge 4. 5	Fermentasyon süresince hıyar turşusunun mikroorganizma sayılarındaki değişimler 51
Çizelge 4. 6	Fermentasyon süresince fasülye turşusunun mikroorganizma sayılarındaki değişimler..... 52
Çizelge 4. 7	Fermentasyon süresince lahana turşusunun mikroorganizma sayılarındaki değişimler..... 53
Çizelge 4. 8	Fermentasyon süresince hıyar turşusunun biyoaktif özelliklerindeki değişimler 55
Çizelge 4. 9	Fermentasyon süresince fasülye turşusunun biyoaktif özelliklerindeki değişimler..... 58
Çizelge 4. 10	Fermentasyon süresince lahana turşusunun biyoaktif özelliklerindeki değişimler..... 61

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Fermente ürünlerin beslenmemizdeki yeri binlerce yıl geriye gitmekte olup, üretim ve tüketimleri ile ilgili yazılı belgeler daha yakın dönemde bulunmaktadır [1]. Başlangıçta birkaç olayla ortaya çıkan fermente gıdalar, günümüzde dünyada tüketilen tüm gıdaların yaklaşık 1/3' ünü oluştururlar [2].

Dünyada günlük kişi başına yaklaşık 50-400 g toplam besin alımının yaklaşık % 5-40'ını fermente gıdalar ve alkollü içkiler oluşturmaktadır. Yaygın olarak tüketilen fermente ürünler, fermente sebzeler, fermente soya ve diğer baklagiller, fermente tahıl ürünleri, fermente süt ürünleri, fermente balıklar ve fermente et ürünleridir [3].

Günümüzde fermente gıdaların tüm dünyada tüketimlerinin arttığını söyleyebiliriz. Çünkü fermentasyon, raf ömrünü arttıran, diğer gıda muhafaza tekniklerine olan ihtiyacı azaltan, oldukça etkin bir muhafaza yöntemidir [2,3]. İnsanların gıda maddelerini uzun süre saklayabilmek için geliştirdikleri muhafaza yöntemleri içinde en eskilerinden biri turşu yapımıdır.

Turşu üretimi; M.Ö. 3.yy.' da Çinli işçilerin Çin Seddi' nin yapımında fermente olmuş, asitli sebze karışımları tükettiğine dair kayıtlar bulunmaktadır [4]. Turşu ile insanların tanışması büyük bir olasılıkla tuzun, gıdaların muhafazasındaki öneminin ortaya çıktığı döneme denk gelmektedir [1, 5].

Çizelge 1.1'de gıda fermentasyonu ve muhafazasındaki önemli gelişmelerin tarihsel bir süreci verilmektedir.

Çizelge 1.1 Gıda fermentasyonu ve muhafazasındaki önemli gelişmelerin tarihsel

Süreci [6,7]

TARİH	TARİH SÜRECİNDEKİ GELİŞME
M.Ö. 6000	Hayvanların evcilleştirilmesini takiben Irak'da peynir üretimi
M.Ö. 5000	Küflü tofunun antibiyotik özelliğinin Çinliler tarafından keşfi
M.Ö. 4000	Mayalı ekmek ve şarabın Mısırlılar tarafından keşfi
M.Ö. 1750	Sümerlerin bira için arpayı fermente etmeleri
M.S. 1276	İlk viski fabrikasının İrlanda'da kurulması
M.S.1500'ler	Lahana turşusu ve yoğurt fermentasyonu
M.S.1861	Louis Pasteur tarafından pastörizasyonun keşfi
M.S. 1928	Bazı laktokokların ve diğer LAB'nin ürettiği nisinın antigonostik etkisinin Rogers ve Whittier tarafından keşfi
M.S. 1947	Nisin-grup N inhibitör maddesinin Mattick ve Hirsch tarafından konsantre edilmesi ve isimlendirilmesi
M.S. 1953	Nisin kullanımının 48'den fazla ülke tarafından onaylanması üzerine nisinin İngiltere'ye sunulması
M.S. 1968	FAO/WHO'nun, biyolojik bir gıda koruyucusu olarak kullanımı için Nisini güvenli ve yasal olarak tanıması
M.S. 1988	Nisinin FDA tarafından onaylanması

Ülkemizde önceleri ev ölçeğinde olan üretim, daha sonra endüstriyel ölçekte yapılmaya başlanmıştır. Bugün ülkemiz dünyada önemli bir turşu üreticisidir [1]. Turşu genellikle yemeklerin yanında iştah açıcı olarak tüketilen, değişik salata ve kanepelerin hazırlanmasında da sıklıkla kullanılan bir üründür. Laktik asit fermentasyonu ile dayanıklılığının artmasının yanında, ürünün tat ve renk bakımından da kendine özgü özelliğini kazanmaktadır [8].

Meyve sebze tüketiminin artmasıyla kanser ve kardiyovasküler hastalıklar başta olmak üzere birçok hastalığa karşı korunma arasında önemli bir ilişki olduğu bildirilmektedir. Bu ilişkinin meyve ve sebzelerde bulunan antioksidan özelliğe sahip fenolik bileşikler, E vitamini, karotenoidler ve askorbik asitten kaynaklandığı düşünülmektedir [9].

1.1 Literatür Özeti

Lee vd. [10] tarafından yapılan bir çalışmada; çok yıllık, otsu bir bitki olan ginseng ile fermente edilmiş ginsengin antioksidan kapasiteleri belirlenmiştir. Antioksidan kapasitesi belirlenmesinde ABTS yöntemi kullanılmış ve fermente ginseng ürününde antioksidan kapasitesi daha yüksek bulunmuştur.

Daha önceki bir çalışmada; soya fasülyesi fermentasyona uğratılmış ve fermentasyonun bu ürünlerdeki makromoleküllerin yapısına ve bileşimlerdeki değişimlerine etkisi incelenmiştir [11]. Bu durum daha sonradan fermentasyonun bitki ürünlerinde bulunan fenolik bileşikler arttırdığı şeklinde rapor edilmiştir [12]. Sonrasında fermentasyonun bu yeteneği, mikrobiyal bir hidroliz reaksiyonu sonucu olduğu ve fenolik bileşikler, flavonoid bileşiklerini bu şekilde arttırdığı söylenmiştir [13].

Yapılan bir araştırmada; bazı geleneksel bitkisel ilaçlarda; izoflavonlar, saponinler, fitosteroller ve fenoller dahil tıbbi öneme sahip biyoaktif metabolitlerin zenginleştirilmesi için fermentasyon teknolojisi kullanılmıştır. Bu farmakolojik özellikleri ve bir dizi hastalıklara karşı bitkisel formülasyonların terapötik etkinliklerinin fermentasyonla artışı gösteren kanıtların uyum içinde olduğu gösterilmiştir [14].

Diğer yapılan bir çalışmada, gıda fermentasyonları ile gıdaların protein içeriği yükseltmekte ya da esansiyel amino asitlerin dengesi sağlanmakta ve kullanılabilirliği kolaylaşmaktadır. Yine benzer şekilde, gıdaların tiamin, riboflavin, niasin ya da folik asit gibi vitamin içeriklerini zenginleştirdiği veya kullanılabilirliği arttırdığını gözlemlemiştir [15].

Kusznierewicz vd. [16] tarafından yapılan çalışmada; fermentasyona bırakılan beyaz lahananın (0. gün, 4. gün, 7. gün, 11. gün ve 14. gün) suyu metanol ile ekstrakte edilip dondurularak kurutulmuş ve toplam antioksidan kapasitesine (DPPH yöntemiyle) bakılmıştır. Lahana suyunda toplam antioksidan kapasitesi 0. Günde 0,26 $\mu\text{mol TE/mL}$ iken 14. Günde 2,31 $\mu\text{mol TE/mL}$ değerine ulaşmıştır. Dondurularak kurutulan lahana ekstraktında ise 0. Günde 2,31 $\mu\text{mol TE/mL}$ iken 14. günde 4,20 $\mu\text{mol TE/mL}$ değerine ulaşmıştır. Fermente lahana (sauerkraut) midede tümör oluşumunu azaltan S-metilmetiyonin etken maddesi bulundurduğu, hatta içerdiği izotiyasinler aracılığıyla

karaciğer, akciğer, meme ve kolon kanserlerinde önleyici etkileri bulunduğu, fermente edilmiş beyaz lahanada antioksidan kapasitesi oldukça yüksek çıkmıştır.

Bu durumun gerçekleşmesi laktik asit bakterilerin kimyasal fonksiyonları sonucu olduğu ifade edilmiştir.

Yapılan diğer bir çalışmada; Rooibos (*Aspalathus linearis*) çayının, fermente edilmiş Rooibos çayına göre daha az oksidasyona uğradığı ve daha iyi antioksidan kapasitesine sahip olduğu bildirilmiştir [17].

Ngan ve Dao [18] tarafından yapılan çalışmada; patlıcana *Lactobacillus acidophilus* bakteri türü ilave edilip, 5 gün boyunca fermentasyona bırakılmış ve toplam fenolik madde miktarına bakılmıştır. En yüksek fenolik madde miktarı 3. gün olduğu görülmüştür. 1×10^{10} hücre/ml miktarında laktik asit bakteri eklenmesiyle, fermentasyonun 3. gününde fenolik miktarı 506,81mg GAE/L'den 790,90 mg GAE/L'ye toplam antioksidan kapasitesi 13,72 mmol TE / g değerine ulaşmıştır.

Nurul ve Asmah [19] tarafından taze ve turşu formundaki papaya antioksidan içeriklerinin değerlendirilmesi üzerine yapılan çalışmada, taze papayadaki biyoaktif bileşenlerin fermentasyonun etkisiyle azaldığı gözlemlenmiştir.

Limón vd. [20] tarafından yapılan çalışmada barbunya 3 türlü fermentasyona uğratılmıştır. Birincisi doğal fermentasyon, ikincisi, Barbunyaya *Bacillus subtilis* bakteri türü eklenip, 121°C'de 15 dakika steril edilmiş ve dondurarak kurutulmuştur (katı ekstrakt), üçüncüsü ise, *Lactobacillus plantarum* bakteri türü eklenip, 37°C'de bekletilerek fermentasyona uğratılmıştır (sıvı ekstrakt). 0-96 saat boyunca fermentasyona uğratılan katı haldeki barbunyanın pH değeri 6,30-7,09 aralığında, bakteri sayısı 5,73- 8,21 log kob/g aralığında, fenolik madde miktarı ise 15,89-35,93 mg/g aralığında değişim göstermiştir. 0-96 saat boyunca fermentasyona doğal olarak uğratılan barbunyanın pH değeri 6,57-4,29 aralığında, bakteri sayısı 1,01-8,77 log kob/g aralığında, fenolik madde miktarı ise 20.68-20.16 mg/g aralığında değişim göstermiştir. 0-96 saat boyunca fermentasyona uğratılan sıvı haldeki barbunyanın pH değeri 6,63-3,72 aralığında, bakteri sayısı 7,04-5,92 log (CFU/g) aralığında, fenolik madde miktarı ise 20,68-17,79 mg/g aralığında değişim göstermiştir.

1.2 Tezin Amacı

Fermentasyon, raf ömrünü arttırdığı, diğer gıda muhafaza tekniklerine olan ihtiyacı azalttığı bilinen etkin bir muhafaza yöntemidir. Bu yüzden fermente ürünler toplumların beslenme kültürünü oluştururlar. Turşu, fermente bir ürün olmakla birlikte; tüketicinin en çok tercih ettiği, önemli bir gıda maddesidir. Bu tez çalışması; bazı sebzelerin turşu formunda hazırlanmasını, fizikokimyasal özelliklerine, mikrobiyal yüküne ve biyoaktif özelliklerine fermentasyonun etkisini ve depolanma sürecindeki değişimlerin belirlenmesini, olası sonuçların istatistiksel olarak değerlendirilmesini amaçlamaktadır.

1.3 Hipotez

Fermente ürünlerden biri olan turşunun; sağlığı geliştirici faydaları ve bunlarla ilişkili fonksiyonel mikroorganizmaları (özellikle laktik asit bakterileri) içermeleri, besin değerini zenginleştirme, bozulabilir besinleri koruma, immünolojik etkileri gibi özelliklere sahip olduğu bilinmektedir. Yine tercihen turşu ürünlerinin hazırlanmasında kullanılan sirkenin; kimyasal bileşenlerinden biri olan polifenolik bileşikleri içermeleri bakımından önem arz etmektedir. Bu sebeplerden dolayı, taze sebzelerin fermentasyona uğratılmasıyla biyoaktif özellikleri arttıracağı düşünülmektedir.

2.1 Fermentasyonun Bazı Sebzelerdeki Biyoaktif Özelliklerine Etkisi

2.1.1 Fermentasyon

Biyokimyasal olarak fermentasyon; karbohidrat ve ilgili bileşiklerin herhangi bir elektron alıcısının yokluğunda kısmen okside edilerek enerjinin serbest bırakıldığı metabolik bir süreçtir [21, 22]. Fermentasyon; gıdaların tat, aroma ve besleyici özelliklerinde önemli değişiklikler meydana getiren, patojen bakteri ve gıdaları bozan mikroorganizmaların kontrol altına alınmasında etkili bir muhafaza yöntemidir [23].

Fermentasyon yoluyla gıdaların korunmasında temel prensip, karbohidratların parçalanması ve son ürün olarak çeşitli organik asitler, alkol ve CO₂ türevlerinin üretilmesidir [24, 5].

2.1.1.1 Turşu

Turşu; sebze ve meyvelerin belirli tuz konsantrasyonlu salamurada ya da kendi sularında laktik asit bakterileri ile fermentasyona uğratılmaları ile oluşan, laktik asidin ve ortamdaki tuzun koruyucu etkisiyle uzun raf ömürlü olma özelliğine sahip bir üründür [1].

Salamuraya konulan ürünler; içerdikleri doğal mikrobiyotalar ile fermente edilirler. Turşudan arzulanan özelliklerin gelmesinde her zaman en önemli rolü laktik asit bakterileri oynamaktadır. Sebze ve meyveler; uygun konsantrasyonda tuz içeren

salamuraya konulduklarında taşıdıkları doğal mikrobiyotalarının etkisiyle fermente olurlar [5].

Sebze ve meyvelerin salamurada laktik asit fermentasyonuna tabi tutulması, meydana gelen laktik asidin ve ortamdaki tuzun koruyucu etkisiyle dayanıklı hale getirilmesi sonucu; fazla bulundukları mevsimde fermente edilen meyve sebzeler az bulundukları veya hiç bulunmadıkları dönemlere kadar muhafaza edilebilir[25].

Fermentasyon sürecinde gerçekleşen olaylar sırasıyla;

Fermentasyonun başlangıç aşamasında taze üründe bulunan fakültatif veya mutlak anaerobik mikroorganizmalar gelişirler. Çeşitli gram (+) ve gram (-) bakteriler bu grubun içinde yer alır. Bu arada laktik asit bakterileride ortama hakim olarak pH'nın düşmesini sağlarken gram (-) ve sporlu bakterilerin gelişimini de engellemiş olurlar.

Birincil fermentasyon aşamasında mikrobiyotaya laktik asit bakterileri hakimdir. Ortamda ayrıca bazı fermentatif mayalar da bulunabilir. Bu mikroorganizmaların üremeleri ise ortamdaki şekerin tamamen kullanılması veya asit inhibisyonu meydana gelinceye kadar devam etmesine bağlıdır.

İkincil fermentasyon aşaması ise fermentatif mayaları geliştirdiği devredir. Düşük pH nedeniyle laktik asit bakterisinin gelişmesi yavaşladıktan sonra ortamda kalan şekeri fermente eder.

Fermentasyon sonrası aşamada; ortamda karbohidrat kaynağı kalmadığı için anaerobik koşullarda herhangi bir mikrobiyal gelişme gözlenmez. Ancak, salamura yüzeyi havayla temasta ise oksidatif mayalar, küfler ve bozulma yapan bakteriler ve türleri gelişebilir [26, 27, 1, 5].

Turşu Fermentasyonunda Rol Alan Mikroorganizmalar

Laktik asit bakterileri

Taze sebze ve meyvelerin doğal mikrobiyota çok çeşitli mikroorganizmalardan meydana gelir. Bu popülasyonun içinde bozulmalara neden olan mikroorganizmalar ve laktik asit bakterileri yer alır. Toplam mikrobiyota içinde laktik asit bakterilerinin miktarı oldukça düşük düzeydedir [5]. Laktik asit bakterileri (LAB) morfolojik, metabolik ve fizyolojik karakteristiklerine göre gram pozitif bakterilerinin bir grubunu oluşturur.

Bu grupta yer alan bakterilerin genel tanımı; gram pozitif, *Sporolactobacillus inulinus* hariç spor oluşturmeyen, katalaz negatif, sitokroma sahip olmayan, aerobik olmayan ama aerotolerant, *Pediococcus* cinsi hariç yalnız tek düzlemde bölünen, asidi tolere edebilen, kuvvetli fermentatif olup glikoz fermentasyonu sırasında başlıca son ürün olarak laktik asit üreten, bazı istisnalar hariç hareketsiz, kok veya çubuk şeklinde bakterilerdir. Laktik asit bakterileri genellikle besin içeriği bakımından zengin olan ortamlarda; örneğin süt, et ve sebzelerde bulunur [28, 29, 30].

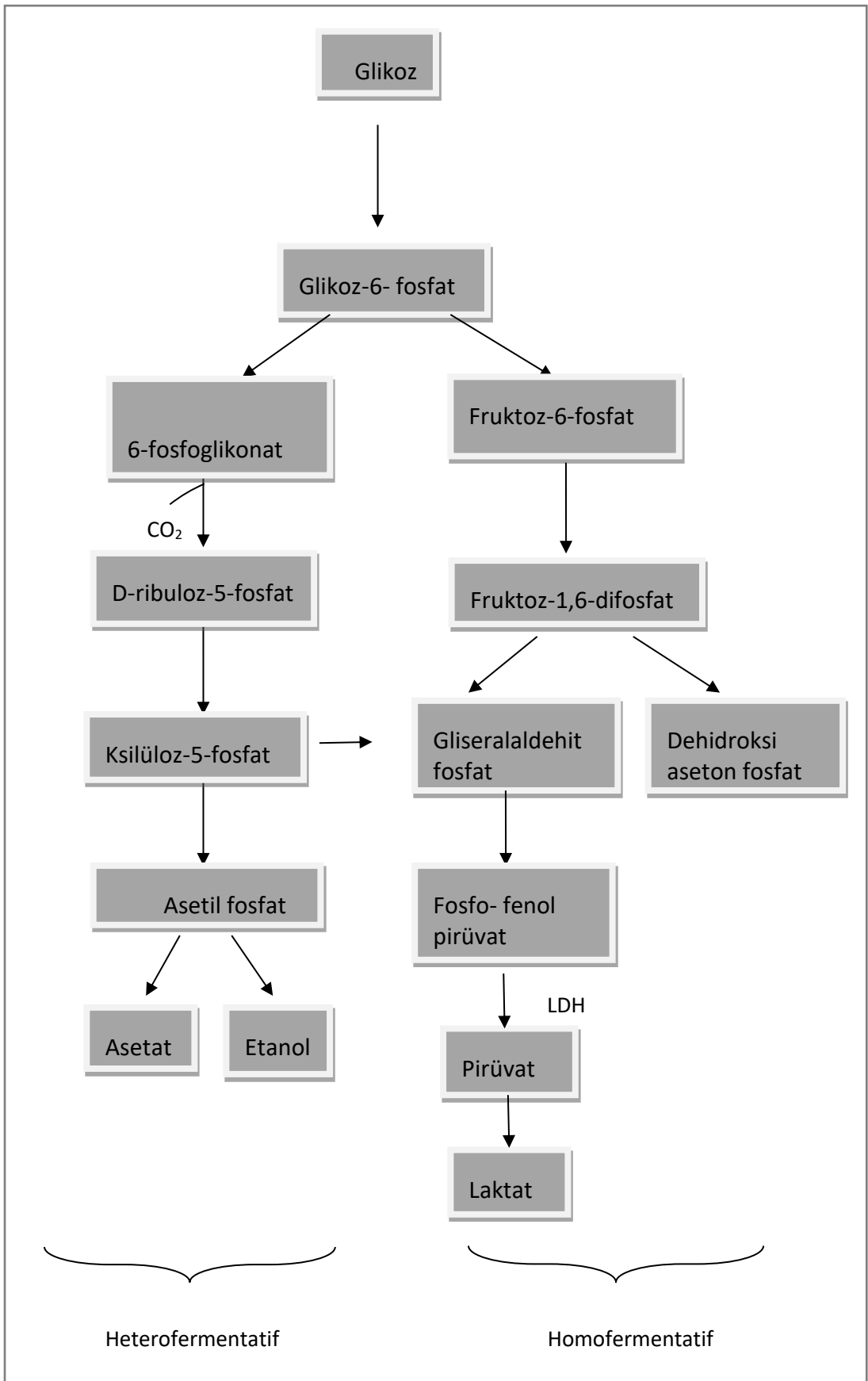
LAB, fermentasyonda oluşan ürünlerin cins ve miktarına göre sınıflandırıldıklarında homofermantatif ve heterofermantatif olarak ikiye ayrılırlar. Homofermantatif laktik asit bakterileri glikozu; fruktoz di fosfat yolu ile parçalayarak fermentasyon sonucu %95–100 oranında laktik asit üretirler. Heterofermantatif laktik asit bakterileri ise glikozu; hekzos mono fosfat yolu ile parçalayarak fermentasyon sonucu %50 laktik asit üretirken, bunun yanında yüksek oranda etanol, asetik asit, gliserol, mannitol ve fruktoz oluşturur [31, 7].

Geleneksel olarak fermente ürünlerin üretiminde doğal olarak hammaddeden gelen *Lactobacillus* cinsi bakteriler laktik asit fermentasyonunu gerçekleştirirler. Bu nedenle hammadde üzerindeki mikroorganizmaların tipi ve sayısı, başarılı bir fermentasyon ve son ürün kalitesi için önem arz eder [30, 32, 33, 34, 35].

LAB'ler genel olarak mezofilik bakterilerdir ancak 5°C'den 45°C'ye kadar oldukça geniş bir sıcaklık aralığında da gelişebilirler. LAB'leri hem asit hem de alkali çevrelere tolerans gösterebilirler. LAB'ler gıda endüstrisi açısından önem arzeden zayıf da olsa proteolitik ve lipolitik özelliğe sahiptirler. Gelişebilmeleri için serbest aminoasit ve vitaminlere ihtiyaç duyarlar [31, 7].

Fermente gıda ürünlerinin üretiminde temel olarak alkol, laktik, asetik ve alkali fermentasyon olmak üzere 4 çeşit fermentasyon yöntemi kullanılmaktadır.

Şekil 2.1'de LAB'ler tarafından gerçekleşen glikoz fermentasyonunun temel yolları şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.1 LAB'ler tarafından glüköz fermentasyonunun temel yolları [36]

Lahana turşusu fermentasyonunda kaliteyi veya son ürünün güvenliğini etkileyen pek çok fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik farklılıklar söz konusudur. Literatür bilgilerine göre bu fermentasyonda temel olarak LAB'den *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus brevis*, *Pediococcus pentosaceus* ve *Lactobacillus plantarum*'un çalıştığı ifade edilmiş olsa da, son çalışmalarda *Leuconostoc citreum* ve *Lactobacillus paraplantarum*'un varlığı da tespit edilmiştir [30, 34, 37].

Hıyar fermentasyonunda *L. plantarum*, *L. brevis*, *L. pentosus* ve *Leuconostoc* spp.'nin yer aldığı bilinmektedir. *Leuconostoc* ve *Lactobacillus* cinslerinin fermentasyonun ilk aşamasında baskın olduğu ve daha sonra *Lactobacillus* ve *Pediococcus*'un dominant cins olarak ortaya çıktığı, fermentasyonun son basamağında ise *Pediococcus* cinsine ait türlere rastlanıldığı ifade edilmiştir [30, 38, 39].

Laktik asit bakterilerinin bazılarının antibakteriyel maddeler ürettikleri bilinir. *Lactobacillus acidophilus* tarafından üretilen acidophilin ve laktocidin gibi maddeler, *Lactobacillus plantarum* tarafından üretilen lactolin, ya da *Lactococcus lactis* tarafından üretilen nisin patojen bakteriler üzerine etkili olan antibiyotiklerden bazılarıdır. LAB'lerin ürettiği antibiyotiklerden; nisin molekülleri sporların üzerine yapışarak bakterilerin ısıya dayanım sürelerini azaltır ve böylece gıdanın düşük sıcaklıklarda bile sterilize edilmesine olanak sağlar [40].

Laktik asit bakterileri tarafından antifungal bileşiklerin üretildiği pek çok araştırmada bildirilmiştir. Bunlar; laktik ve asetik asit, korbondioksit, diasetil, hidrojen peroksit, koproik asit, 3-hidroksi yağ asitleri, fenil laktik asit, siklin dipeptitler, remterin ve fungusinlerdir. En son çalışmalarda doğal protein içeren bileşiklerin proteolitik enzimlerle muamele edildikten sonra antifungal aktivitelerin kaybolduğu bildirilmiştir. Laktik asit bakteri türlerinden olan *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus pentosus*, *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* ve *Lactobacillus coryniformis* subsp. *coryniformis* tarafından fungusitlerin üretildiği rapor edilmiştir [41, 42, 43, 5].

Laktik asit bakterilerinin insan sağlığı üzerine pek çok yararları olduğu bilinmekte olup, son 20 yıldır laktik asit bakterilerinin ve fermente süt ürünlerinin antikanserojen etkisi olduğu ileri sürülmüştür [44, 45].

Bunlara ek olarak laktik asit bakterileri, fermente et, sebze, meyve ve tahıl ürünlerinin üretim ve olgunlaştırılmasında önemli rol oynamakla birlikte gıda teknolojisinde kullanımı yaygınlaşır [28, 29, 34, 46].

LAB'nin bu önemli özelliklerinin dışında fenolik bileşikler ile ilişkisi üzerinde durulmaktadır. Laktik asit bakterileri ile fenolik bileşikler arasındaki ilişki; LAB'nin fenolik bileşikleri sentezlemesi ya da metabolize etmesi ile fenolik bileşiklerin bulunduğu ortamlarda inhibe/aktive olması söz konusudur. Örneğin *L. plantarum*, anaerobik koşullarda kınát ve sikimát indirgeyebildiği [47] buna karşın hidroksisinnamik asit bulunan ortamlarda *L. plantarum* ile diğer laktik asit bakterilerinden *Lactobacillus collinoides* ve *L. brevis*'in gelişiminin olumsuz etkilendiği [48, 30] bilinir.

Mayalar ve Küfler

Mayalar; genellikle silindirik, oval, yuvarlak ya da limon şeklinde hücre morfolojisine sahip olup geniş bir pH aralığında (pH 2,0-9,0) ve %18'e kadar etil alkol de dahi üreyebilmektedir. Aynı zamanda birçoğu %55-60 şeker ve yüksek tuz konsantrasyonuna sahip ortamlarda kolaylıkla gelişebilmektedir [49].

Taze sebzelerde ve fermentasyonun ilk günlerinde mayaların sayıları oldukça azdır. Özellikle birincil ve ikincil aşamada gelişirler. Fermente gıdalardan izole edilen mayalar (*Debaryomyces* ve *Candida* cinsleri) histidin dekarboksilaz aktivitesine sahiptirler, bu aktivite laktik asit bakterilerinden ve *Staphylococcus* için gözlenenden daha fazladır [50].

Küfler, doğada hemen her yerde yayılmış olan, heteretrof, filamentli (ipliksi) ve çok hücreli mikroorganizmalardır. Küf gelişimi için su, oksijen ve makro elementlere (karbon, nitrojen, fosfor, potasyum) gereksinim vardır [51].

Pek çok maya ve küf türünün; fermentasyon ve gıda sanayinde istenmeyen bulaşıcılar olarak bilinir. Bu tür maya ve küfler saprofit özellikte olup gıdanın bozulmasına, üretimin istenmeyen şekilde sonuçlanmasına yol açar. Maya ve küfler pek çok gıda maddesi için sorun teşkil ederken, üründe bulunan maya-küf sayısı üretim teknolojisi gereği açık hava ile teması fazla olan, yıkama işlemi yapılmaksızın öğütülerek paketlenen, soğutma ya da dondurma gibi işlem gören gıdalar açısından önemli bir mikrobiyolojik kalite kriteri olarak görülür [49, 5].

2.1.1.2 Sirke

Sirke, ülkelere ve bu ülkelerin mevzuatlarına göre farklı şekillerde tanımlanmıştır. Sirkenin tanımı Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Gıda Maddeleri Tüzüğü'nün 627. maddesinde "Üzüm ve incir gibi şekerli meyvelerin önce alkol fermentasyonuna sonra asetik asit (sirke) fermentasyonuna tabi tutulması ile elde edilen madde" olarak verilmiştir.

Sirke TSE 1880 EN 13188 Sirke Standardına göre ise; "Tarım kökenli sıvılar veya diğer maddelerden, iki aşamalı alkol ve asetik asit fermentasyonu ile, biyolojik yolla üretilen kendine özgü ürün" olarak tanımlanmaktadır. Sirke üretiminde kullanılan hammaddelerin aralığı Avrupa Birliği ile uyumlu tebliğlerle genişletilmiş ve standartta yer alan sirke çeşitleri; şarap sirkesi, meyve sirkesi, meyve şarabı sirkesi, elma şarabı sirkesi, alkol sirkesi, tahıl sirkesi, malt sirkesi, aromalı sirke ve diğer sirkeler olarak belirlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada, sirkenin kimyasal bileşiminin %80'inin sudan ve % 20'sinin ise organik asitler, alkoller, polifenoller, aminoasitler vb.`den oluştuğu belirlenmiştir [52]. Sirkede farklı çeşit ve miktarlarda bulunan polifenolik bileşiklerin kardiyovasküler hastalıkları ve hipertansiyonu önlediği, antikarsinogenik ve antioksidan etki sağladığı farklı çalışmalarda bildirilmiştir [53, 54, 55, 56]. Sirkedeki biyoaktif bileşikler, fruktoolisakkaritler, melanoidler, mineraller, vitaminler fenolik bileşikler, alfa glukanlar olarak sıralanabilir [57].

2.1.2 Fermente Ürünlerin Sağlık Açısından Önemi

Fermente sebzeler, vitamin ve minerallerin önemli bir kaynağıdır. Fermentasyon sırasında oluşan karbondioksit, askorbik asidin ve sebzelerin doğal renginin korunması için uygun olan anaerobik durumları sağlamaktadır [58].

Fermentasyon ile besinlerin sindirilebilirliği arttırılırken, çiğ besinlerde bulunan fitat, tanen ve polifenoller gibi istenmeyen maddelerin detoksifikasyon ve yıkımı da gerçekleştirilmektedir. Böylelikle demir ve proteinin özümlemesi söz konusudur [59].

Laktik asit bakterileri tarafından üretilen fermente gıdalar inkoroner kalp hastalıklarının en büyük nedenlerinden biri olan kolesterol açısından olumlu bazı değişikliklere neden olduğu saptanmıştır.

Ayrıca laktik asit bakterilerinin bağışıklık sisteminin stimüle ettiği imminoglobulin-A ve gama interferon üretimini desteklediği bildirilmiştir. Bu durumun insan vücudunun patojenlere karşı direncini ve antitümör aktivitesini artırdığı bildirilmektedir. Fermente gıdalarla birlikte sindirim sistemine alınan laktik asit bakterileri; bağırsakta bulunan β -glukuronidaz, azoredüktaz ve nitroredüktaz gibi enzimlerin aktivesinde bir azalmaya neden olur. Bu enzimler prokarsinojen maddeleri karsinojen yapıya dönüştüren enzimlerdir. Dolayısıyla bu enzimlerin aktivitesindeki azalma antikarsinojenik etki oluşturmaktadır [60].

Laktik asit fermentasyonu ile elde edilen turşular, kalın bağırsak başta olmak üzere insanlarda sağlığı koruyucu etkiye sahiptirler. Turşu ile birlikte canlı laktik asit bakteri hücrelerinin de tüketilmesi nedeniyle bu olumlu etkinin daha da arttığı bilimsel olarak kanıtlanmıştır [61]. Düzenli olarak turşu tüketimi ile astım, cilt problemleri ve çocuklarda görülen bağışıklık sistemi sorunları arasında ters bir ilişki olduğu belirtilmiştir [59, 5].

2.2 Gıdaların Biyoaktif Özellikleri

Gıdalardaki kimyasal bileşenler; primer ve sekonder metabolitler olarak ayırmamız mümkündür. Primer metabolitler (nükleik asitler, yağlar, proteinler, karbohidratlar vs) yapısal fonksiyonlarda işlev görmektedir. Sekonder metabolitler ise; üreme sistemine katkıda bulunma, hücreler arası haberleşme, biyotik ve abiyotik strese karşı bitkisel yanıt oluşturma gibi fonksiyonel özelliklere sahiptir. Bu durumda biyoaktif bileşenler, sekonder metabolitler grubunda yer almaktadır [62].

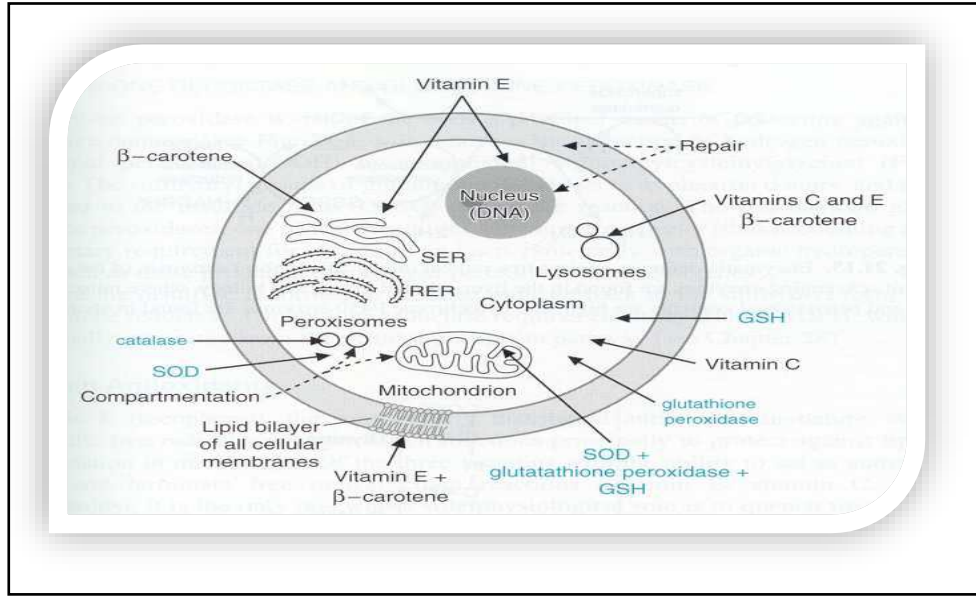
Biyoaktif bileşiklerin; bağırsak içindeki istenmeyen bileşiklerin uzaklaştırılmasına yardımcı olduğu, yararlı bakterilerin gelişimine katkı sağladığı, biyokimyasal tepkimelerde substrat olarak, enzimatik tepkimelerde ise kofaktör veya inhibitör olarak görev aldığını, zararlı bakteri gelişiminde inhibisyon etki gösterdiği, reaktif ve toksik kimyasallar için yakalayıcı ajan olarak kullanıldığı dolayısıyla, sağlık üzerine olumlu etkiler gösterdiğini söylememiz mümkündür [63, 64].

Biyokimyasal araştırmalarda daha çok incelenen biyolojik etkinlik testleri; antioksidan aktivite (anti-aging), serbest radikal giderici aktivite, antitümoral, antikanserojen, antifungal, antibakteriyal, antiviral, antiinflamatuar, antiherbisit ve anti-insektisit etkiler gibidir [65, 66].

2.2.1 Antioksidanlar

Antioksidanlar, “Düşük konsantrasyonlarda, organik bileşiklerin serbest radikal mekanizmalı oksidasyonunu engelleyen veya önleyen bileşiklerdir” şeklinde tanımlanabilir [67]. Normal sağlıklı kişilerde serbest radikaller/antioksidanlar denge halindedir.

Yapılan birçok çalışmaya göre, antioksidanlarca zengin gıdaların tüketiminin kalp hastalıklarını, hipertansiyon, kanser gibi birçok hastalığın etkisini azalttığı belirlenmiştir [68]. Şekil 2.2’de bazı önemli antioksidanların hücre organellerine etkisi gösterilmiştir.



Şekil 2.2 Bazı antioksidanların hücre organellerine etkisi [92]

Antioksidanlar dört ayrı şekilde etki ederler. Bunlar;

- 1) Serbest oksijen radikallerini etkileyerek onları tutma veya daha zayıf yeni moleküle çevirme toplayıcı etkidir. Antioksidan enzimler, trakeobronşiyal mukus ve küçük moleküller bu tip etki gösterirler.
- 2) Serbest oksijen radikalleriyle etkileşip onlara bir hidrojen aktararak aktivitelerini azaltma veya inaktif şekle dönüştürme bastırıcı etkidir. Vitaminler, flavanoidler bu tarz bir etkiye sahiptirler.
- 3) Serbest oksijen radikallerini bağlayarak zincirlerini kırıp fonksiyonlarını engelleyici etki zincir kırıcı etkidir. Hemoglobin, seruloplazmin ve mineraller zincir kırıcı etki gösterirler.
- 4) Serbest radikallerin oluşturdukları hasarın onarılması onarıcı etkidir.

Çizelge 2.1’de antioksidanların işlevlerine göre sınıflandırılması, Çizelge 2.2’de ise antioksidanların bulundukları yerlere göre sınıflandırılması gösterilmiştir.

Çizelge 2.1 Antioksidanların işlevlerine göre gruplandırılması

Serbest Radikal oluşumunu önleyenler	Zincir Kıran Ajanlar	
1. Metal bağlayıcılar (transferrin, albumin, seruloplazmin)	Yağda eriyenler - Alfa tokoferol - Ubiquinone - Beta Karoten	Suda eriyenler -Glutasyon -Ürat -Sistein -Askorbat
2. Superoksit dismutaz (SOD)		
3. Katalaz		
4. Glutasyon peroksidaz (GSHPx)		

Çizelge 2.2 Antioksidanların bulundukları yerlere göre sınıflandırılması

Endojen Antioksidanlar		Eksojen Antioksidanlar	
Enzimatik olanlar	Enzimatik olmayanlar	Vitaminler	-Alfa tokoferol -Beta karoten -Askorbik asit -Folik asit
-Süperoksit dismutaz (SOD) -Glutasyon peroksidaz (GSH-Px) -Glutasyon-S-Transferazlar (GST) -Katalaz (CAT) -Mitokondriyal sitokrom oksidaz sistemi -Hidroperoksidaz	-Melatonin -Seruloplazmin -Transferrin -Miyogloblin -Hemoglobin -Ferritin -Bilirubin -Glutasyon -Sistein -Metiyonin -Ürat -Laktoferrin -Albümin	İlaçlar	-Ksantinoksidaz inhibitörler -NADPH oksidaz inhibitörler -Trolox-C -Endojen antioksidan aktiviteyi arttıranlar
		Gıda Antioksidanlar	-Butylated hydroxy toluene (BHT) - Butylated hydroxy anisole (BHA) -Sodium benzoate -Ethoxyquin -Propylgalate -Fe-superoxy dedismutase

Antioksidan Türleri

Antioksidanlar doğal ve sentetik olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Sentetik antioksidanların çoğu fenolik madde yapısındadır. Antioksidan aktivitesi arasındaki farklılık kimyasal yapıdan kaynaklanmaktadır. Günümüzde kullanılan sentetik antioksidanları; butillendirilmiş hidroksitoluen (BHT), butillendirilmiş hidroksianisol (BHA), tersiyerbutil hidrokinon (TBHQ) ve propil gallat (PG) ticari olarak kullanılmaktadır. Doğal antioksidanlar ise, hayvan ve bitki dokularında bulunan, ekstrakte edilebilen ya da gıdanın işlenmesi sırasında açığa çıkan bileşenler olarak değerlendirilebilir. Önemli doğal antioksidanlar arasında; fenolik asitler, vitamin C, tokoferoller, karotenoidler, polifenoller, flavonoidler ve selenyum gösterilebilir. Son zamanlarda tıbbın bitki kaynaklı doğal antioksidanlara karşı ilgisi artmaktadır. Bunun nedeni, sentetik antioksidanların (BHA, BHT, gibi) kanserojen oldukları düşünülmektedir [69, 70].

2.2.1.1 Polifenolik Bileşikler

Fenolik bileşikler; bitkilerde pentoz fosfat, sikimát ve fenil propanoid yolunun ikincil metaboliti olup, bitkiler tarafından normal gelişme süreci ile enfeksiyon, yaralanma, UV ve radyasyon gibi stres koşullarında sentezlendikleri bilinmektedir [71, 72].

Bu bileşikler, fitokimyasalların en yaygın gruplarından biri ve bitkilerde fizyolojik ve morfolojik öneme sahiptirler. Diğer bir ifadeyle fenolik bileşikler, yapısal olarak bir veya daha çok hidroksil grubu taşıyan bir aromatik halkadan oluşmaktadır [73]. Yaklaşık 8000 çeşit fenolik bileşen bitkilerde olduğu tahmin edilmektedir. Fenolik bileşikler, molekül yapılarına bağlı olarak alt sınıflara ayrılırlar. Polifenolik bileşikler; fenolik asitler gibi basit moleküller ya da tanen gibi yüksek polimerize bileşikler yani flavonoidler halinde bulunabilirler [74, 71].

Fenolik asitler ve flavonoidler başta olmak üzere fenoller, kumarinler, stilbenler, prosiyanidinler, lignanlar ve ligninler doğada yaygın olarak bulunan fenolik bileşiklerdir [75, 57].

Hidrojen veya elektron verici ajanlar olarak indirgen özellik gösteren polifenollerin kimyasal aktiviteleri, serbest radikal süpürücü (antioksidan) potansiyellerinin bir ölçüsüdür. Serbest radikal süpürücü aktivite açısından polifenollerin kimyasal yapısının

ideal bir düzene sahip oldukları ve antioksidan özelliklerinin in vitro olarak C vitamininden ve α -tokoferolden daha etkin olduğu yapılan çalışmalarla ispatlanmıştır [76, 77].

Gıda bileşeni olarak fenolik bileşikler; tat ve koku oluşumundaki etkileri, renk oluşumu ve değişimine katılmaları, insan sağlığı açısından işlevleri, antimikrobiyal etki göstermeleri, enzim inhibisyonuna neden olmaları, değişik gıdalarda saflık kontrol kriteri olmaları gibi birçok açıdan önem taşımaktadırlar. Fenolik bileşiklerin; serbest radikalleri yok edici, antikanserojenik, bağışıklık sistemini düzenleyici, tümör oluşumuna neden olan enzimleri inhibe edici birçok biyokimyasal ve farmakolojik özelliğe sahip olduğu bildirilmektedir [78, 79, 72]. Polifenollerin başlıca beyin hücrelerini koruma [80], antiinflamatuvar [81], antikanserojen [82], kalbi koruma [83], kronik hastalıkları önleme [84, 57] gibi fonksiyonları bulunmaktadır.

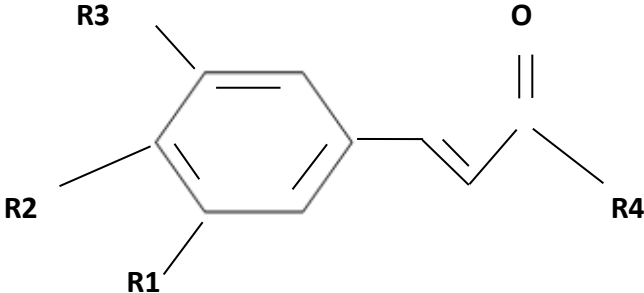
Fenolik Asitler

Fenolik asitler; hidroksisinamik asit ve hidroksibenzoik asit olarak 2'ye ayrılmaktadır [85, 86]. Gıdalardaki hidroksisinamik asit ve türevleri, hidroksibenzoik asitlerden daha yaygındır [86].

Fenolik asitler genel olarak serbest halde bulunmazlar. Karboksil grupları glikozidler, aminoasitler, karbohidratlar veya proteinlerle tepkimeye girebilirler ve alkollerle fenol esterler, amino bileşikleri ile de amidleri oluştururlar.

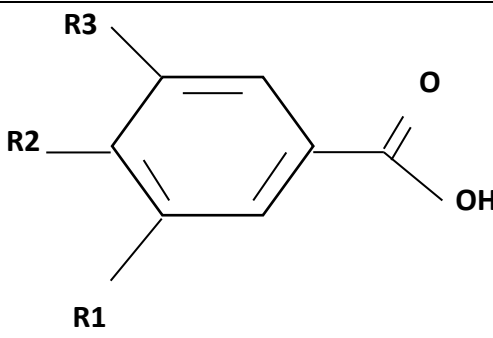
Hidroksisinamik asitler bitkisel gıdalarda yaygındırlar ve fenilpropan halkasına bağlanan hidroksil grubunun konumu ve sayısına göre farklı özellik gösterirler. Bunlar arasında ferulik asit, kafeik asit, *o*-kumarik asit ve *p*-kumarik asit önem taşımaktadır. Hidroksisinamik asitler ancak çok az miktarlarda serbest halde bulunurlar, çoğunlukla bunlar asit türevleri halindedirler.

Hidroksisinamik asitin esterleri de gıdalarda çokça bulunurlar. Hidroksisinamik asit glikozidleri ve amidleri de birçok bitkide bulunmaktadır. Hidroksisinamik asit ve türevlerinin kimyasal yapısı Şekil 2.3 'de görülmektedir.

				
Asitler	R1	R2	R3	R4
Kafeik	H	OH	OH	OH
<i>m</i> -kumarik	OH	H	H	OH
Ferulik	CH ₃ O	OH	H	OH
<i>p</i> -kumarik	H	OH	H	OH
Sinapik	CH ₃ O	OH	CH ₃ O	OH

Şekil 2.3 Hidroksisinamik asit formülü [85, 87]

Hidroksibenzoik asitler ise; bitkisel gıdaların yapısında genellikle iz miktarlarda (10 ppm kadar) bulunur veya hiç bulunmayabilirler. Bunlar arasında salisilik asit, *m*-hidroksibenzoik asit, phidroksibenzoik asit, gallik ve vanilik asit gibi asitler sayılabilir. Hidroksibenzoik asitler, hidroksisinamik asitlerden yağ asitlerinin β -oksidasyonu ile analog olan bir reaksiyon zinciri sonucunda oluşmaktadır. Hidroksibenzoik asit ve türevlerinin kimyasal yapısı Şekil 2.4 'de görülmektedir.

			
Asitler	R1	R2	R3
Vanilik asit	CH ₃ O	OH	H
<i>p</i> -Hidroksibenzoik asit	H	OH	H
Gallik Asit	OH	OH	OH
Siringik asit	CH ₃ O	OH	CH ₃ O
Protokatesuik asit	H	OH	OH

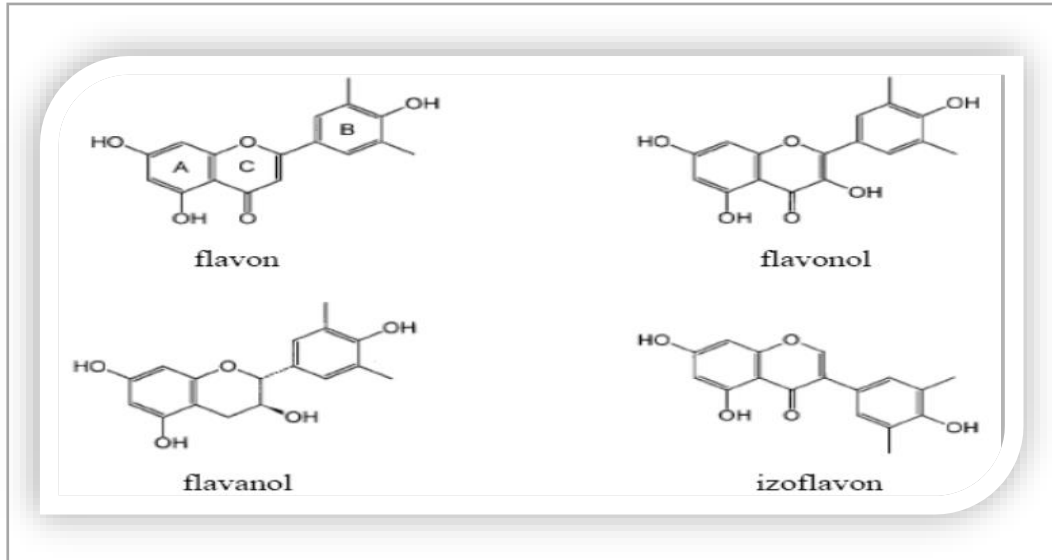
Şekil 2.4 Hidroksibenzoik asit ve türevlerinin kimyasal yapısı [85, 87]

Flavonoidler

Flavonoidler C6–C3–C6 difenilpropan yapısındadır ve fenil grupları arasındaki üçlü karbon köprüsü, oksijenle halka oluşturmaktadır [88, 71]. Değişik flavonoidler arasındaki farklar; doymamışlık derecesinden, bağlanan hidroksil gruplarının sayısından ve üçlü karbon segmentinin oksidasyon düzeyinden kaynaklanmaktadır. Flavonoidler; flavonlar ve flavanonlar, flavonoller, izoflavon, flavanoller (kateşinler) ve antosiyanidinler olmak üzere sınıflandırılmaktadır [85, 87].

Şekil 2.5'te bazı flavonoidlerin kimyasal yapısı gösterilmiştir. Sadece bitkilere renk verdiği için değil, insanlar için önemli olan antienflamatuar, antioksidatif, antiviral etkileri de dahil olmak üzere birçok biyolojik ve farmakolojik aktivite göstermektedir [89]. Yapraklı sebze, elma, soğan ve çileklerde bulunan flavanoller (kuersetin, kemferol, mirisetin gibi) gıdalarda en çok bulunan flavonoid grubudur [90].

Kateşinlerde, gıdalarda yaygın olarak bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda, kateşinlerden izole edilen (-)-epigallokateşin gallat (EGCG), (-)-epikateşin (EC), (-)-epigallokateşin (EGC), (-)-epikateşin gallate (ECG) ve bileşenlerinin antioksidan kapasitelerinin yüksek olduğu bulunmuş ve antioksidan aktivitelerinin EGCG>EGC>ECG>EC olarak sıralanabileceği bildirilmektedir [91, 72].



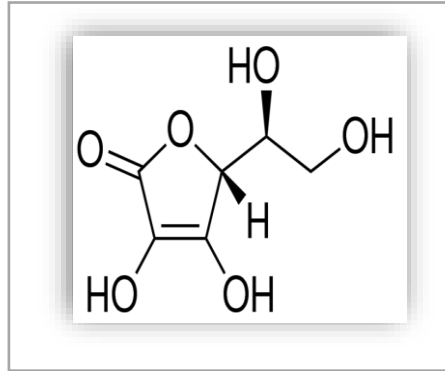
Şekil 2.5 Bazı flavonoidlerin kimyasal yapısı [85,87]

2.2.1.2 C Vitamini (L-askorbik asit)

C vitamini suda çözünen bir vitamin olup, bir ketolaktondur (Şekil 2.6) En çok bulunduğu kaynaklar; yeşil sebzeler ve meyve olarak turuncgillerdir. Sebze ve meyvelerin askorbik asit değeri; türüne, yetiştigi toprağa, iklim ve olgunluk derecesine göre değişir. Genellikle ham meyve ve sebze, iyice olgunlaşmış halinden daha çok askorbik asit içerir.

Yine güneş ışığından çok yararlanan bitkilerin askorbik asit değeri az olanlardan daha yüksektir [92]. Antioksidan özelliğinden dolayı bazı gıdalara katkı maddesi olarak ilave edilmektedir [93, 94]. Tokoferoksil radikalini tokoferole indirgenmesini sağlayarak da antioksidan sisteme katkıda bulunur. Süperoksit radikali ve hidroksil radikali ile reaksiyona girerek onları ortamdan temizler.

Bu serbest radikalleri hücre membranına varmadan etkisiz hale getirir. C vitaminin LDL (low density lipoprotein) oksidasyonunu engelleyerek koroner kalp hastalıklarına karşı koruyucu etkide bulunduğu ileri sürülmektedir. Ayrıca antiproteazların okside olmasını engeller, lipid peroksidasyonu zincir reaksiyonuna elektron vererek durdurur, doku yapım/onarımında, kanser önlenmesinde etkilidir, bağışıklığa katkıda bulunur, demirin vücutta kullanımına ve sigaranın sağlığa zararlı etkilerini azaltmaya yardımcı olmaktadır [67, 76].



Şekil 2.6 L-askorbik asitin kimyasal yapısı [92,95]

L-askorbik asit vitamin özelliğinin yanı sıra antioksidan etki göstermesi, skorbüt hastalığını engellemesi, bağışıklık sistemini uyarması nedeniyle önemli bir bileşik olarak bilinir [95].

Midede bulunan bakteriler; gıdalarla alınan nitratları nitrite dönüştürmekte ve bunlar da aminlerle birleşerek nitrozaminleri oluşturmaktadırlar. Askorbik asit, nitritle reaksiyona girerek, nitrozoksitleri oluşturmaktadır ve böylece mutajenik nitrozaminlerin genetik

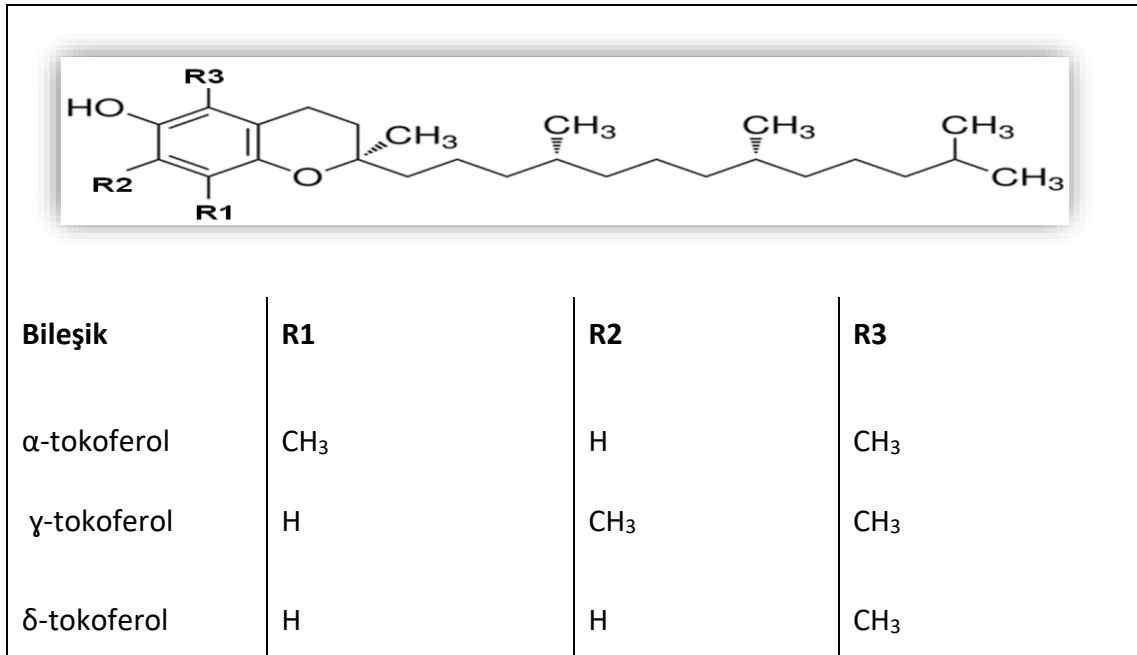
materyale olan zararını önlemektedir. Buna ilave olarak, E ve C vitamini kombinasyonunun güçlü bir nitrit yok edici olduğu söylenmiştir [96, 94]. Askorbik asit antioksidan etkisinin yanında oksidan etki de gösterir. Askorbik asit proteine bağlı ferri demiri uzaklaştırarak ya da doğrudan ferri demiri indirgeyerek Fenton reaksiyonunda hidrojen peroksit ile etkileşmeye ve sonunda hidroksil radikali (OH^*) oluşturmaya uygun ferro demire dönüştürür. Bu özelliğinden dolayı vitamin C, serbest radikal reaksiyonlarının önemli bir katalisti veya bir prooksidan olarak değerlendirilir. Ancak bu tip etkisinin sadece düşük konsantrasyonlarda görüldüğü, yüksek konsantrasyonlarda güçlü bir antioksidan olarak etki ettiği kaydedilmiştir [92].

2.2.1.3 Tokoferoller

Yağda çözünen vitaminlerden biri olup, hücre membranlarında serbest radikallerin oluşturduğu lipid peroksidasyonunu engelleyerek, hücreyi korumaktadır.

Doğada α -, β -, δ -, γ -tokoferoller ve tokotrienollerin oluşturduğu 8 farklı izomerik formu mevcuttur. Bunların içinden özellikle α -tokoferol, en yüksek biyoaktiviteye sahiptir ve yiyeceklerde en yaygın şekilde bulunan izomerdir (Şekil 2.7).

α –tokoferol de askorbik asit gibi serbest radikalleri, O_2^-* , singlet O_2 , HO^* , ve lipid peroksil (LOO^*) radikallerini temizler ve vücutta meydana getirdikleri hasarları düzeltir. Vitaminin kimyasal olarak aktif kısmını, yapısında bulunan fenolik hidroksil gruplu aromatik halka oluşturur ve bu hidroksil grubunun hidrojenini lipid peroksil radikaline aktarmasıyla antioksidan aktiviteyi gerçekleştirir [67, 76]. Glutasyon peroksidaz ile vitamin E, serbest radikallere karşı birbirlerini tamamlayıcı etki gösterirler. Glutasyon peroksidaz oluşmuş peroksitleri ortadan kaldırırken vitamin E peroksitlerin sentezini engeller. Vitamin E selenyum metabolizmasında da önemli rol oynar. Vitamin E selenyumun organizmadan kaybını önleyerek veya onu aktif şekilde tutarak selenyum ihtiyacını azaltır. Serbest radikallerin kanserin başlamasında rol aldığı ve vitamin E ile diğer antioksidanların antikanserojen etki göstererek kanserin yayılmasını ve tümörün büyümesini önlediği kaydedilmiştir [92].

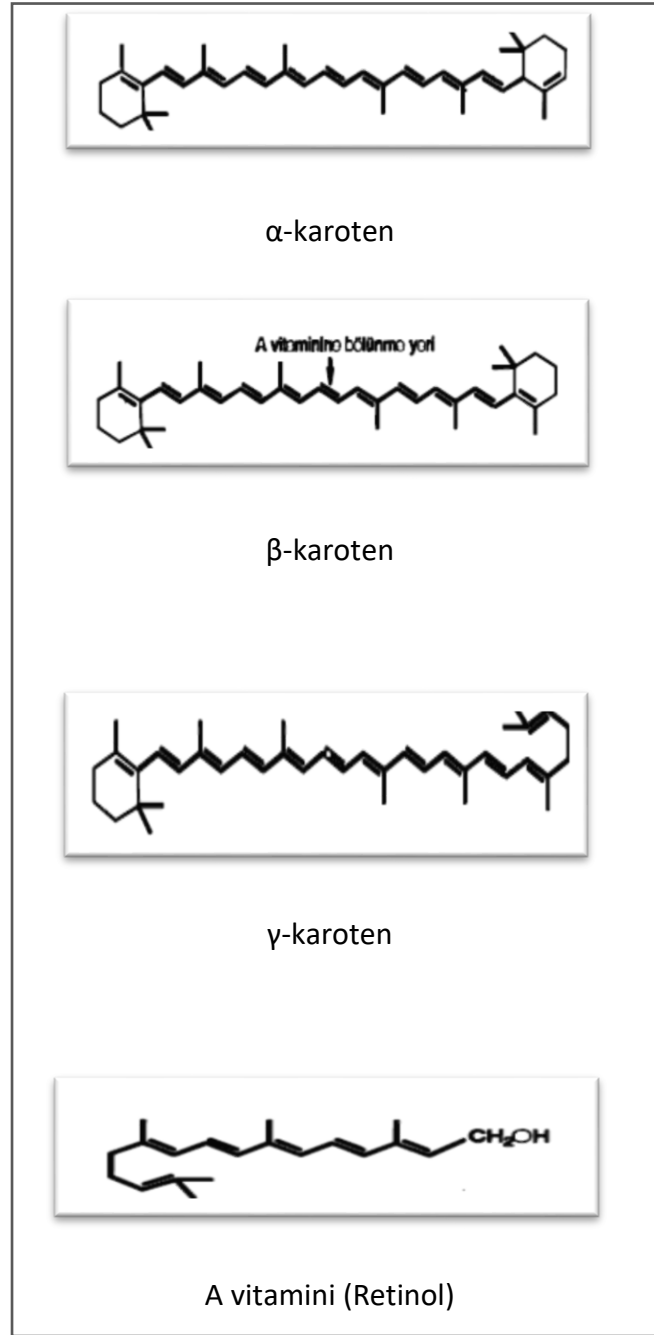


Şekil 2.7 Tokoferol izomerlerinin kimyasal yapısı [97]

2.2.1.4 Karotenoidler

Karotenoid bileşiklerin iskelet yapısını, 5 karbonlu 8 izoprenoid ünitesinin yan yana dizilmesi ve 40 karbonlu merkezi bir iskelet oluşturmaktadır [98, 99]. Karotenoidler yağda çözünen doğal antioksidanlar olup birçok bitkide bulunmaktadır. Renklerinin sarı, turuncu veya kırmızı oluşu yapılarındaki çift bağlara göre farklılık göstermektedir. Absorbe ettikleri maksimum dalga boyu (400-500 nm) ise yapılarındaki konjuge çifte bağ sayısına bağlıdır. Antioksidan aktiviteleri de yapılarındaki konjuge çift bağlardan kaynaklanmaktadır ve oldukça etkili antioksidan aktiviteye sahiptirler [67].

Fotosentetik sistemlerde karotenoidler fotosentetik tepkime merkezinde önemli bir rol oynarlar. Ya enerji transferine katılırlar, ya da reaksiyon merkezini oto-oksidasyondan korurlar. Fotosentez yapmayan organizmalarda karotenoidlerin oksidasyondan koruma mekanizmalarıyla ilişkilidirler [92]. Karotenler veya karotenoidler tetraterpenlerdir. Karotenoidlerde α -, β -, γ - olmak üzere üç tür karotenoid yapı vardır (Şekil 2.8).



Şekil 2.8 α -, β -, γ -karotenoid grupların Şekli ve A vitamini (Retinol) molekülü [100]

Karotenoidler bağırsaklarda yağlar vasıtasıyla absorbe edilmektedir. Bitki membranlarından serbest kalan karotenoidlerin bağırsaklardaki emilimini ve biyoyararlılığını; intraselüler yerleşimi, gıdanın matrisi, diğer karotenoidlerle interaksiyonu, fizikokimyasal özellikleri, proses, ısı uygulaması ve oksidasyon gibi faktörler ile iklim faktörleri, toprağın özellikleri ile suyun yapısı gibi dış etkenler canlı varlıkların hayatlarını etkilemektedir [101, 99].

Epidemiyolojik çalışmalarda diyetinde ve kan plazmasında yüksek oranda beta-karoten bulunan kişilerde akciğer kanser riskinin anlamlı derecede azaldığı bulunmuştur. Öte yandan sigara kullananların yüksek dozda beta-karoten kullanmasının kanser riski arttırdığı bulunmuştur. [92].

2.2.1.5 Antioksidan Enzimler

Gıdalarda bulunan bazı enzimler de antioksidan aktiviteye sahip olup, bunu hidrojen peroksit, oksijeni uzaklaştırarak, süperoksit radikalleri gibi aktif oksijen türlerini uzaklaştırarak veya lipid hidroperoksitlerini azaltarak gerçekleştirirler. SOD, katalaz ve peroksidaz enzimatik antioksidanlar örnek olarak verilebilir [76].

Süperoksit Dismutaz (SOD)

SOD, süperoksit serbest radikalının ($O_2^{\cdot-}$) hidrojen peroksit (H_2O_2) ve moleküler oksijene (O_2) dönüşümünü katalizleyen antioksidan enzimdir.

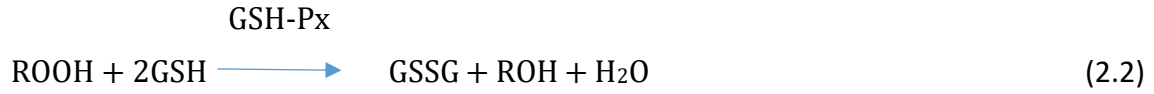
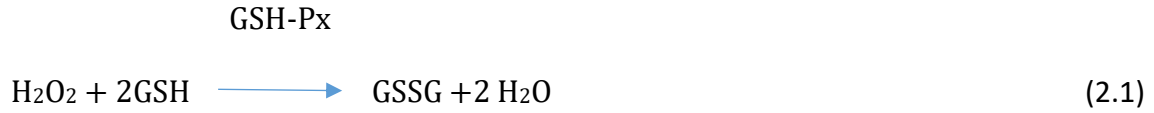


Süperoksit dismutazın iki izomeri insanda mevcuttur. Bunlar,

Cu-Zn SOD: Sitozolda, dimetrik yapıdadır ve siyanidle inhibe olmaktadır. Genel olarak hücrede en bol bulunan izomerdir. Down sendromlu hastaların eritrositlerinde, Cu-Zn SOD'ın spesifik aktivitesi yüksek, prematürelerin ve yaşlıların eritrositlerinde ve psöriyazisli hastaların lökositlerinde düşük bulunmuştur.

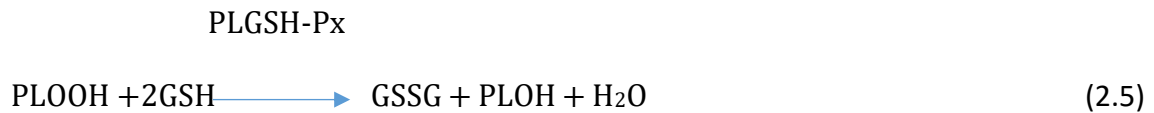
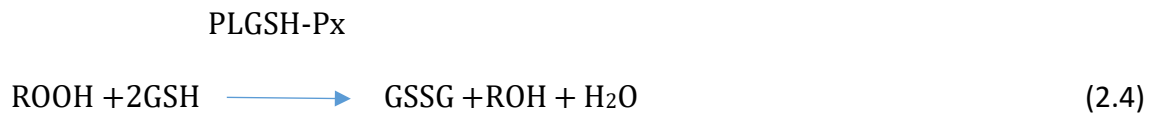
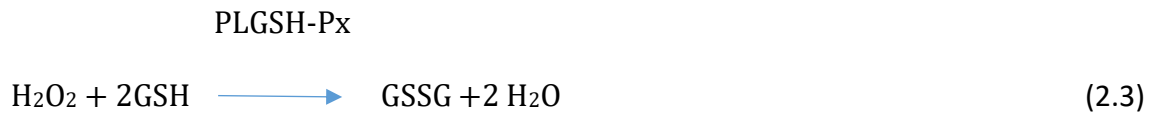
Mn SOD: Mitokondride, tetramerik yapıdadır ve siyanidle inhibe olmamaktadır.

SOD aktivitesi, yüksek oksijen kullanımı olan dokularda fazladır. SOD'ın ekstrasellüler aktivitesi çok düşüktür. SOD'ın fizyolojik fonksiyonu oksijeni metabolize eden hücreleri süperoksit serbest radikalının ($O_2^{\cdot-}$) lipid peroksidasyonu gibi zararlı etkilerine karşı korumaktır. SOD, fagosit edilmiş bakterilerin intrasellüler öldürülmesinde de rol oynar. Glutatyon Peroksidaz (GSH-Px) hidroperoksitlerin indirgenmesinden sorumlu enzimdir. Sitozolda, tetramerik yapıda olup, dört selenyum atomu içerir.



GSH-Px'in fagositik hücrelerde de önemli görevleri vardır. Diğer antioksidanlarla birlikte GSH-Px, solunum patlaması sırasında serbest radikal peroksidasyonu sonucu fagositik hücrelerin zarar görmesini önler. GSH-Px eritrositlerde oksidatif strese karşı en etkili antioksidandır. Eritrosit GSH-Px aktivitesi yaşlılarda ve Down sendromlu hastalarda yüksek, prematürelerde düşük bulunmuştur. Lökosit GSH-Px aktivitesi yaşlılarda ve hipertansiyonlu hastalarda yüksek bulunmuştur.

Fosfolipid hidroperoksit glutatyon peroksidaz (PLGSH-Px) membran fosfolipid hidroperoksitlerini alkollere indirger. Monmerik yapıda olup, en önemli antioksidan olan vitamin E yetersiz olduğunda membranı peroksidasyona karşı korur.



Katalaz (CAT)

Katalaz, ($\text{H}_2\text{O}_2:\text{H}_2\text{O}_2$ oksidoredüktaz, EC 1.11.1.6) yapısında dört tane hem grubu bulunan bir hemoproteindir. Esas olarak peroksizomlarda, daha az olarak sitozolde ve mikrozomal fraksiyonda bulunur.



Hücrede oluşan hidrojen peroksit hidroksil serbest radikali oluşumunu önlemek için ortadan kaldırır. Granulomatöz hücrelerde katalaz, hücreyi kendi solunumsal patlamasına karşı koruma işlevini de görür [92].

2.2.1.6 Antioksidan Aktivite Ölçüm Yöntemleri

Gıdaların antioksidan aktivitelerinin belirlenmesinde birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler genellikle serbest radikalleri içermektedir. Reaktan olarak kullanılan serbest radikalin özelliğine bağlı olarak farklı sonuçlar elde edilebilmektedir [102]. Başlıca antioksidan aktivitesi analizleri, kimyasal reaksiyon mekanizmasına göre kabaca iki kategoriye ayrılabilir.

1) Hidrojen Atom Transferine dayalı yöntemler arasında;

- a) Toplam radikal yakalama antioksidan parametresi (TRAP, Total Radical Trapping Antioxidant Parameter)
- b) Düşük yoğunluklu lipoprotein oksidasyonu (Low Density Lipoprotein Oxidation)
- c) Oksijen radikali absorbans kapasitesi (ORAC, Oxygen Radical Absorbance Capacity)
- d) Toplam oksidan yakalama aktivitesi (TOSC, Total Oxidant Scavenging Capacity) gibi yöntemler söz konusudur.

2) Elektron Transferine dayalı yöntemler arasında ise;

- a) Trolox eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC, Trolox Equivalent Antioxidant Activity)
- b) DPPH* radikali yakalama kapasitesi (DPPH, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging capacity assay)
- c) Demir (III) İndirgeyici Antioksidan Güç (FRAP, Ferric Reducing Antioxidant Power)
- Bakır (II) İndirgeyici Antioksidan Aktivitesi (CUPRAC, Copper Reduction) gibi yöntemler söz konusudur [103, 94].

2.2.2 Antikanserojenler

Kanser oluşumu, kanserojenlerin etkisiyle gelişen birçok basamaktan meydana gelen bir süreçtir. Yapılan geniş çaplı araştırmalar, düzenli olarak bazı sebze ve meyvelerin tüketilmesi ile belirli bazı kanser türlerinin ortaya çıkma ihtimalini azaltmaktadır. Bu sebze ve meyvelerden elde edilen kanser önleyici fitokimyasallar arasında, sistein, diallil

sülfid ve alisin gibi sarımsak bileşenleri de yer almaktadır. Ayrıca bu bileşikler, kanser tedavisi gören hastalarda ilaç ve radyo dalgalarına karşı oluşabilecek olumsuz etkiler için de koruyucu rol alırlar [104]. Kanser oluşumunu önleyen gıdalara ve içerdikleri etken maddelere; domatesteki likopen, sarımsaktaki alisin, diallil sülfidler, havuçtaki karoten, çaydaki kateşinler, bal arısı propolisindeki kafeik asit, kırmızı biberdeki kapsaisin, zencefildeki 6-gingerol, zerdeçaldaki kurkumin, enginarındaki silimarin örnek olarak verilebilir [105].

2.2.3 Antimikrobiyaller

Mikrobiyal gelişmeyi durduran ya da kontrol altına alan biyoaktif bileşenlere antimikrobiyaller denilmektedir. Sentetik olarak elde edilen ve biyolojik sistemlerde bulunan doğal antimikrobiyaller olmak üzere antimikrobiyalleri iki grupta incelemek mümkündür. Sentetik antimikrobiyallerden, gıdalarda kullanımlarına izin verilenlere, asetik asit ve asetat, benzoik asit ve benzoat, laktik asit ve laktat, nitrit ve nitrat, sorbik asit ve sorbat, sülfid gibi sentetik antimikrobiyaller örnek olarak verilebilir. Doğal antimikrobiyaller ise hayvansal, bitkisel ve mikrobiyal kaynaklı doğal antimikrobiyaller olarak ayrılmaktadır. Bitkisel antimikrobiyallere, sitrik asit, süksinik asit, malik asit gibi organik asitler, tomatin gibi alkaloidler, kafeik asit, eugenol, timol gibi fenolik bileşikler, alisin, resveratrol, isotiyanatlar gibi bileşenler örnek olarak verilebilir [106,107].

Doğal bitki içeriklerinden elde edilen maddeleri kullanarak, patojen mikroorganizmalara karşı etkili olan bitki türleri ve bu türlerin içerdikleri etken maddelerin tespit edilmesi, dünyada en çok çalışılan alanlarından biri haline gelmiştir [108].

Çeşitli bitkilerden elde edilen bu maddeler üzerinde durulmasının nedenleri, bunların zaten doğada bulunmasıyla birlikte doğaya ek toksik madde yayılmasının mümkün olmaması, yine bir çok hayvan ve diğer canlıların bunlardan kendilerini koruyacak mekanizmalar geliştirmiş olmaları ve spesifik olmaları, kısa sürede dekompoze olarak su ve toprak kirliliğine yol açmamaları, insan sağlığını tehdit edecek ürünler üzerinde uzun süreli kalıntıların oluşmamasıdır [109]. Kekik üzerine yapılan farmakolojik çalışmalarda, kekik uçucu yağında bulunan terpenik bileşiklerin bazı patojen bakterilerin gelişimini engellediği görülmüştür [110, 111, 112].

2.2.4 Antimutajenler

Mutajenik etki, genetik materyalde herhangi kimyasal bir ajan tarafından veya kendiliğinden oluşan kalıcı baz değişimleri olarak tanımlanmaktadır [113]. Antimutajenite; mutajenik madde etkilerinin önlenmesi veya bunların DNA ile etkileşimlerinin engellenmesi durumudur. Antimutajenik maddeler ise, antimutajen etkisi gösteren bileşenlerdir.

Gıdalarda doğal halde bulunan diyet antimutajenleri mevcuttur. Gıdalardaki antimutajenler genel olarak saf antimutajenler olan biyoantimutajenler (flavonoidler, tanenler, kateşinler) ve desmutajenler olarak sınıflandırılmaktadır [114, 115].

2.2.5 Antidiyabetik Maddeler

Diabetes Mellitus (DM), genetik bir zeminde insülin hormon yokluğu ya da kullanılamamasına bağlı kan şekeri yükselmesi ile karakterize olan heterojen bir metabolizma bozukluğudur [116]. Günümüzde şeker hastalığı tedavisinde yararlanılabilecek olarak düşünülen bitki sayısı 800-1200 civarındadır [117]. Antidiyabetik özellikleri olan bitkilere ve etkili maddelerine; çemen (*Trigonella foenum*) tohumundaki steroidal saponozitler, pridin tipi alkoloitler (*Gentianin trigonellin*), proteinler, serbest aminoasitler, flavon, flavonoller, müsilaç polisakkaritler ve lipitler, gürmar (*Gymnema sylvestre*) yapraklarındaki gimnemik asitler, tarçın (*Cinnamomum cassia*) kabuğundaki uçucu yağlar, kumarin, zamk, müsilaç, reçineler, ginseng türleri (*Panax ginseng*, *Panax quinquefolius*)'nin köklerindeki triterpenik saponozit glikozitleri örnek olarak verilebilir [118].

2.3 Biyoaktif Maddelerin Ekstraksiyonu

Ekstraksiyon; karışımdan ayrılması istenen bir bileşenin, bir çözücü ile çözülerek ortamdaki diğer bileşenlerden ayrılması işlemidir [119]. Katı-sıvı ekstraksiyonu ve sıvı-sıvı ekstraksiyonu olarak iki şekilde gerçekleşmektedir. Katı-sıvı ekstraksiyonu, işleme alınan katıdaki bir veya daha fazla maddenin uygun bir sıvı çözücü tarafından seçici olarak ayrılmasıdır. Sıvı-sıvı ekstraksiyonuna benzer bir işlem gibi gözükmesine rağmen katı-sıvı ekstraksiyonu daha zor bir süreç olduğu bilinmektedir. Katının difüzyonu sıvı uygulamalarındaki difüzyondan çok daha yavaştır ve bundan dolayı dengeye ulaşması zaman almaktadır.

Katı-sıvı ekstraksiyon işlemi doğal ve biyolojik örneklerde inorganik ve organik maddelerin üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır [120, 121, 122, 123]. Katı-sıvı ekstraksiyonu bitkisel kaynaklardan antioksidan ve fenolik madde ekstraksiyonlarında da yaygın olarak uygulanan yöntemlerden biridir.

Sıvı-sıvı ekstraksiyonunda ise; birbirine karışmayan iki sıvının yoğunluk farkından yararlanılarak ayırma hunisinde yoğun olan sıvının alta, daha az yoğun olan sıvının ise üste çıkması prensibi uygulanır. Genellikle kimya, petrol rafinerileri ve farmasötik endüstrilerinde uygulanan bir yöntemdir [124, 125]. Bileşenlerin kimyasal yapısı, kullanılan ekstraksiyon yöntemi ve şartları, depolama zamanı ve koşulları ekstraksiyonu etkileyen faktörlerdir. Bundan dolayı, biyoaktif maddelerin miktarının belirlenmesi ve tanımlanması için optimum ekstraksiyon şartları oluşturulmalıdır [121, 122, 123, 126]. Ekstraksiyon işlemi için; ideal bir çözücünün ekstrete edilecek bileşene karşı özgül, vizkozitesinin düşük, ısıl işleme dayanıklı, çözgenlik özelliğinin yüksek, toksik ve patlayıcı olmayan, bunun yanında ekonomik ve çevreye zararı olmayan özelliklere sahip olması gerekir [127]. Çizelge 2.3’de önem arz eden bazı klasik çözücü ekstraksiyonların kullanım alanlarına örnekler verilmiştir.

Çizelge 2.3 Bazı klasik çözücü ekstraksiyonun kullanım alanlarından örnekler [128, 125]

Çözücü	Besleme	Ürün	Komponent
Su	Maltlı arpa Elma pulpu Biberiye yaprağı Papaya lateksi	Mayalanmış arpa Elma suyu Esansiyel yağ Papain	Şeker, tahıl çözültisi - Esansiyel yağ Papain
Etanol	Baharatlar Kara havuç Vanilya çekirdeği	Baharat Ekstraktları Betalain Vanilya esansı	- Betalain -
Hekzan	Soya	Soya yağı	-
Metilen klorür	Yeşil kahve Çekirdekleri	Kafeinsiz kahve	Kafein
Asidik su	Turunçgil kabuğu Kolajen	Pektin Jelatin	Pektin Jelatin
Alkali su	Yağsız soya unu	Soya proteini	-
Metil Etil keton	Baharatlar	Baharat oleorasinler	-

Fenolik bileşikler hidrofilik olup, alkolde yüksek çözünürlüğe sahiptirler. Bütün fenolik maddelerin hepsini ekstrakte edecek bir tek çözgen sistemi yoktur. Fenolik bileşiklerin ekstraksiyonunda genellikle etanol, metanol, su, aseton, etil asetat veya bunların kombinasyonları kullanılmaktadır [129, 130].

Genellikle fenolik madde içeren birçok bileşenin, metanol ve etanol çözgen sistemlerinde çözündürülmesiyle antioksidan aktivitenin diğer çözgen sistemlerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir [131, 70].

Tezde Kullanılan Sebzeler

Hıyar (*Cucumis sativus* L.)

Cucurbitaceae (kabakgiller) familyasına ait, sarılıcı ve kaba tüylü otsu şeklinde, erkek çiçekler tek veya küçük demetler halinde, dişi çiçekler ise tek demetler halindedir. Parlak yeşil renkli bir kabukla örtülü ince uzun ve silindirimsi meyvelerinin içinde çok sayıda tohum bulunur. Sıcak bölgelerde yayılış gösteren bir türdür. Hıyarın anavatanı Çin, Hindistan ve Anadolu'dur [132].



Şekil 3.1 Kornişon tipi hıyar

Fasülye (*Phaseolus vulgaris* L.)

Fabaceae (baklagiller) familyasına ait, ülkemizde geniş oranda kültürü yapılan bir yıllık ve sarılıcı veya tırmanıcı bir bitkidir. Orjini olasılıkla Tropikal Amerika'dır Çiçekler erdişi, zigomorf simetrilidir. Sepaller 5 birleşik, petaller 5 serbest şeklinde dizilmiştir. İnsanlar ve hayvanlar için çok önemli bir gıda maddesidir [132].



Şekil 3.2 Taze Fasülye

Beyaz Lahana (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *Alba*)

Brassicaceae (hardalgiller) familyasına ait, bir, iki veya çok yıllık otsular şeklinde ve çiçekleri sarı- beyaz olan bir bitkidir.

Çiçekler bilateral simetri halinde, sepalleri 4, iki dairede dizilmiş, serbest petalleri 4 haç şeklinde dizilmiştir. Çoğunluğu Akdeniz Bölgesinde ve Orta Asya’da yayılış göstermektedir [132].



Şekil 3.3 Beyaz Lahana

MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Çalışma kapsamında; hammadde olarak hıyar (*Cucumis sativus* L.), beyaz lahana (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *Alba*), fasülye (*Phaseolus vulgaris* L.) İstanbul piyasasından temin edilmiş ve bu sebzeler analiz ve turşu yapılana kadar 4°C’de buzdolabında muhafaza edilmiştir.

3.2 Metot

3.2.1 Sebzelerden Turşu Üretimi

Turşuların kurulumu, literatürde belirlenen tariflere çeşitli modifikasyonlar yapılarak gerçekleştirilmiştir [133]. Turşu üretimi için gerekli hammaddeler; önce ayıklanıp yıkanmıştır. Süzdürülen sebze örnekleri; önceden steril edilmiş 8 L’lik cam kavanozlara bastırılarak, yerleştirilmiş ve üzerine hıyar ve fasülye örneklerine %10’luk tuz içeren tuzlu su çözeltisi (salamura), lahana örneğine ise %6’lık tuz içeren tuzlu su çözeltisi (salamura), üzüm sirkesi (%5 asetik asit içeren), %4,7’lik şeker içeren şeker çözeltisi (sadece hıyar örneğine) ilave edilmiştir. (Şekil 3.4) Dolum sonrası sebze ürünleri 20±2°C’de karanlık bir dolapta 50 gün boyunca fermentasyona bırakılmıştır. Taze sebze ve belirli aralıklarla (2, 9, 16, 23, 30, 37, 44 ve 50. gün) alınan turşu örneklerinde fizikokimyasal analizler, mikrobiyolojik analizler, biyoaktif özellikler ve turşu formundaki sebzelerin 50. gün sonundaki duyuşal özellikler belirlenmiştir.



(a)



(b)



(c)

Şekil 3.4 8 L'lik cam kavanozlarda hazırlanmış hıyar turşusu (a), fasülye turşusu (b), lahana turşusu (c)

3.2.2 Turşularda ve Taze Örneklerde Yapılan Fizikokimyasal Analizler

3.2.2.1 pH Tayini

Depolama süreleri gelen örneklerin pH değeri, standart tampon çözeltileri ile pH metre (Thermo Scientific Orion Star A111, Indonesia) kalibre edildikten sonra pH metre elektrodu $22 \pm 2^\circ\text{C}$ 'deki beherin içindeki numuneye direk daldırılarak ölçülmüştür.

3.2.2.2 Asitlik Tayini

Gıda maddelerinde titrasyon asitliği o gıdada en çok bulunan organik asit cinsinden hesaplanmaktadır. Yöntem, gıda maddesinin normalitesi belli bir bazla titrasyonu ve harcanan baz çözeltisi miktarından da asit miktarının hesaplanması ilkesine dayanır. Asitlik tayini için, depolama süreleri gelen örnekler önce rondodan sonra blenderdan geçirilip ezme halinde, 10 g tartılarak 100 mL'lik ölçülü balona aktarılmış, balon işaretine kadar damıtık su ile tamamlanmış ve karıştırılmıştır. Daha sonra ölçü balonu içeriği adi filtre kağıt ile süzülüp, filtrattan 25 mL bir erlenmayer içerisine alınmıştır. Üzerine, 2-3 damla %1'lik fenolftalein indikatörü damlatıldıktan sonra 0,1 N sodyum hidroksit çözeltisi ile pembe rengine dönünceye kadar titre edilmiştir. Asitlik, aşağıdaki formül yardımıyla laktik asit cinsinden % olarak hesaplanmıştır [134].

$$\text{Titrasyon Asitliği \%} = (V \times F \times E \times 100) / M \quad (3.1)$$

V: Harcanan 0,1 N NaOH miktarı, mL

F: Titrasyonda kullanılan baz çözeltisinin faktörü

E: 1 ml 0,1 N NaOH'in eşdeğeri asit miktar, g

M: Titre edilen örneğin gerçek miktarı mL veya g

3.2.2.3 İndirgen ve Toplam Şeker Tayini

Şeker tayini için, Lane-Eynon Yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin ilkesi, alkali ortamda ve kaynama sıcaklığında, kompleks olarak bağlı Cu-II iyonu, indirgen şekerler tarafından Cu-I-okside indirgenir. Buna göre bir alkali kompleks-Cu çözeltisi, şeker içeren örnekten hazırlanmış çözeltiyle kaynama sıcaklığında titre edilmekte ve titrasyonun son noktasını belirlemede redoks indikatörü olarak metilen mavisi kullanılmaktadır.

Depolama süreleri gelen örnekler önce rondodan sonra blenderdan geçirilmiştir. Ezme halindeki örneklerden, gerekli miktarlar tartılmış ve 250 mL'lik bir ölçü balonuna aktarılmıştır. Üzerine yaklaşık 50 mL saf su eklenmiş ve hazırlanmış çözeltinin kuru madde miktarı kadar Carrez-I çözeltisi ve Carrez-II çözeltileri eklenmiştir. 30-40 dakika beklendikten sonra, normalitesi yaklaşık 0,1 N NaOH ile ortamın pH derecesi 8,0 ayarlanmıştır. Nihayetinde balon çizgisine kadar damıtık su ile tamamlanmış iyice çalkalandıktan sonra filtre edilmiştir. İlk filtrat tekrar filtreye geri verilerek, berrak bir çözelti elde edilmiştir. Örnekte ilk olarak indirgen şeker tayini yapılmıştır. Hazırlanmış filtrat doğrudan bir bürete alınmış, bir erlende 5 ml Fehling A, 5 mL Fehling B ve 25 mL damıtık su karışımının 2 dakika kaynatılması sonrası %1'lik metilen mavisi indikatörlüğünde berrak olan çözelti titre edilip, erlende oluşan çözelti bakır kırmızı rengine dönene kadar bu durum devam etmiştir (Şekil 3.5).

Toplam indirgen şeker tayini için harcanan miktar not edilmiştir. Daha sonra, toplam şeker tayini için durutulmuş berrak filtrattan (örnekten) 50 mL alınarak 100 mL'lik bir balona aktarılmış ve üzerine % 37'lik HCl çözeltisinden 6 mL eklenip, içerisine bir termometre sarkıtıldıktan sonra tam 70°C'ye ayarlanmış bir su banyosuna yerleştirilmiştir. 3 dakika sonunda sıcaklığın 67°C'ye erişmesi sağlanmış ve 5 dakika daha bekletilmiştir. Daha sonra akar su altında hızlıca soğutulmuştur.

Balondaki çözeltiye, 5N NaOH çözeltisi ve 1-2 damla fenolfitalein ilave edilerek nötralize edilip, damıtık su ile balon hacmine kadar tamamlanmıştır. İndirgen şeker tayininde olduğu gibi titrasyon işlemi aynı şekilde yapılır (Şekil 3.5). Bu durumda toplam şeker tayini için harcanan miktar not edilir [135].

$$\text{Örnekteki doğal indirgen şeker miktarı (g/100g)} = (f / M_1) \times 100 \quad (3.2)$$

f: Ayarlama da belirlenmiş olan 10 mL Fehling çözeltisi karışımına eşdeğer invert şeker miktarı g

M₁: İnversiyondan önceki titrasyonda harcanmış örnek çözeltisinin içerdiği gerçek örnek miktar, g

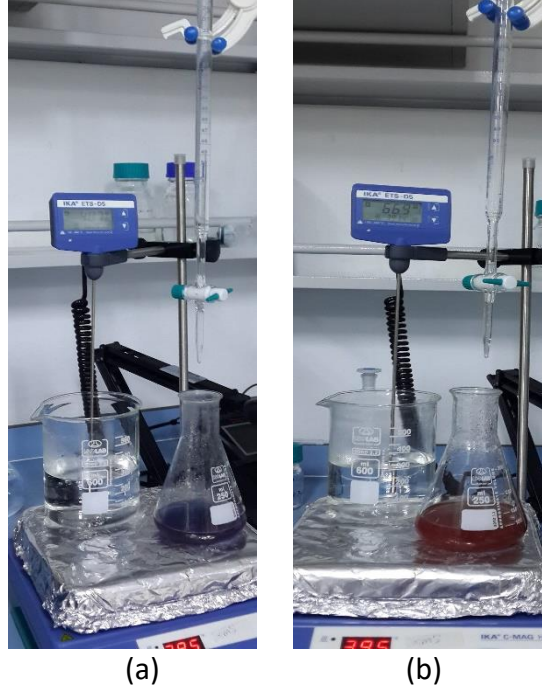
$$\text{Toplam İndirgen şeker miktarı (g/100g)} = (f / M_2) \times 100 \quad (3.3)$$

f: Ayarlama da belirlenmiş olan 10 mL Fehling çözeltisi karışımına eşdeğer invert şeker miktarı, g

M₂: Örneğin inversiyonundan sonraki titrasyonunda harcanan miktardaki örnek çözeltisinin içerdiği gerçek örnek miktar, g

$$\text{Sakkaroz miktarı, (g/100g)} = (\text{top. İn. Şek.} - \text{doğ. İn. Şek.}) \times 0,95 \quad (3.4)$$

$$\text{Toplam indirgen şeker (g/100g)} = (\text{doğ. İn. Şek} + \text{sakkaroz miktarı}) \quad (3.5)$$



Şekil 3.5 Şeker tayini için hazırlanan filtrat ile fehling çözeltilerinin kaynatılması (a) ve kaynatılan çözeltinin bakır kırmızı rengine dönüşmesi (b)

3.2.2.4 Tuz Tayini

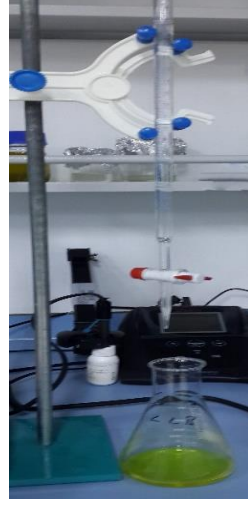
Tuz tayini için, Mohr Yöntemi kullanılmıştır. Yöntem ortamda bulunan Cl^- iyonlarını AgNO_3 ile muamele ederek AgCl halinde çöktürmek ve reaksiyona girmeyen AgNO_3 'ın, indikatör olarak ilave edilen potasyum kromat ile kiremit kırmızısı renkli gümüş kromat oluşturması esasına dayanır. Depolama süreleri gelen örnekler önce rondodan sonra blenderdan geçirilmiştir. Ezme halindeki örneklerden 10'ar g tartılmış, üzerine 60-70°C'lik sıcaklığındaki damıtık su bir miktar ilave edilmiştir. Sonra blenderdan geçirilip iyice homojenize edilmiştir. Bu şekildeki örnek, 250 mL'lik ölçü balonuna aktarılmış ve balon hacmine kadar damıtık su ile tamamlanmıştır. Çözelti filtre edilmiş, filtrattan 25 mL erlene aktarılmış ve 5N NaOH ile nötrale edilmiştir. Sonrasında üzerine 1mL %5'lik potasyum kromat (K_2CrO_4) indikatörü ilave dilip, 0,1N AgNO_3 çözeltisi ile titre edilmiştir (Şekil 3.6). Tuz tayini için titrasyonda harcanan miktar not edilmiştir [135].

$$\text{Tuz Miktarı, \%} = V \times (f) \times (0,005844) \times (S_f) \times 100 \quad (3.6)$$

V: Titrasyonda harcanan 0,1 N AgNO_3 miktarı mL

f: 0,1N AgNO_3 çözeltisinin faktörü

0,005844: 1mL 0,1N AgNO₃ çözeltisinin eşdeğeri 0,005844 g NaCl'dür.



(a)



(b)

Şekil 3.6 Tuz tayini için hazırlanan filtrat ile potasyum kromat indikatörü ile muamele edilmesi (a) ve gümüş nitrat çözeltisi ile titre edilen örneğin kiremit kırmızı rengine dönüşmesi (b)

3.2.2.5 Toplam Kuru Madde Tayini

Önce, petri kapları 105°C'de kurutulup sabit ağırlığa getirilmiş ve desikatörde soğutulmuştur. Sonrasında, sebzelerin ham ve turşu formundaki, kuru madde miktarlarını belirlemek amacıyla etüv (kabin kurutucu) kullanılmıştır. Bu doğrultuda depolama süreleri gelen örneklerden belirli miktarlarda tartılarak 105°C sıcaklıktaki etüvde (Memmert UF-110, Almanya) 2,5 saat bekletilmiş (Şekil 3.7) ve ardından meydana gelen ağırlık kaybı % kuru maddede olarak tespit edilmiştir [135].

$$\% \text{ Toplam Kurumadde Miktarı (g/100g-mL)} = \frac{T_2 - T_1}{\ddot{O}} \times 100 \quad (3.7)$$

T₁:Kabın darası (g)

T₂:kabın darası+ kuru madde

Ö: alınan örnek miktarı(g)



Şekil 3.7 Kurutma işleminden sonra sırasıyla; taze hıyar ve turşu (a) taze fasulye ve turşu (b) taze lahana ve turşu (c) örneklerinin görünümü

3.2.3 Turşularda ve Taze Örneklerde Yapılan Mikrobiyolojik Analizler

Bütün mikrobiyolojik analizler (Şekil 3.8) taze sebze ve belirli aralıklarla (2, 9, 16, 23, 30, 37, 44 ve 50. gün) alınan turşu örneklerinde tekrarlanmıştır.

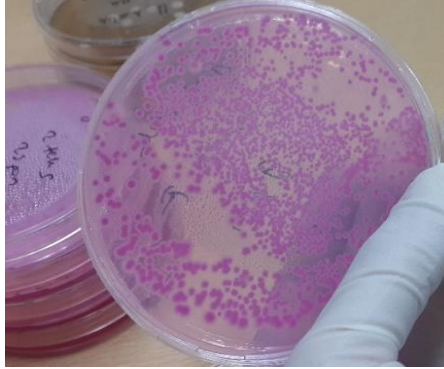


Şekil 3.8 Sebzelerin ham ve turşu formuna yapılan çeşitli mikrobiyolojik analizler

3.2.3.1 Toplam Maya ve Küf Sayımı

Toplam maya küf sayımlarında DRBC (Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol-MERCK) agar kullanılmıştır. Besiyeri belirli miktarda damıtık suda eritilip, otoklavda 121°C’da 15 dakika süre ile steril edilmiş ve 45-50°C’a soğuduğunda steril petri kutularına dökülmüştür. Sebzelerin ham ve turşu formları steril koşullarda, öncelikle 10’ar g tartılmış, filtreli stomaher poşetlerine aktarılmış ve üzerine 90ml steril peptonlu su ilave edilmiştir. 2 dakika stomaher cihazında (VWR Star Blender LB 400) homojenize edilmiş ve 10⁻¹ oranında hazırlanan bu solüsyondan, 10⁻⁵ oranına kadar seyreltme yapılmıştır.

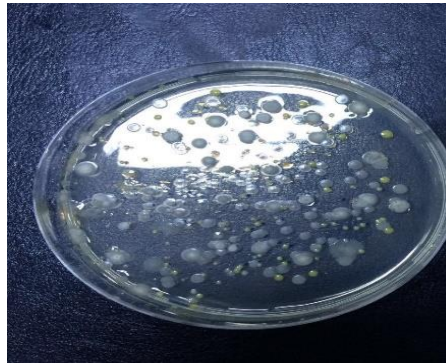
Her dilüsyon alımından sonra vortekste yeterli miktarda çalkalanmıştır. Sonrasında her dilüsyondan 0,1 mL DRBC Agar besiyerinin üzerine yayma plak yöntemiyle paralelli olarak ekim yapılmış ve 25 ± 1 °C' de 4-5 gün inkübatörde aerobik olarak bekletilmesi sonucu gelişen koloniler sayılmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9 Mayaların inkübasyon sonucu oluşturdukları koloniler

3.2.3.2 Toplam Mezofil Aerob Bakteri (TMAB) Sayımı

Toplam mezofil aerob bakteri sayımı için PCA (Plate Count Agar-MERCK) besiyeri kullanılarak ve 37°C'de 24-48 saat aerobik inkübasyon koşullarında gelişen koloniler sayılarak yapılmıştır. (Şekil 3.10) Besiyeri hazırlama, tartım işlemleri ve ekim yöntemi maya küf analizlerinde olduğu gibi yapılmış, dilüsyonlar, 10^{-6} oranına kadar seyreltilerek hazırlanmıştır.

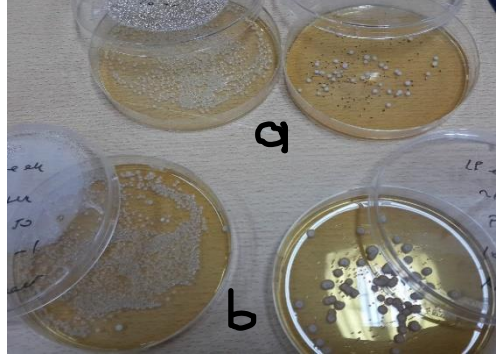


Şekil 3.10 Mezofil aerob bakterilerinin inkübasyon sonucu oluşturdukları koloniler

3.2.3.3 Laktik Asit Bakteri (LAB) Sayımı

Laktik asit bakteri sayımı için MRS agar (De Man, Rogosa and Sharpe- MERCK) kullanılmış ve 37°C'de 72 saat hem aerobik hem de anaerobik koşullarda gelişen koloniler sayılmıştır. Besiyeri hazırlama, tartım işlemleri ve ekim yöntemi toplam maya küf ve toplam mezofil aerob bakteri analizlerinde olduğu gibi paralelli olarak yapılmış,

dilüsyonlar, 10^{-6} oranına kadar seyreltilerek hazırlanmıştır. Şekil 3.11’de LAB’nin inkübasyon sonucu aerobik ve anaerobik ortamlarda oluşturdukları koloniler verilmiştir.



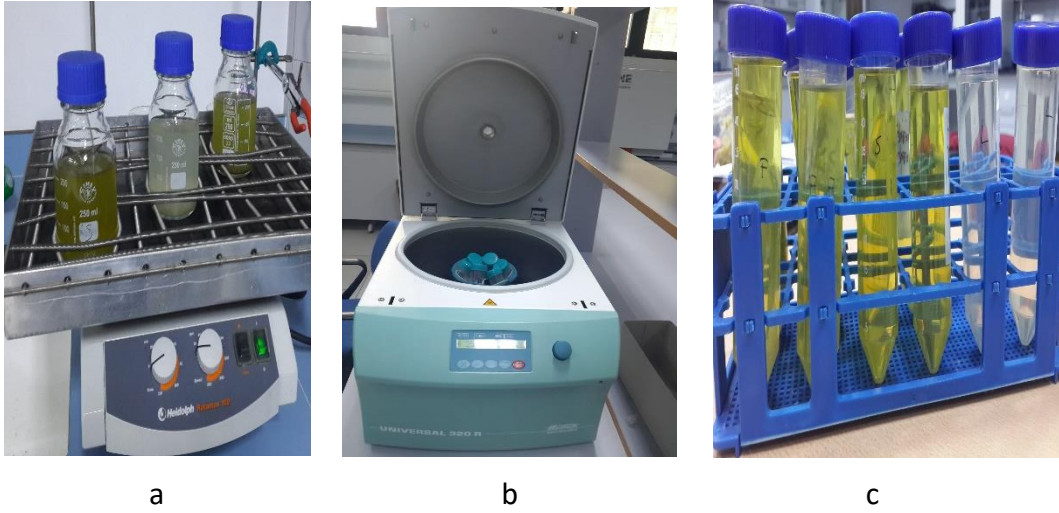
Şekil 3.11 LAB’nin inkübasyon sonucu aerobik (a) ve anaerobik (b) ortamlarda oluşturdukları koloniler

3.2.4 Biyoaktif Özelliklerinin Belirlenmesi İçin Yapılan Analizler

Biyoaktif özelliklerinin belirlenmesi için yapılan analizler, taze sebze ve belirli aralıklarla (2, 9, 16, 23, 30, 37, 44 ve 50. gün) alınan turşu örneklerinde tekrarlanmıştır.

3.2.4.1 Taze ve Turşu Örneklerinde Ekstraksiyon işlemi

Biyoaktif özelliklerini belirlemek amacıyla, örneklerin içeriğindeki fenolik bileşiklerin eldesinde etanol (MERCK) çözgeni tercih edilmiştir. Depolama süreleri gelen örnekler önce rondodan sonra blenderden geçirilip, 10’ar g tartılmış ve ağırlığının 10 katı kadar %80 oranındaki etanol/su çözeltisi kullanılmıştır. Elde edilen bu homojen çözeltiler, 2,5 saat boyunca oda sıcaklığında Şekil 3.12’de gösterilen çalkalayıcıda çalkalanarak inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra, adi filtre kâğıdı yardımıyla süzülmüş, 4100 rpm’de (dev/dak) 25°C’de 10 dakika boyunca santrifüjlenmiş (Hettich 320R, Almanya) ve eğer çökelme olmuş ise süpernatant filtre edilerek ekstraksiyon işlemi tamamlanmıştır. Hazır olan ekstraktlar hemen analize alınmıştır.



Şekil 3.12 Homojen çözeltilerin oda koşullarında inkübasyona bırakılması (a), inkübasyon sonrası; numuların filtrelenip, santrifüjlenmesi (b) ve santrifüj sonrası berrak bir çözelti eldesi

3.2.4.2 Toplam Fenolik Madde Miktarı (TFMM) Analizi

Toplam fenolik madde miktarının (TFMM) ölçüldüğü, en eski ve en bilinen yöntemi Folin Ciocalteu'tır. Bu metot, antioksidan aktiviteyi sağlayan hidroksil grupları hakkında fikir vermesi açısından önemlidir. FCR (Folin Fenol Reaktifi veya Folin-Denis reaktifi) fosfomolibdat ve fosfotungstat karışımı bir reaktiftir ve fenolik, polifenolik antioksidanlar kolorimetrik olarak analiz edilir. Singleton ve Rossi (1965) tarafından geliştirilen ve Li ve ark. (2006) tarafından modifiye edilen metot esas alınarak gerçekleştirilmiştir.

Ekstrakte edilmiş her bir örnekten 3 paralelli olacak şekilde; 0,5 mL alınmış ve her tübe 15 sn aralıklarla 2,5 mL Folin- Ciocalteu fenol çözeltisi (0,2N) ilave edilmiştir. Üç dakika sonrasında ilk tüpten başlanarak 15 saniye süreyle 2 mL Na_2CO_3 (%7,5) ilave edilmiştir. Karanlık bir ortamda, oda sıcaklığında 30 dakika inkübasyona bırakılmıştır.

UV/VIS spektrofotometre cihazı (Şekil 3.13 Shimadzu UV-1800, Japonya) ile örneklerin absorbans değerleri 760 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Sonuçlar galik asit eşdeğeri (GAE), mg GAE/100g olarak ifade edilmiş ve bu tez çalışmasında toplam fenolik içeriğinin hesaplanmasında kullanılan formül Eşitlik 3.7'de verilmiştir:

$$TFMM \text{ (mg/L)} = (\text{Absorbans} - 0,0821)/0,0111 \times \text{Dilüsyon Faktörü} \quad (3.8)$$

3.2.4.3 Toplam Flavonoid Miktarı (TFM) Analizi

Toplam Flavonoid miktarı (TFM) analizi Zhinsen ve ark. (1999) metoduna göre belirlenmiştir. Ekstrakte edilmiş örneklerden 3 paralelli olacak şekilde, her bir tübe 1 mL alınmış, üzerine 4 mL damıtık su ve 0.3 mL %5'lik NaNO₂ çözeltisi eklenmiş, 5 dakikalık süre sonunda 0,3 mL %10'luk AlCl₃ çözeltisi ilave edilip karıştırılmış ve 6 dakika bekletilmiştir. Daha sonra 2 mL 1M NaOH eklenip hacmi 10 mL'ye saf suyla tamamlanmıştır. UV-VIS spektrofotometrede (Shimadzu UV-1800, Japonya) ile örneklerin absorbans değerleri 510 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Sonuçlar kateşin olarak mg CAE/100g olarak ifade edilmiştir. Toplam flavanoid içeriğinin hesaplanmasında kullanılan formül Eşitlik 3.8'de verilmiştir.

$$TFM (mg/L) = [(151,6 \times Absorbans) - 0,05454] \times Dilüsyon Faktörü \quad (3.9)$$

3.2.4.4 DPPH Serbest Radikal Yakalama Aktivitesi Tayini

DPPH radikali süpürme yöntemi, ilk kez 1,1-difenil-2-pikril hidrazil (DPPH) radikalinin, antioksidan tayininde kullanılabileceğinin öne sürülmesiyle ortaya çıkmış ve metodu ilk defa Brand- Williams ve ark. [136] tarafından geliştirilmiştir. Sanchez-Moreno ve ark. [137] tarafından değiştirilip kullanılmaya başlanmıştır [138, 139]. Bu tez çalışmasındaki DPPH radikalini indirgeme aktivitesi, Singh ve ark. (2002) metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Koyu mor renkli bir radikal olan DPPH radikali ortamda antioksidan bulunduğunda, bir proton alarak renksiz bir bileşik olan DPPH indirgenmiş moleküle dönüşmektedir. Ekstraksiyon işlemlerinde çözgen olarak etanol kullanıldığından, DPPH çözeltisi de etanolde hazırlanmıştır. Ekstrakte edilmiş örneklerden 3 paralelli olacak şekilde, her bir tüpe 0,1 mL alınmış ve kontrol olarak örnek yerine etanol konulmuştur.

Her tüpe 20 sn aralıklarla 4,9 mL DPPH solüsyonu (0,1 mM) eklenmiş ve vorteks ile karıştırılmıştır. Karanlık bir ortamda, 27°C'deki sıcaklıkta 20 dakika inkübasyona bırakılmıştır. UV-VIS spektrofotometrede (Shimadzu UV-1800, Japonya) ile örneklerin absorbans değerleri 517 nm dalga boyunda ölçülmüştür.

Nispi Antiradikal aktivite (%ARA) değeri, elde edilen anti radikal aktivite sonuçları mg TEAC/100g olarak hesaplanmıştır. Gerekli olan eşitlikler 3.9, 3.10'de verilmiştir.

$$\%ARA = [(Ak - A\ddot{o}) / Ak] \times 100 \quad (3.10)$$

Ak: Kontrol örnek absorbens değeri (etanol)

Aö: Örnek absorbens değeri

$$\text{Troluks eşdeğerlilik (mg/mL)} = [(Ak-Aö) - 0,0542]/1,5902 \quad (3.11)$$

Ak: Kontrol örnek absorbens değeri (etanol)

Aö: Örnek absorbens değeri



Şekil 3.13 Örneklerdeki antioksidan aktiviteleri belirlemek amacıyla kullanılan UV/VIS spektrofotometre cihazı

3.2.5 Turşu Örneklerinde Yapılan Duyusal Analiz

Turşu örneklerinin 50. gün sonundaki duyusal analizleri ayrı ayrı yapılmış ve bu doğrultuda her bir turşudaki renk, koku, tat-aroma, gevreklik, görünüş gibi özellikler 10-15 kişilik panelist tarafından lezzet profil analizi olarak değerlendirilmiştir. Duyusal analiz için hazırlanmış turşu örnekleri Şekil 3.14’de ve kullanılan hedonik test değerlendirme formu EK-A’da verilmiştir [140].



Şekil 3.14 Duyusal analiz için hazırlanmış turşu örnekleri

3.2.6 İstatiksel Analiz

Bu araştırma 2 tekerrürlü olarak yürütülmüş ve herbir tekerrür, 3 paralel olarak düzenlenmiştir. Deneyler sonucunda toplanan datalar; SPSS programı (SPSS 17.0, USA) aracılığıyla, gruplar arasında fark olup olmadığı tek faktör ANOVA ile test edilmiş, %95 güven aralığında Duncan test parametresi kullanılmıştır. Laktik asit bakterileri ve biyoaktif bileşenler arasındaki ilişki ise korelasyon analiziyle belirlenmiştir.

BÖLÜM 4

BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Fermentasyon Süresince Örneklerdeki Bazı Fizikokimyasal Özelliklerdeki Değişimler

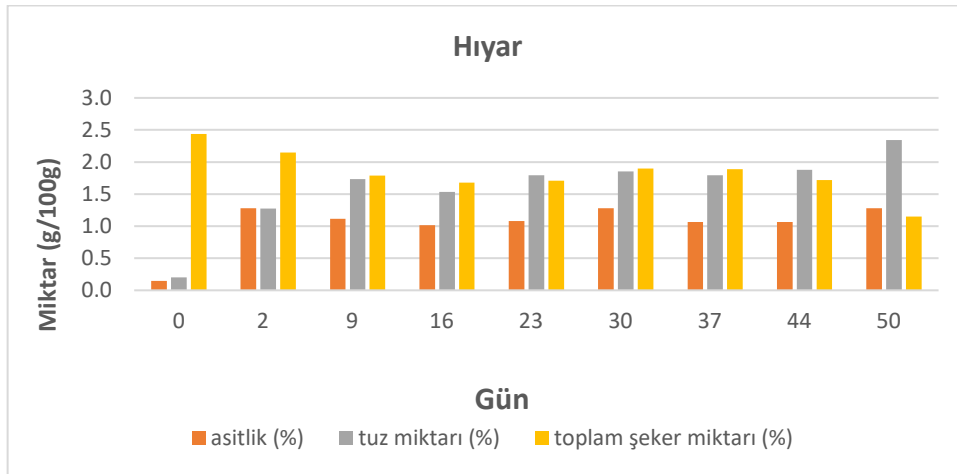
İstanbul piyasasından temin edilen taze sebze ve belirli aralıklarla (2, 9, 16, 23, 30, 37, 44 ve 50. gün) analize alınan turşu örneklerinde; fizikokimyasal özellikler 2 tekerrürlü çalışılmış, her tekerrür 3 paralelli olacak şekilde analize alınmış ve örneklerle ait pH, asitlik, tuz, şeker Çizelge 4.1, Çizelge 4.2, Çizelge 4.3'te ve fizikokimyasal özelliklerin fermentasyon sürelerine bağlı değişimleri şekil 4.1, şekil 4.2, şekil 4.3 sırasıyla verilmiştir.

Çizelge 4.1 Hıyar örneğinde fermentasyon süresince değişen fizikokimyasal özellikler *

Süre (gün)	pH	Titrasyon asitliği (%)	İndirgen şeker miktarı (%)	Toplam şeker miktarı (%)	Tuz miktarı (%)
0	6,64±0,20 ^e	0,15± 0,02 ^a	2,46± 0,11 ^e	2,44± 0,11 ^e	0,20± 0,04 ^a
2	4,03± 0,19 ^d	1,28± 0,03 ^c	2,18± 0,03 ^d	2,15± 0,02 ^d	1,27±0,01 ^b
9	3,98± 0,11 ^{cd}	1,12± 0,05 ^{bc}	1,78± 0,04 ^b	1,79± 0,07 ^{bc}	1,74± 0,25 ^d
16	3,84± 0,11 ^{bc}	1,01± 0,01 ^b	1,70± 0,25 ^b	1,68± 0,26 ^b	1,53± 0,04 ^c
23	3,70± 0,08 ^{ab}	1,08± 0,15 ^b	1,73± 0,04 ^b	1,71± 0,03 ^b	1,79± 0,16 ^d
30	3,70± 0,17 ^{ab}	1,28± 0,03 ^c	1,94± 0,06 ^c	1,90± 0,06 ^c	1,85± 0,16 ^d
37	3,64± 0,08 ^a	1,06± 0,03 ^b	1,94± 0,11 ^c	1,89± 0,10 ^c	1,79± 0,08 ^d
44	3,63± 0,16 ^a	1,06± 0,03 ^b	1,76± 0,13 ^b	1,72± 0,13 ^b	1,88± 0,20 ^d
50	3,53± 0,06 ^a	1,28± 0,38 ^c	1,16± 0,13 ^a	1,15± 0,12 ^a	2,34± 0,12 ^e

*:Ortalama±standart sapma, Aynı sütunda gösterilen aynı harfler farkın ANOVA Duncan testine göre istatistiksel olarak önemli olmadığını (P>0,05) gösterirken, farklı harfler ise örnekler arasında istatistiksel fark (p<0,05) olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi, taze hıyarda pH değeri 6,64 iken hıyar turşusunda pH değerleri 3,53-4,03 arasında değişmiştir. Titrasyon asitliği analiz sonuçları taze hıyarda 0,15 g/100g iken hıyar turşusunda 1,01-1,28 g/100g aralığında, toplam şeker miktarı en yüksek 2,15 g/100g olarak fermentasyonun 2. gününde, tuz miktarı ise en yüksek 2,34 g/100g olarak fermentasyonun 50. gününde bulunmuştur. Çizelge 4.1’deki fizikokimyasal sonuçlarda aynı sütundaki farklı harfler, veriler arası istatistiksel farkın önemli olduğunu göstermiştir ($p<0,05$).



Şekil 4.1 Hıyar örneğindeki bazı fizikokimyasal özelliklerin fermentasyon sürelerine bağlı değişimi

Şekil 4.1’de hıyardaki asitlik, tuz, şeker miktarları fermentasyon süresi boyunca değiştiği, tuz miktarında 50 gün boyunca arttığı ve şeker miktarında ise 50 gün boyunca azaldığı görülmektedir.

Çizelge 4.2 Fasülyedeki fermentasyon süresince değişen fizikokimyasal özellikler *

Süre (gün)	pH	Titrasyon asitliği (%)	Toplam indirgen şeker (%)	Toplam şeker miktarı(%)	Tuz miktarı (%)
0	6,46± 014 ^d	0,05±0,01 ^a	2,72± 0,14 ^{bc}	2,73± 0,13 ^c	0,12±0,01 ^a
2	4,11± 0,06 ^c	1,15± 0,10 ^c	2,21± 0,46 ^a	2,16± 0,44 ^a	1,71± 0,45 ^b
9	3,84± 0,10 ^{ab}	1,23±0,01 ^c	2,37± 0,48 ^{ab}	2,32± 0,47 ^{ab}	2,29± 0,04 ^c
16	3,89± 0,02 ^b	0,95± 0,08 ^b	2,67± 0,10 ^{bc}	2,63± 0,10 ^{bc}	2,57± 0,37 ^{cd}
23	3,85± 0,06 ^{ab}	0,86± 0,15 ^b	2,39± 0,41 ^{ab}	2,35± 0,39	2,69± 0,37 ^{cde}
30	3,80± 0,06 ^{ab}	1,14± 0,03 ^c	2,23± 0,05 ^a	2,19± 0,04 ^a	2,92± 0,04 ^{de}

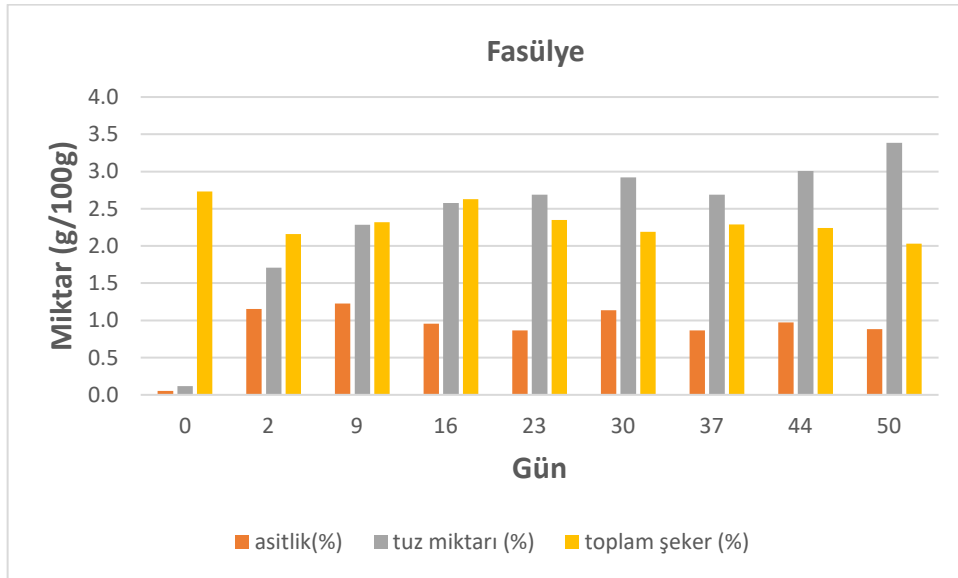
Çizelge 4.2 Fasülyedeki fermentasyon süresince değişen fizikokimyasal özellikler
(devamı)

37	3,79± 0,10 ^{ab}	0,86± 0,15 ^b	2,34± 0,11 ^{ab}	2,29± 0,10 ^{ab}	2,69± 0,12 ^{cde}
44	3,81± 0,13 ^{ab}	0,97± 0,15 ^b	2,97± 0,46 ^c	2,24± 0,03 ^a	3,01± 0,57 ^{ef}
50	3,74± 0,05 ^a	0,88± 0,13 ^b	2,04± 0,13 ^a	2,03± 0,15 ^a	3,38± 0,29 ^f

*: Ortalama±standart sapma

*Aynı sütunda gösterilen aynı harfler farkın ANOVA Duncan testine göre istatistiksel olarak önemli olmadığını ($p>0,05$) gösterirken, farklı harfler ise örnekler arasında istatistiksel fark ($p<0,05$) olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.2’de görüldüğü gibi, taze fasülyede pH değeri 6,46 iken fasülye turşusunda pH değerleri 3,74-4,11 aralığında değişmiştir. Titrasyon asitliği analiz sonuçları taze fasülyede 0,05 g/100g iken fasülye turşusunda 0,86-1,23 g/100g aralığında, toplam şeker miktarı en yüksek 2,63 g/100g olarak fermentasyonun 16. gününde, tuz miktarı ise en yüksek 3,38 g/100g olarak fermentasyonun 50. gününde bulunmuştur. Çizelge 4.2’deki fizikokimyasal sonuçlarda aynı sütundaki farklı harfler, veriler arası istatistiksel farkın önemli olduğunu göstermiştir ($p<0,05$).



Şekil 4.2 Fasülye örneğindeki bazı fizikokimyasal özelliklerin fermentasyon sürelerine bağlı değişimi

Şekil 4.2’de hıyarda olduğu gibi fasülyedeki asitlik, şeker miktarlarında da fermentasyon süresi boyunca değiştiği, tuz miktarında 50 gün boyunca arttığı ve şeker miktarında ise 50 gün boyunca azaldığı görülmektedir.

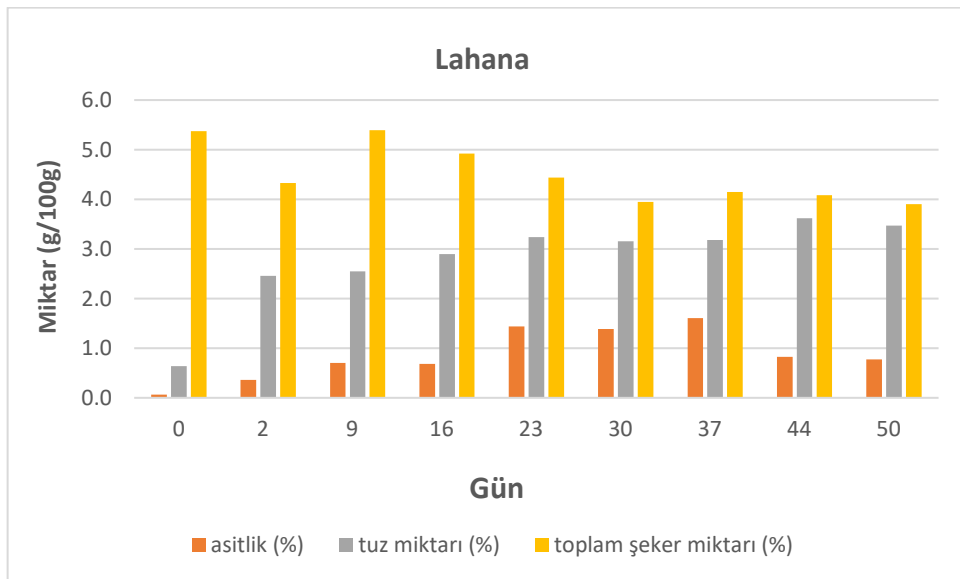
Çizelge 4.3 Lahana örneğindeki fermentasyon süresince değişen fizikokimyasal özellikler *

Süre (gün)	pH	Titrasyon asitliği (% Laktik asit)	Toplam indirgen şeker (%)	Toplam şeker miktarı (%)	Tuz miktarı (%)
0	6,40±0,09 ^d	0,07±0,02 ^a	5,43±0,44 ^e	5,37±0,43 ^e	0,64±0,08 ^a
2	4,07±0,01 ^c	0,36±0,10 ^{ab}	4,42±0,27 ^{bc}	4,33±0,26 ^{bc}	2,46±0,20 ^b
9	3,72±0,28 ^b	0,70±0,03 ^{abc}	5,49±0,21 ^e	5,39±0,17 ^e	2,55±0,16 ^{bc}
16	3,56±0,04 ^{ab}	0,68±0,05 ^{abc}	5,00±0,11 ^d	4,92±0,13 ^d	2,89±0,41 ^{cd}
23	3,46±0,18 ^a	1,44±0,87 ^{de}	4,55±0,21 ^c	4,44±0,22 ^c	3,24±0,08 ^{def}
30	3,46±0,14 ^a	1,39±0,84 ^{cde}	3,99±0,33 ^a	3,95±0,32 ^a	3,15±0,04 ^{de}
37	3,49±0,11 ^a	1,60±1,04 ^e	4,24±0,04 ^{ab}	4,15±0,03 ^{abc}	3,18±0,65 ^{de}
44	3,44±0,13 ^a	0,83±0,10 ^{bcd}	4,16±0,14 ^{ab}	4,08±0,14 ^{ab}	3,62±0,37 ^e
50	3,50±0,06 ^a	0,77±0,01 ^{ab}	3,97±0,01 ^a	3,90±0,03 ^a	3,47±0,33 ^{de}

*:Ortalama±standart sapma

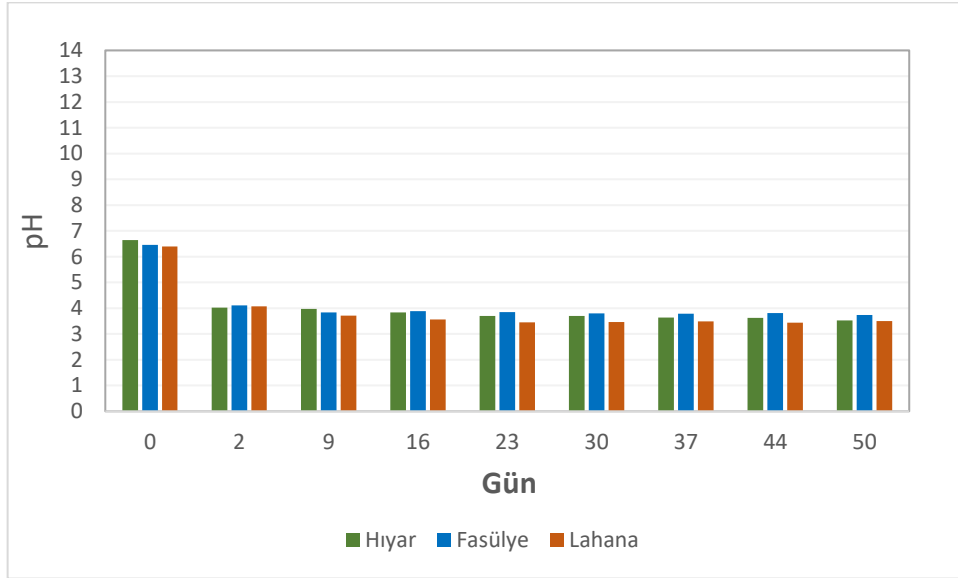
*Aynı sütunda gösterilen aynı harfler farkın ANOVA Duncan testine göre istatistiksel olarak önemli olmadığını (P>0,05) gösterirken, farklı harfler ise örnekler arasında istatistiksel fark (p<0,05) olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.3’de görüldüğü gibi, taze lahanada pH değeri 6,40 iken lahanada turşusunda pH değerleri 3,46-4,07 aralığında değişmiştir. Titrasyon asitliği analiz sonuçları taze lahanada 0,07 g/100g iken lahanada turşusunda 0,36-1,60 g/100g aralığında, toplam şeker miktarı en yüksek 5,39 g/100g olarak fermentasyonun 9. gününde, tuz miktarı ise en yüksek 3,62g/100g olarak fermentasyonun 44. gününde bulunmuştur. Çizelge 4.3’deki fizikokimyasal sonuçlarda aynı sütundaki farklı harfler, veriler arası istatistiksel farkın önemli olduğunu göstermiştir (p<0,05).



Şekil 4.3 Lahana örneğindeki bazı fizikokimyasal özelliklerin fermentasyon sürelerine bağlı değişimi

Şekil 4.3’de hıyar ve fasülyede olduğu gibi lahanadaki asitlik, şeker miktarlarında da çok fazla olmasa da fermentasyon süresi boyunca değiştiği ancak pH değerinin diğer örneklerle göre daha fazla düştüğü, tuz miktarında 50 gün boyunca arttığı ve şeker miktarında ise fermentasyonun 9. gününe kadar arttığı, sonrasında azaldığı görülmektedir.



Şekil 4.4 Fermentasyon süresince sebze örneklerindeki pH değişimi

Sebzelerin ham ve turşu formundaki, kuru madde miktarları %6,39- %13,49 aralığında değişkenlik göstermiştir. Hıyar, fasülye ve lahana örneklerindeki kuru madde miktarları Çizelge 4.4’te verilmiştir.

Çizelge 4.4 Hıyar, fasülye ve lahana örneklerindeki kuru madde miktarları

TOPLAM KURU MADDE (%)			
Gün	Hıyar	Fasülye	Lahana
0	12,79	10,42	13,49
2	11,72	10,78	6,54
9	11,20	10,74	6,52
16	10,68	10,73	6,50
23	10,16	10,71	6,48
30	9,65	10,70	6,45
37	9,13	10,69	6,43
44	8,61	10,68	6,41
50	8,10	10,66	6,39

Çizelge 4.4'te görüldüğü gibi, Taze sebzelerdeki kuru madde miktarları turşu hallerindeki kuru madde miktarlarından daha yüksek olduğu görülmektedir. Fermentasyon sürelerinde; hıyar, fasülye ve lahana turşularındaki kuru madde miktarları hesaplanmış ve örneklerin taze ve turşu formlarında kuru madde miktarları değişkenlik göstermiştir. %10,66 ile en yüksek oran fasülye turşusunda iken %6,39 ile en düşük oran lahana turşusundadır.

4.2 Fermentasyon Süresince Örneklerdeki Mikroorganizma sayımlarındaki Değişimler

Taze sebze ve belirli aralıklarla analize alınan turşu örneklerinde mikrobiyolojik özellikler 2 tekerrürlü çalışılmış, her tekerrür 2 paralelli olacak şekilde analize alınmıştır. İstanbul piyasasından temin edilen taze sebzeler ve bunlarla kurulum, belirli aralıklarla (2. gün, 9. gün, 16. gün, 23. gün, 30. gün, 37. gün, 44. gün, 50. gün) alınan turşu örneklerine ait toplam mezofil bakteri, toplam maya ve laktik asit bakteri sonuçları Çizelge 4.5, Çizelge 4.6, Çizelge 4.7'de ve zamana bağlı değişimleri ise şekil 4.5, şekil 4.6, şekil 4.7'de sırasıyla verilmiştir.

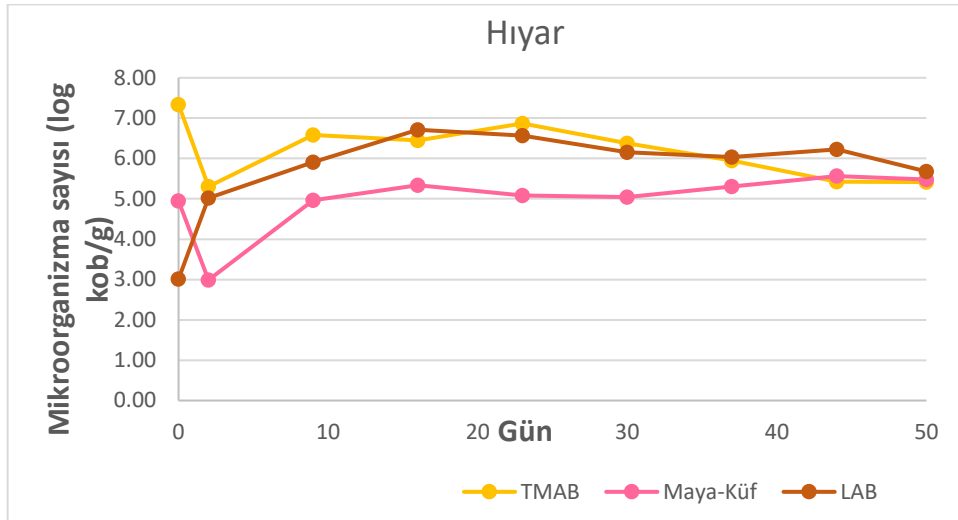
Çizelge 4.5 Fermentasyon süresince hıyar turşusunun mikroorganizma sayımlarındaki değişimler (log kob/g)*

Gün	TMAB	Maya-küf	LAB
0	7,34±0,01 ^d	4,95±0,67 ^b	3,01±0,23 ^a
2	5,30±0,05 ^a	2,99±0,02 ^a	5,02±0,08 ^b
9	6,59±0,19 ^c	4,97±0,27 ^b	5,91±0,94 ^{cd}
16	6,45±0,31 ^c	5,34±0,08 ^{bcd}	6,71±0,02 ^f
23	6,87±0,95 ^c	5,09±0,03 ^{bc}	6,57±0,27 ^{ef}
30	6,37±0,52 ^{bc}	5,05±0,23 ^b	6,15±0,10 ^{cdef}
37	5,95±0,19 ^b	5,31±0,22 ^{bcd}	6,04±0,42 ^{cd}
44	5,43±0,02 ^a	5,56±0,07 ^d	6,23±0,16 ^{def}
50	5,42±0,02 ^a	5,48±0,49 ^{cd}	5,68±0,52 ^c

*:Ortalama±standart sapma a-f: Farklı harfler, ANOVA Duncan testine göre aynı sütundaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olduğunu gösterirken (p<0,05), aynı harfler ise örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p>0,05).

Çizelge 4.5'te görüldüğü gibi taze hıyarda TMAB sayısı 7,34 toplam maya sayısı 4,95 LAB sayısı 3,01 log kob/g iken hıyar turşusunda TMAB sayısı 5,30-6,87 log kob/g aralığında, toplam maya-küf sayısı 2,99-5,56 log kob/g aralığında LAB sayısı 5,02-6,71 log kob/g aralığında değişmiştir. Şekil 4.5'te hıyar örneğinde yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda TMAB, toplam maya ve LAB sayılarının fermentasyon süresine bağlı değişimi

gösterilmiştir. Çizelge 4.5'deki mikrobiyolojik sonuçlarda aynı sütundaki farklı harfler, veriler arası istatistiksel farkın önemli olduğunu göstermiştir ($p<0,05$).



Şekil 4.5 Hıyar örneğindeki mikrobiyolojik sayılarının fermentasyon süresine bağlı değişimi

Şekil 4.5' de görüldüğü gibi TMAB sayısının en yüksek değeri taze örnekte iken en düşük değeri fermentasyonun 2. gününde, toplam maya-küf sayısının en yüksek değeri fermentasyonun 44. gününde en düşük değeri 2.gününde, LAB sayısının en yüksek değeri ise fermentasyonun 16. gününde en düşük değeri taze örnekte görülmüştür.

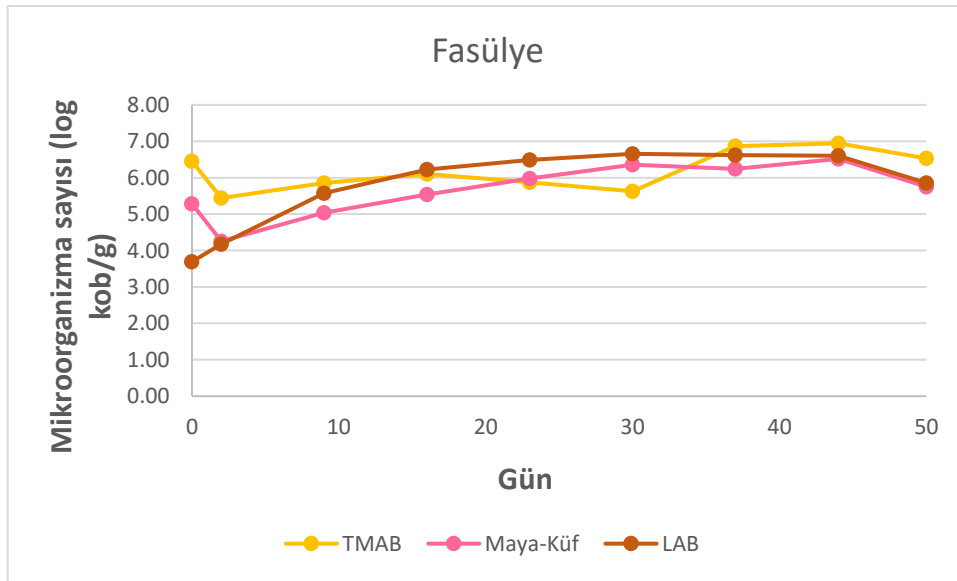
Çizelge 4.6'de görüldüğü gibi taze fasülyede TMAB sayısı 6,45 toplam maya sayısı 5,29 LAB sayısı 3,69 log kob/g iken fasülye turşusunda TMAB sayısı 5,44-6,94 log kob/g aralığında, toplam maya sayısı 4,26-6,52 log kob/g aralığında LAB sayısı 4,17-6,66 log kob/g aralığında değişmiştir. Yine Çizelge 4.6'deki mikrobiyolojik sonuçlarda aynı sütundaki farklı harfler, veriler arası istatistiksel farkın önemli olduğunu göstermiştir ($p<0,05$). Şekil 4.6' da fasülye örneğinde yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda TMAB, toplam maya ve LAB sayılarının fermentasyon süresine bağlı değişimi gösterilmiştir.

Çizelge 4.6 Fermentasyon süresince fasülye turşusunun mikroorganizma sayılarındaki değişimler (log kob/g)*

Gün	TMAB	Toplam Maya	LAB
0	6,45±0,37 ^{cd}	5,29±0,12 ^{bc}	3,69±0,09 ^a
2	5,44±0,28 ^a	4,26±0,11 ^a	4,17±0,01 ^a
9	5,86±0,36 ^{ab}	5,04±0,69 ^{ab}	5,58±0,19 ^b
16	6,10±0,05 ^{bc}	5,54±0,66 ^{bcd}	6,22±0,04 ^{cd}
23	5,87±0,31 ^{ab}	5,98±0,64 ^{cde}	6,48±0,18 ^d
30	5,63±0,02 ^{ab}	6,36±1,40 ^{de}	6,66±0,66 ^e
37	6,87±0,93 ^d	6,24±0,67 ^{de}	6,62±0,94 ^e
44	6,94±0,14 ^d	6,52±0,18 ^e	6,60±0,22 ^e
50	6,53±0,32 ^{cd}	5,75±0,41 ^{bcde}	5,86±0,09 ^{bc}

*:Ortalama±standart sapma

a-e: Farklı harfler, ANOVA Duncan testine göre aynı sütundaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olduğunu gösterirken ($p<0.05$), aynı harfler ise örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığını göstermektedir ($p>0.05$).



Şekil 4.6 Fasülye örneğindeki mikrobiyolojik sayıların zamana bağlı değişimi

Şekil 4.6' de görüldüğü gibi TMAB sayısının en yüksek değeri fermentasyonun 44. gününde iken en düşük değeri fermentasyonun 2. gününde, toplam maya-küf sayısının en yüksek değeri fermentasyonun 44. gününde en düşük değeri 2.gününde, LAB

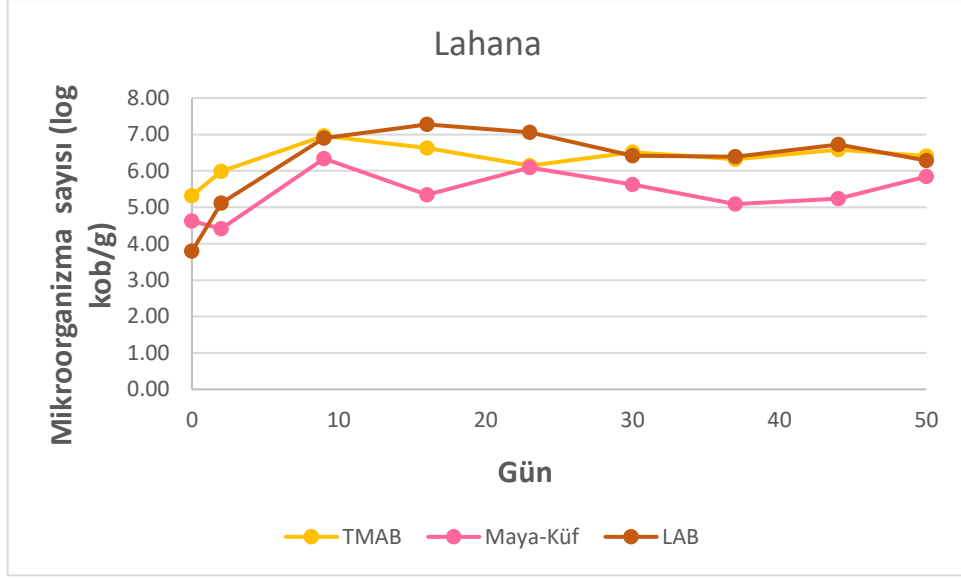
sayısının en yüksek değeri ise fermentasyonun 30. gününde en düşük değeri yine fermentasyonun 2. gününde görülmüştür.

Çizelge 4.7 Fermentasyon süresince lahana turşusunun mikroorganizma sayılarındaki değişimler (log kob/g)*

Gün	TMAB	Toplam Maya	LAB
0	5,32±0,28 ^a	4,63±0,91 ^a	3,80±0,13 ^a
2	5,98±0,36 ^b	4,41±0,45 ^a	5,12±0,89 ^b
9	6,96±0,76 ^{cd}	6,34±1,43 ^b	6,90±0,74 ^{cd}
16	6,63±0,47 ^{cd}	5,35±0,01 ^{ab}	7,28±0,61 ^d
23	6,15±0,22 ^{bc}	6,09±0,76 ^b	7,06±0,81 ^{cd}
30	6,51±0,41 ^{bcd}	5,63±1,15 ^{ab}	6,42±1,03 ^{cd}
37	6,32±0,10 ^{bc}	5,09±1,16 ^{ab}	6,39±0,46 ^c
44	6,59±0,16 ^{cd}	5,24±1,79 ^{ab}	6,72±0,29 ^{cd}
50	6,41±0,58 ^{bcd}	5,84±0,68 ^{ab}	6,28±0,19 ^c

*:Ortalama±standart sapma a-d: Farklı harfler, ANOVA Duncan testine göre aynı sütundaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olduğunu gösterirken ($p<0,05$), aynı harfler ise örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığını göstermektedir ($p>0,05$).

Çizelge 4.7' de görüldüğü gibi taze lahanada TMAB sayısı 5,32 toplam maya sayısı 4,63 LAB sayısı 3,80 log kob/g iken lahana turşusunda TMAB sayısı 5,98-6,96 log kob/g aralığında, toplam maya sayısı 4,41-6,34 log kob/g aralığında LAB sayısı 5,12-7,28 log kob/g aralığında değişmiştir. Çizelge 4.7'deki mikrobiyolojik sonuçlarda aynı sütundaki farklı harfler, veriler arası istatistiksel farkın önemli olduğunu göstermiştir ($p<0,05$). Şekil 4.7' da lahana örneğinde yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda TMAB, toplam maya ve LAB sayılarının zamana bağlı değişimi gösterilmiştir.



Şekil 4.7 Lahana örneğindeki mikrobiyolojik sayıların fermentasyon süresine bağlı değişimi

Şekil 4.7’de görüldüğü gibi TMAB sayısının en yüksek değeri fermentasyonun 9. gününde iken en düşük değeri fermentasyonun 2. gününde, toplam maya-küf sayısının en yüksek değeri fermentasyonun 9. gününde en düşük değeri 2.gününde, LAB sayısının en yüksek değeri ise fermentasyonun 16. gününde en düşük değeri yine fermentasyonun 2. gününde görülmüştür.

4.3 Fermentasyon Süresince Örneklerdeki Biyoaktif Bileşen Özelliklerindeki Değişimler

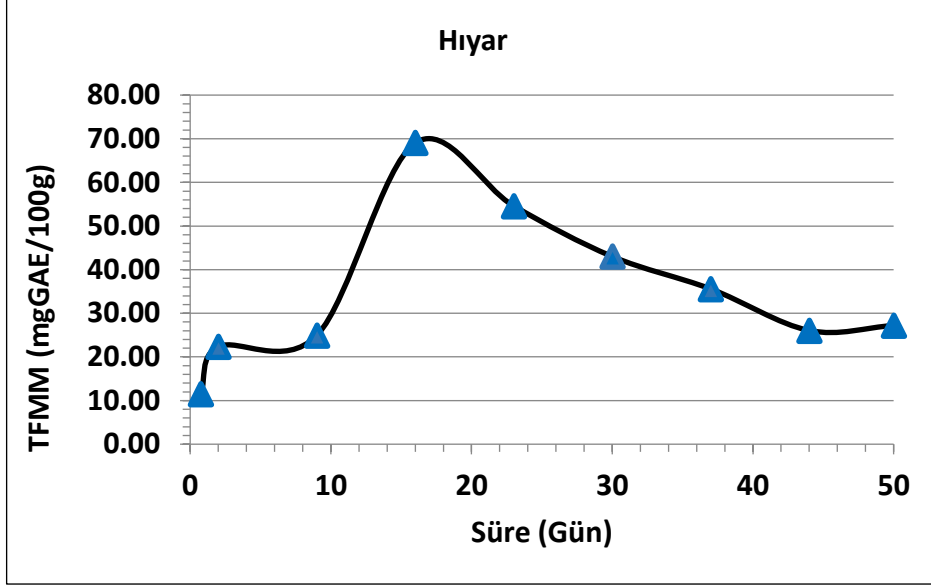
Taze sebze ve belirli aralıklarla analize alınan turşu örneklerinde bazı biyoaktif özellikler 2 tekerrürlü çalışılmış, her tekerrür 3 paralelli olacak şekilde analize alınmıştır. İstanbul piyasasından temin edilen taze sebzeler ve bunlarla kurulup, belirli aralıklarla (2. gün, 9. gün, 16. gün, 23. gün, 30. gün, 37. gün, 44. gün, 50. gün) alınan turşu örneklerine ait toplam fenolik madde, flavonoid madde miktarlarındaki ve DPPH Serbest Radikal Yakalama Aktivitesindeki sonuçlar Çizelge 4.8, Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10’da sırasıyla verilmiştir.

Çizelge 4.8 Fermentasyon süresince hıyar turşusunun biyoaktif özelliklerindeki değişimler*

ÖZELLİK GÜN	Fenolik Madde (mgGAE/100g)	Flavonoid Madde (mg CAE/100g)	Antioksidan Aktiviteleri (mgTEAC/100g)
0	11,5±0,06 ^a	5,1±0,04 ^a	107± 4,82 ^a
2	22,3±0,45 ^b	5,1±0,04 ^a	178±2,20 ^c
9	24,9± 0,16 ^c	6,1± 0,23 ^b	187± 0,37 ^d
16	69,0±0,05 ⁱ	8,4± 0,18 ^g	269±3,14 ^g
23	54,6±0,14 ^h	8,2± 0,08 ^g	204±0,21 ^f
30	43,0±0,41 ^g	7,5±0,05 ^e	200±0,68 ^e
37	35,6± 0,05 ^f	7,7± 0,06 ^f	200±0,63 ^e
44	26,0±0,52 ^d	7,1±0,13 ^d	200± 0,31 ^e
50	27,2±0,32 ^e	6,9±0,15 ^c	142± 0,31 ^b

*:Ortalama±standart sapma a-ı: Farklı harfler, ANOVA Duncan testine göre aynı sütundaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olduğunu gösterirken (p<0,05), aynı harfler ise örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p>0,05).

Çizelge 4.8’ te fermentasyonun hıyar örneğindeki fenolik, flavanoid ve antioksidan aktivite miktarlarını arttırdığı görülmektedir. Fenolik madde miktarı 11,5-69,0 mg GAE/100g Flavanoid madde miktarları 5,1-8,4 mg CAE/100g, antioksidan miktarı 107-269 mg TEAC/100g aralığında değişim göstermektedir. Çizelge 4.8’deki biyoaktif özelliklerde aynı sütundaki farklı harfler, veriler arası istatistiksel farkın önemli olduğunu göstermiştir (p<0,05). Hıyar örneğindeki fenolik flavonoid ve antioksidan miktarlarının fermentasyon süresine bağlı değişimi Şekil 4.8’de, şekil 4.9, şekil 4.10’da sırasıyla verilmiştir.



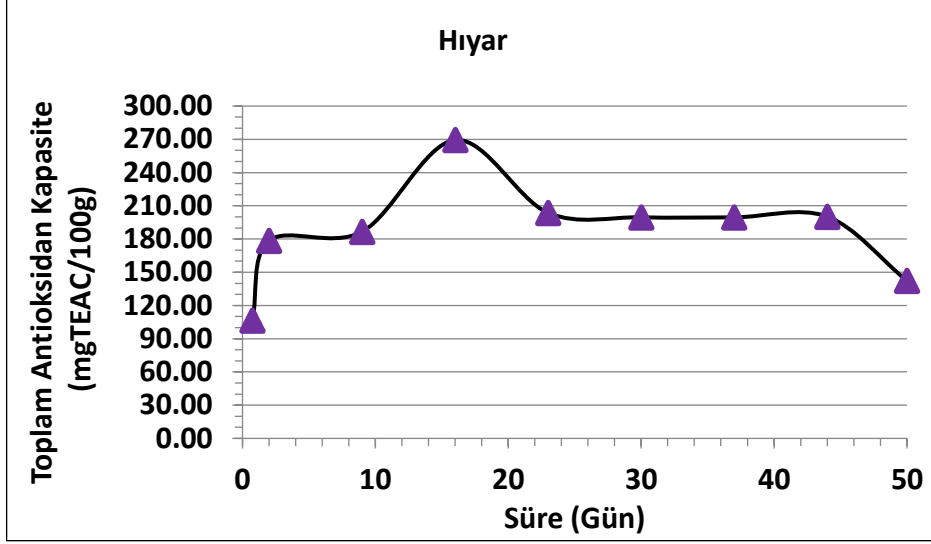
Şekil 4.8 Fermentasyon süresince hıyar turşusunun toplam fenolik madde miktarındaki değişim

Şekil 4.8’de toplam fenolik madde miktarı; en düşük değeri taze hıyarda olduğu, fermentasyonun 16. gününde ise en yüksek değerine ulaştığı görülmektedir.



Şekil 4.9 Fermentasyon süresince hıyar turşusunun toplam flavonoid madde miktarındaki değişim

Şekil 4.9’da toplam flavonoid madde miktarı; fenolik madde miktarında olduğu gibi en düşük değeri taze hıyarda olduğu, fermentasyonun 16. gününde en yüksek değerine ulaştığı görülmektedir.



Şekil 4.10 Fermentasyon süresince hıyar turşusunun toplam antioksidan kapasite miktarındaki değişim

Şekil 4.10'da; toplam antioksidan kapasitenin, toplam fenolik ve flavonoid madde miktarlarında olduğu gibi en düşük değeri taze hıyarda olduğu, fermentasyonun 16. gününde en yüksek değerine ulaştığı görülmektedir.

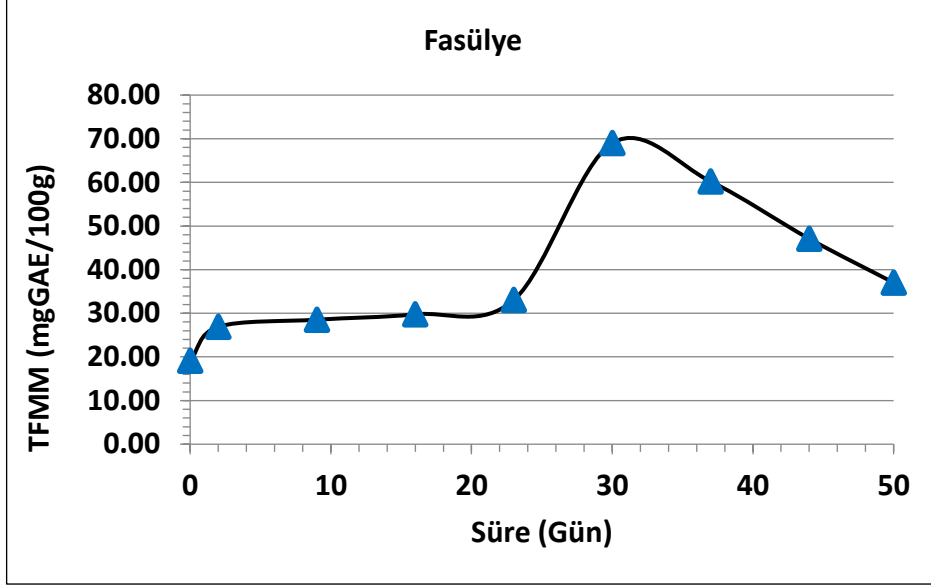
Hıyar örneklerinin toplam fenolik, flavonoid madde miktarı ve antioksidan kapasite sonuçlarına baktığımızda, sonuçların fermentasyon süresine bağlı olarak değiştiğini görmekteyiz. Bu durum aynı zamanda biyoaktif bileşen miktarı laktik asit bakterileri sayısı ile orantılı bir şekilde değiştiğine işaret etmektedir. Yapılan korelasyon analizi sonucunda laktik asit bakterileri sayısı ve toplam fenolik, toplam flavonoid ve antioksidan kapasite arasında yüksek bir ilişki tespit edilmiştir. Korelasyon katsayıları sırasıyla (r) 0,75, 0,83 ve 0,83 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.9 Fermentasyon süresince fasülye turşusunun biyoaktif özelliklerindeki değişimler *

ÖZELLİK GÜN	Fenolik Madde (mgGAE/100g)	Flavonoid Madde (mg CAE/100g)	Antioksidan Aktivite (mgTEAC/100g)
0	19,1±0,15 ^a	7,0±0,29 ^a	78±0,31 ^a
2	26,9±0,11 ^b	7,8±0,40 ^b	134±3,83 ^b
9	28,5±0,29 ^c	8,6±0,20 ^d	136±1,57 ^b
16	29,8±0,23 ^d	8,2±0,10 ^c	178±4,87 ^d
23	33,0±0,29 ^e	9,1±0,16 ^{ef}	202±1,26 ^e
30	69,0±0,23 ⁱ	11,4±0,25 ^g	254±1,41 ^f
37	60,2±0,02 ^h	11,3±0,19 ^g	150±1,89 ^c
44	47,1±0,29 ^g	9,3±0,03 ^f	154±2,99 ^c
50	37,0±0,09 ^f	8,8±0,19 ^{de}	135±5,50 ^b

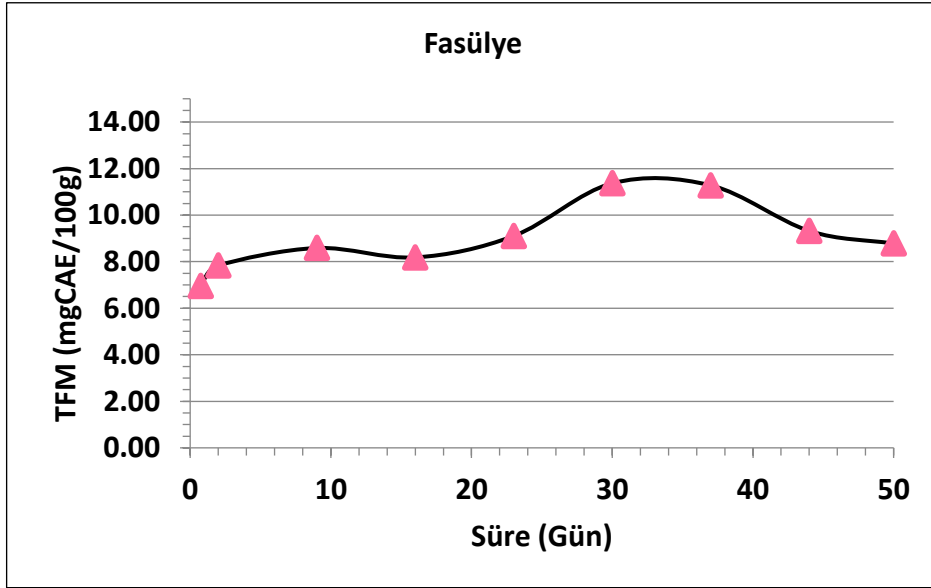
*:Ortalama±standart sapma a-ı: Farklı harfler, ANOVA Duncan testine göre aynı sütundaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olduğunu gösterirken (p<0,5), aynı harfler ise örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p>0,05).

Çizelge 4.9’da fermentasyonun hıyarda olduğu gibi fasülyedeki fenolik, flavanoid ve antioksidan aktivite miktarlarını arttırdığı görülmektedir. Fenolik madde miktarı 19,1-69,0 mg GAE/100g Flavanoid madde miktarları 7,0-11,4 mg CAE/100g, antioksidan miktarı 78-254 mg TEAC/100g aralığında değişim göstermektedir. Çizelge 4.9’deki biyoaktif özelliklerde aynı sütundaki farklı harfler, veriler arası istatistiksel farkın önemli olduğunu göstermiştir (p<0,05). Fasülye örneğindeki fenolik flavonoid ve antioksidan miktarlarının fermentasyon süresine bağlı değişimi Şekil 4.11’de, şekil 4.12, şekil 4.13’de sırasıyla verilmiştir.



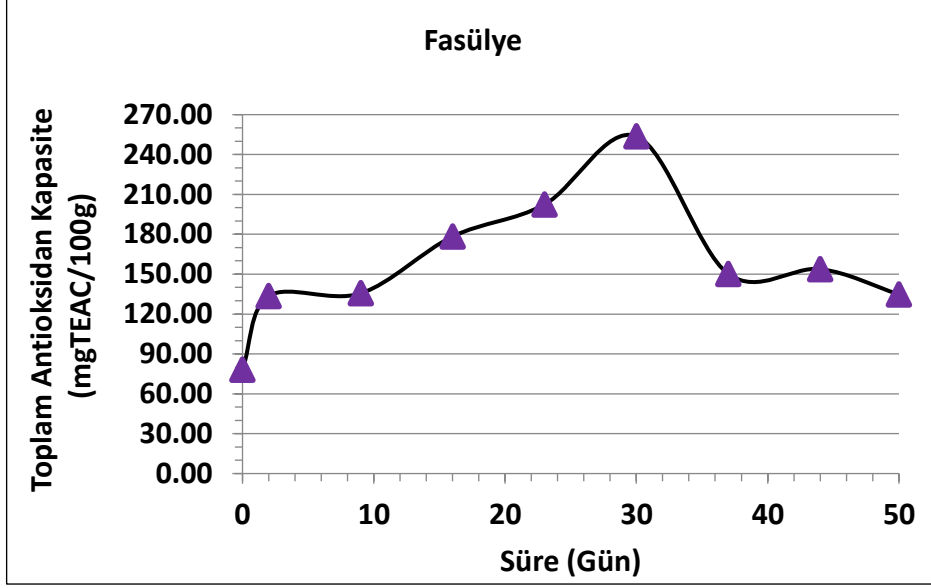
Şekil 4.11 Fermentasyon süresince fasülye turşusunun toplam fenolik madde miktarındaki değişim

Şekil 4.11’de toplam fenolik madde miktarı; en düşük değeri taze fasülye olduğu, fermentasyonun 30. gününde ise en yüksek değerine ulaştığı görülmektedir.



Şekil 4.12 Fermentasyon süresince fasülye turşusunun toplam flavonoid madde miktarındaki değişim

Şekil 4.12’de toplam flavonoid madde miktarı; fenolik madde miktarında olduğu gibi en düşük değeri taze fasülyede olduğu, fermentasyonun 30. gününde en yüksek değerine ulaştığı görülmektedir.



Şekil 4.13 Fermentasyon süresince fasülye turşusunun toplam antioksidan kapasite miktarındaki değişim

Şekil 4.13’de; toplam antioksidan kapasitenin, toplam fenolik ve flavonoid madde miktarlarında olduğu gibi en düşük değeri taze fasülyede olduğu, fermentasyonun 30. gününde en yüksek değerine ulaştığı görülmektedir.

Fermentasyon süresince fasülye örneklerinin toplam fenolik, flavonoid madde ve antioksidan kapasite miktarlarında değişimi görülmekte ve dolayısıyla biyoaktif bileşen miktarı laktik asit bakterileri sayısı ile orantılı bir şekilde değiştiğini göstermektedir. LAB sayısı ve toplam fenolik, toplam flavonoid ve antioksidan kapasite arasında yapılan korelasyon analizi sonucunda yüksek bir ilişki saptanmıştır. Bu durumda fasülye örneklerinde korelasyon katsayıları sırasıyla (r) 0,72, 0,78 ve 0,74 olarak hesaplanmıştır.

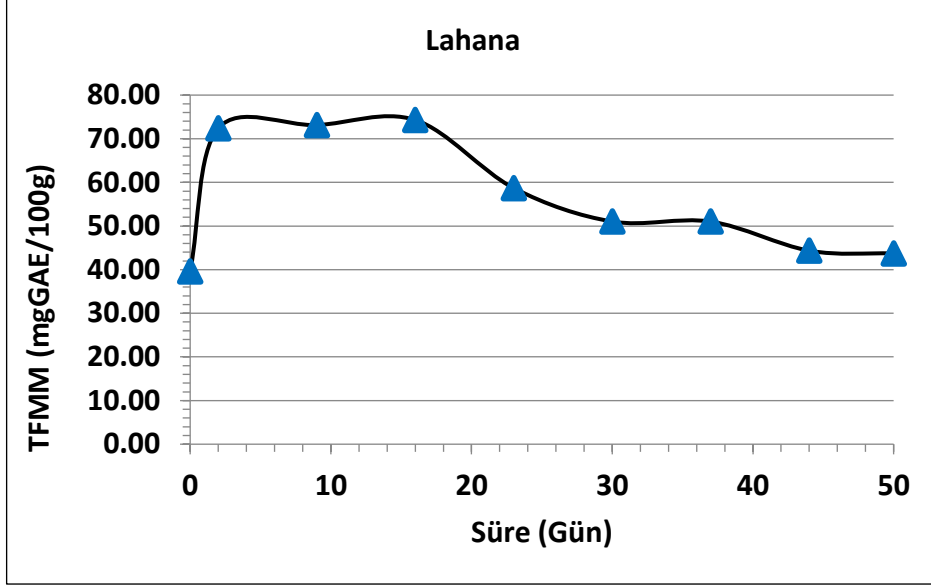
Çizelge 4.10 Fermentasyon süresince lahanada turşusunun biyoaktif özelliklerindeki değişimler *

ÖZELLİK GÜN	Fenolik Madde mg GAE/100g	Flavanoid Madde (mg CAE/100g)	Antioksidan Aktiviteleri (mgTEAC/100g)
0	39,6±0,11 ^a	6,1±0,27 ^a	108±0,63 ^a
2	72,4±0,34 ^g	7,1±0,19 ^b	176±3,46 ^c
9	71,1±0,34 ^f	7,6±0,19 ^c	203±2,20 ^f
16	74,3±0,19 ^h	11,1±0,04 ^g	268±1,73 ^h
23	58,7±0,23 ^e	11,7±0,08 ^h	274±1,47 ⁱ
30	51,0±0,06 ^d	9,0±0,08 ^f	241±0,16 ^g
37	51,0±0,05 ^d	8,8±0,04 ^e	193±01,73 ^e
44	44,3±0,12 ^c	9,2±0,19 ^f	186±0,79 ^d
50	43,7±0,43 ^b	8,2±0,10 ^d	142± 0,47 ^b

*:Ortalama±standart sapma a-ı: Farklı harfler, ANOVA Duncan testine göre aynı sütundaki veriler arası istatistiksel farkın önemli olduğunu gösterirken (p<0,05), aynı harfler ise örnekler arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığını göstermektedir (p>0,05).

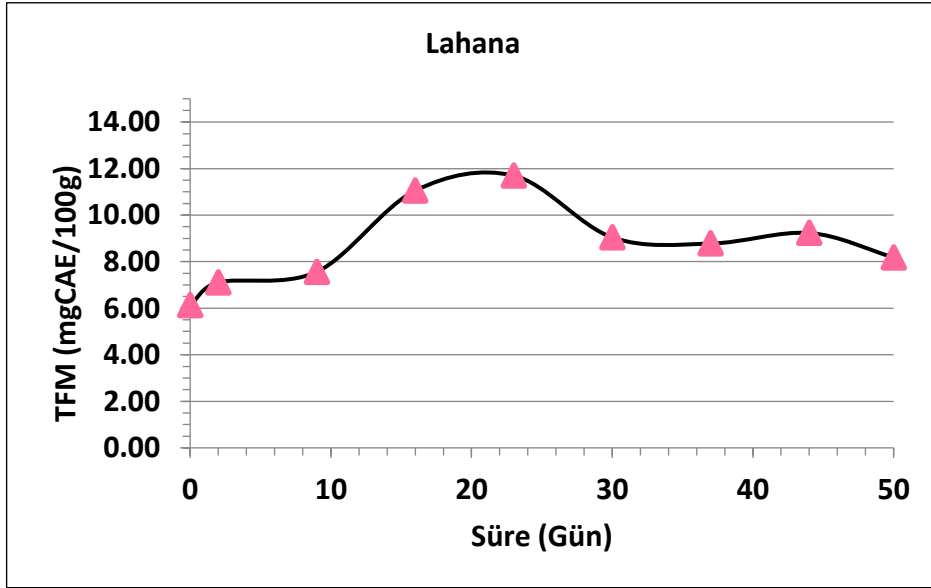
Çizelge 4.10’da fermentasyonun hıyar ve fasülyede olduğu gibi lahanadaki fenolik, flavanoid ve antioksidan aktivite miktarlarını arttırdığı görülmektedir. Fenolik madde miktarı 39,6-74,3 mg GAE/100g Flavanoid madde miktarları 6,1-11,7 mg CAE/100g, antioksidan miktarı 108-274 mg TEAC/100g aralığında değişim göstermektedir. Çizelge 4.10’deki biyoaktif özelliklerde aynı sütundaki farklı harfler, veriler arası istatistiksel farkın önemli olduğunu göstermiştir (p<0,05).

Lahanadaki fenolik flavonoid ve antioksidan miktarlarının fermentasyon süresine bağlı değişimi Şekil 4.14’de, şekil 4.15, şekil 4.16’te sırasıyla verilmiştir.



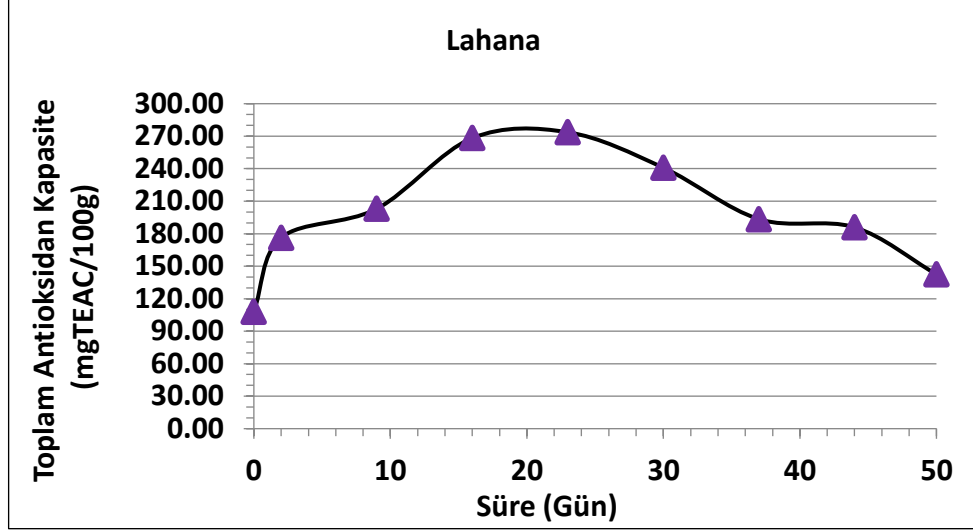
Şekil 4.14 Fermentasyon süresince lahana turşusunun toplam fenolik madde miktarındaki değişim

Şekil 4.14’de toplam fenolik madde miktarı; en düşük değeri taze lahanada olduğu, fermentasyonun 16. gününde ise en yüksek değerine ulaştığı görülmektedir.



Şekil 4.15 Fermentasyon süresince lahana turşusunun toplam flavonoid madde miktarındaki değişim

Şekil 4.15’de toplam flavonoid madde miktarı; fenolik madde miktarında olduğu gibi en düşük değeri taze lahanada olduğu, fermentasyonun 23. gününde en yüksek değerine ulaştığı görülmektedir.

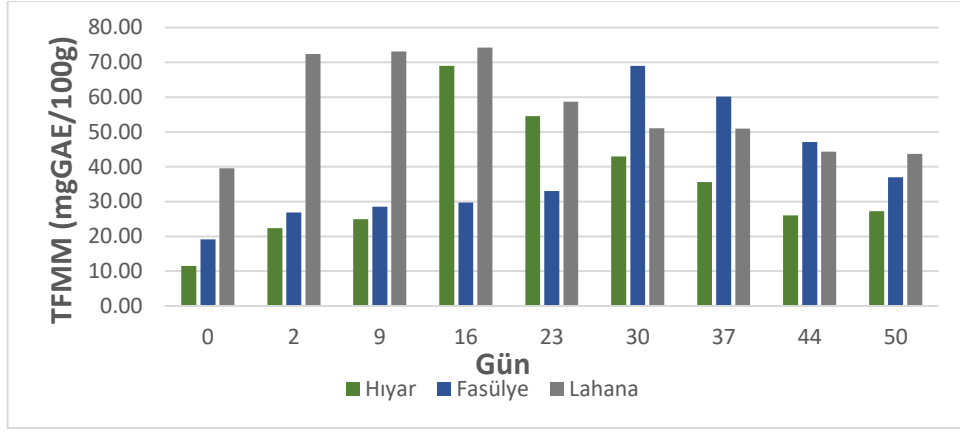


Şekil 4.16 Fermentasyon süresince lahana turşusunun toplam antioksidan kapasite miktarındaki değişim

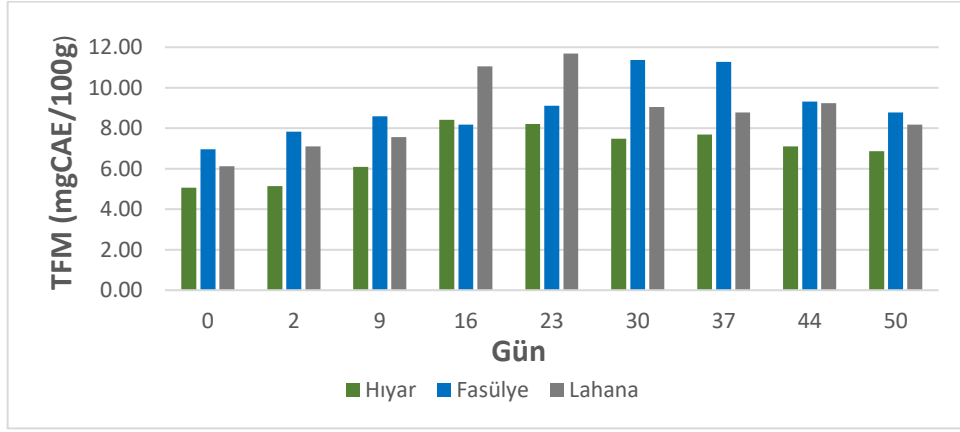
Şekil 4.16’da; toplam antioksidan kapasitenin, toplam fenolik ve flavonoid madde miktarlarında olduğu gibi en düşük değeri taze lahanada olduğu, fermentasyonun 23. gününde en yüksek değerine ulaştığı görülmektedir.

Fermentasyon süresince lahana örneklerinin toplam fenolik, flavonoid madde ve antioksidan kapasite miktarlarında değişimi görülmekte ve dolayısıyla biyoaktif bileşen miktarı laktik asit bakterileri sayısı ile orantılı bir şekilde değiştiğini göstermektedir. LAB sayısı ve toplam fenolik, toplam flavonoid ve antioksidan kapasite arasında yapılan korelasyon analizi sonucunda yüksek bir ilişki saptanmıştır. Bu durumda lahana örneklerinde korelasyon katsayıları sırasıyla (r) 0,78, 0,80 ve 0,79 olarak hesaplanmıştır.

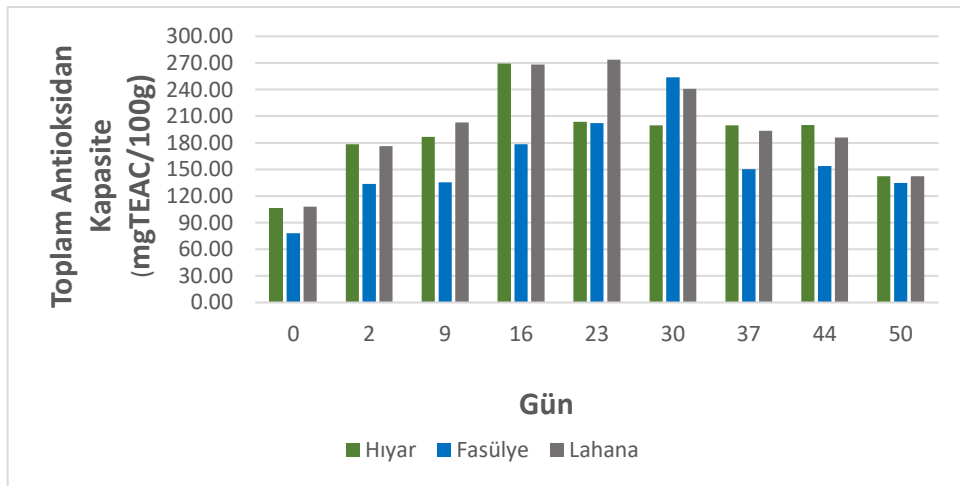
Şekil 4.17, 4.18, 4.19’da; sırasıyla fermentasyon süresince sebze örneklerinin toplam fenolik madde, flavonoid madde ve toplam antioksidan kapasite miktarlarındaki değişim görülmektedir.



Şekil 4.17 Fermentasyon süresince sebze örneklerinin toplam fenolik madde miktarlarındaki değişimi



Şekil 4.18 Fermentasyon süresince sebze örneklerinin toplam flavonoid madde miktarlarındaki değişimi

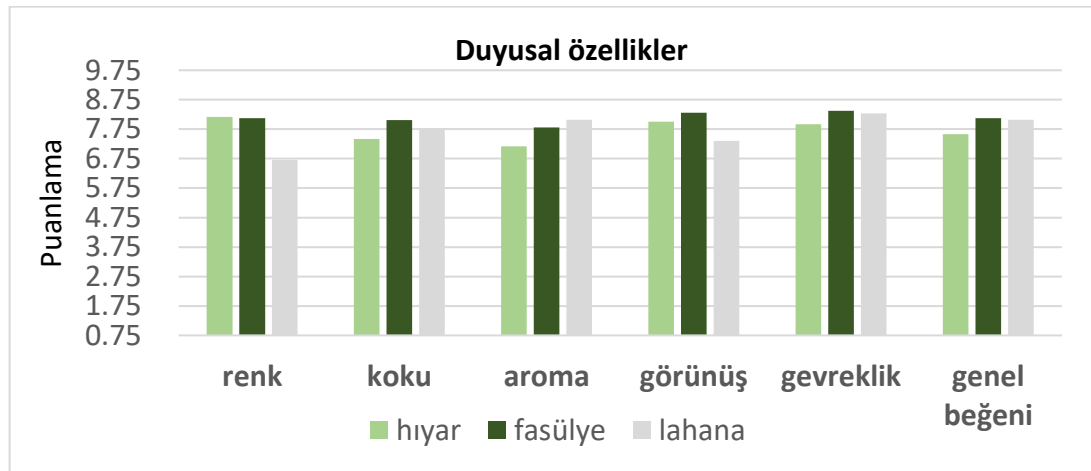


Şekil 4.19 Fermentasyon süresince sebze örneklerinin toplam antioksidan kapasite miktarlarındaki değişimi

Şekil 4.17, 4.18 ve 4.19’da görüldüğü gibi, turşulardaki toplam fenolik madde miktarı, flavonoid madde miktarı, toplam antioksidan kapasitesindeki artış en çok lahanada, en az fasülye turşusunda saptanmıştır. Bundan dolayı tüm örneklerde biyoaktif özelliklerin fermentasyonun etkisiyle arttığı görülmüştür. Yapılan analizler sonucunda, laktik asit bakterilerinin polifenolik bileşikler sentezlemesi ya da metabolize etmesi durumu söz konusudur. Dolayısıyla fermente bir ürün olan turşunun laktik asit bakterilerini fazla sayıda içermesi bakımından turşuda doğal olarak mevcut olan fenolik madde miktarlarının da artış gözlenmektedir. Yapılan analizler sonucunda, sebze örneklerinin optimum fermentasyon sürelerinde; LAB sayıları arttığı ve bununla birlikte toplam fenolik madde miktarlarında da artışı saptanmıştır. Böylelikle LAB’nin fenolik bileşikler sentezlemesi ya da metabolize etmesi ile fenolik bileşiklerin bulunduğu ortamlarda inhibe/aktive olması durumu öngörülebilmektedir.

4.4 Turşu Örneklerinde Yapılan Duyusal Analiz Sonuçları

Turşu örneklerinin 50. gün sonundaki duyusal analiz sonuçları renk, koku, tat-aroma, gevreklik, görünüş açısından değerlendirilmiş ve değerlendirme sonuçları Şekil 4.21 ’da verilmiştir. Puanlamada 1-9 puan üzerinden değerlendirilmiştir.



Şekil 4.20 Turşu örneklerinin duyusal analiz sonuçları

Şekil 4.20’de, panelistler tarafından hıyar turşusunda renk ve görünüşün çok iyi koku, tat-aroma ve gevrekliğin orta derecede iyi olduğu saptanmıştır. Fasülye turşusunda renk, görünüş, koku ve gevrekliğin çok iyi tat-aromanın hıyar turşusunda olduğu gibi orta derecede iyi olduğu saptanmıştır. Lahana turşusunda tat-aroma ve gevrekliğin çok iyi

olduğu koku, görünüşün orta derecede iyi olduğu rengin ise biraz iyi olduğu saptanmıştır. Yine panelistler tarafından çok iyi olduğu ifade edilen turşu örnekleri fasülye ve lahanadır. Ancak hıyar turşusunun da beğenme açısından bu iki turşu örneğine yakın olduğu bildirilmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada; İstanbul piyasasından hammadde olarak temin edilen 3 farklı sebze belirli formülasyonlarda turşu olarak hazırlanmış ve bunların biyoaktif özelliklerine, fizikokimyasal özelliklerine, mikrobiyal yüküne fermentasyonun etkisi ve fermentasyon sürecindeki değişimleri belirlenmeye çalışılmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1. Bu kapsamda; taze hıyar, fasülye ve lahana örneklerinin sırasıyla serbest radikal süpürme aktivitesi içerikleri; 107mg TEAC/100g, 78mg TEAC/100g, 108mg TEAC/100g, toplam fenolik madde içerikleri sırasıyla; 11,5mg GAE/100g, 19,1mg GAE/100g, 39,6mg GAE/100g ve toplam flavonoid madde içerikleri sırasıyla; 5,1mg CAE/100g, 7,0mg CAE/100g, 6,1mg CAE/100g olarak bulunmuştur. Fermente hıyar, fasülye ve lahana örneklerinin fermentasyon sürelerinin farklılık göstermesiyle, serbest radikal süpürme aktivitesi içerikleri sırasıyla; 142-269mg TEAC/100g, 134-254mg TEAC/100g, 142-274mg TEAC/100g, toplam fenolik madde içerikleri sırasıyla; 22,3-69,0mg GAE/100g, 26,9-69,0mg GAE/100g, 43,7-74,3mg GAE/100g ve toplam flavonoid madde içerikleri sırasıyla; 5,1-8,4mg CAE/100g, 7,8-11,3mg CAE/100g, 7,1-11,7mg CAE/100g aralıklarında bulunmuştur. Hıyar, fasülye ve lahana örnekleri üzerinde yapılan bu biyoaktivite analiz bulguları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, her bir örneğin analiz sonuçları fermentasyon sürelerine bağlı istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) olduğu görülmüştür.

2. Hıyar örneğinde yapılan fizikokimyasal analiz sonuçlarından pH değeri, titrasyon asitliği, toplam şeker miktarı, tuz miktarı ve kuru madde miktarlar taze hıyarda sırasıyla 6,64, 0,15 g/100g, 2,44 g/100g, 0,20 g/100g ve % 12,79'dur.

Hıyar turşusunda sırasıyla, 3,53-4,03 1,01-1,28 g/100g 1,15-2,15 g/100g 1,27-2,34 g/100g %8,10-11,72 aralıklarında, fasülye örneğinde yapılan fizikokimyasal analiz sonuçlarından pH değeri, titrasyon asitliği, toplam şeker miktarı, tuz miktarı ve kuru madde miktarları taze fasülyede sırasıyla 6,46, 0,05 g/100g, 2,73 g/100g, 0,12 g/100g ve %10,42'dir. Fasülye turşusunda sırasıyla, 3,74-4,11, 0,86-1,23g/100g, 2,03-2,63g/100g, 1,71-3,38g/100g ve %10,66-10,78 aralıklarında, lahana örneğinde yapılan fizikokimyasal analiz sonuçlarından pH değeri, titrasyon asitliği, toplam şeker miktarı, tuz miktarı ve kuru madde miktarları taze lahanada sırasıyla 6,40, 0,07 g/100g, 5,37 g/100g, 0,64 g/100g ve %13,49'dur. Fasülye turşusunda ise sırasıyla 3,44-4,07, 0,36-1,60 g/100g, 3,90-5,39 g/100g, 2,46-3,47 g/100g ve %6,39-6,54 aralıklarında değişmektedir. Yine hıyar, fasülye ve lahana örnekleri üzerinde yapılan fizikokimyasal analiz bulguları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, her bir örneğin analiz sonuçları fermentasyon sürelerine bağlı istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) olduğu görülmüştür.

3. Hıyar örneğinde yapılan mikrobiyolojik analiz sonuçlarından TMAB, maya-küf ve LAB sayısı taze hıyarda sırasıyla 7,34 log kob/g, 4,95 log kob/g, 3,01 log kob/g iken turşu örneğinde, 5,30-6,87 log kob/g, 2,99-5,56 log kob/g, 5,02-6,71 log kob/g aralığında taze fasülyede sırasıyla 6,45 log kob/g, 5,29 log kob/g, 3,69 log kob/g iken fasülye turşusunda 5,44-6,94 log kob/g, 4,26-6,52 log kob/g, 4,17-6,66 log kob/g aralığında, taze lahanada sırasıyla 5,32 log kob/g, 4,63 log kob/g, 3,80 log kob/g iken lahana turşusunda 5,98-6,96 log kob/g, 4,41-6,34 log kob/g, 5,12-7,28 log kob/g aralıklarında saptanmıştır. Aynı şekilde hıyar, fasülye ve lahana örnekleri üzerinde yapılan mikrobiyal analiz bulguları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, her bir örneğin analiz sonuçları fermentasyon sürelerine bağlı istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) olduğu görülmüştür.

Tez çalışmamız ve önceki yapılan çalışmalar genel olarak kıyaslandığında; bazı verilerin uyumlu, bazı veriler de ise farklılıklar görülmüştür.

Böyle olmasına sebep, sebzelerdeki fermentasyon koşullarının farklı olması, yine turşu formülasyonlarının sebze türüne göre hazırlanması, analize alınan sebzelerdeki kimyasal içeriklerin farklı olması, ürünlerin farklı metodlarla analize alınması gibi durumlar gösterilebilir.

Bu zamana kadar yayınlanmış araştırma sonuçları, sebze örneklerinin yüksek miktardaki vitaminler, mineraller, fenolik maddeler, antioksidan fitokimyasallar ve diyet lifleri gibi fonksiyonel gıda bileşenleri barındıran önemli gıdalar olduğunu göstermektedir. Böylece sebzeler turşuya işlenmeleri esnasında yine bu özelliklerin turşuya geçmesi söz konusudur. Dolayısıyla turşu; içeriği bakımından önemli görülmekte ve insan sağlığı üzerinde olumlu sonuçlar gösterdiği, birçok kronik rahatsızlıkları önlediği veya geciktirdiği bilinmektedir. Ayrıca fermente edilmiş sebzelerin; fizyolojik ve işlevsel mikroorganizmaları barındırmaları (özellikle LAB), yine fermente sebzelerin hazırlanmasında kullanılan sirkenin; biyoaktif bileşikler (üzüm sirkesinde özellikle fenolik asitler, flavanoller, polimerik taninler, asetik asit, gallik asit, kateşin, epikateşin, sirinjik, kafeik asit, p-kumarik asit ve ferulik asit gibi biyoaktif bileşikler bulunmaktadır) barındırmaları bakımından, antioksidan etki sağladığı ve böylece fermentasyonun taze sebzelerdeki biyoaktif özellikleri arttırdığı söylenebilir.

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda bu çalışma sonuçları ile ilgili olarak birkaç öneri yapılabilir:

1. Dünyamızda her geçen gün olumsuz çevre şartlarının arttığını düşünürsek; olumsuzluklardan en az etkilenmek ve yapılan analizler neticesinde de sağlık açısından birçok yararı olduğu saptanan fermente ürünlerin her yaştan insanın beslenmesinde yer almalıdır.
2. Tezde kullanılan hıyar, fasülye ve lahana örnekleri en yüksek toplam antioksidan kapasitelerine sırasıyla 16. gün, 30. gün ve 23. günlerde ulaştıkları tespit edilmiştir. Bu yüzden, örneklerin fermentasyon süreleri 50 günden daha kısa tutulabilir.
3. Daha farklı antioksidan analiz metodları kullanılarak, antioksidan sonuçları desteklenebilir.
4. Fermentasyonun başka sebze veya meyvelerin biyoaktif özelliklerine etkisi araştırılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Aktan, N., Yücel, U. ve Kalkan, H., (1998). Turşu Teknolojisi, Ege Üniv. Ege M.Y.O. Yayınları No:23. Ege Üniv. Basımevi, İzmir, 132-148.
- [2] Campell-Platt, G.,(1994). Fermented Foods: A World Perspective, Food Res. Int., 27:253.
- [3] Gotcheva, V., Pandiella, S.S., Angelov, A., Roshkova, Z.G. ve Webb, C., (2000). "Monitoring the Fermentation of the Traditional Bulgarian Beverage Boza". Int. J.of Food Sci.and Tech., 36 (2): 129-134.
- [4] Macrae, R., Robinson, R.K. ve Sadler, M.J. (1993). Encyclopedia of Food Science. Food Tech. and Nutrition, 6: 3591-3594.
- [5] Alan, D., (2015). Doğal Turşulardan *Lactobacillus paraplantarum* ve *Lactobacillus pentosus* Suşlarının Moleküler Tanımlanması ve Plazmid İçeriklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- [6] Ross, R. P., Morgan, S. ve Hill, C., (2002). "Preservation and Fermentation: Past, Present and Future". International Journal of Food Microbiology, 79 (1-2): 316.
- [7] Yıldız, H., (2011). Turşu ve Zeytinlerden Laktik Asit Bakterileri ile Mayaların İzolasyonu-İdentifikasyonu ve Elde Edilen İzolatların Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- [8] Şahin, İ. ve Akbaş, H., (2001). Hıyar Turşularında Yumuşamanın Önlenmesi ve Kullanılabilecek Kalsiyum Klorür Miktarının Belirlenmesi, Gıda, 26(5):333-338.
- [9] Oliveira, P. A., Pereira, J. A., Andrade, P. B., Valenta, P., Seabra, M. R. ve Silva, B. M. (2008). "Organic Acids Composition of *Cydonia oblonga* Miller leaf", Food Chem., 111 : 393-399

- [10] Lee Ho Sung, Lee Yu Jeung, Chung Yoon Hee, Nam Yunsung, Kim Sung Tae, Park Eon Sub, Hong Suk Myung, Yang Yeong Kuk, Kim Hyoung-Chun ve Jeong Ji Hoon., (2015). "Beneficial Effects of Red Yeast Rice on High-Fat Diet-induced Obesity Hyperlipidemia, and Fatty Liver in Mice". *Journal of Medicinal Food*, 18(10) : 1095-1102.
- [11] Fan, J., Zhang, Y., Chang, X., Saito, M. ve Li, Z., (2009) "Changes in The Radical Scavenging Activity of Bacterial-Type Douchi, a Traditional Fermented Soybean Product, During The Primary Fermentation Process", *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 73(12) : 2749-2753.
- [12] Đorđević, T. M., Šiler-Marinković, S. S. ve Dimitrijević-Branković, S. I. (2010). "Effect of Fermentation on Antioxidant Properties of Some Cereals and Pseudo Cereals", *Food Chemistry*, 119(3) : 957–963.
- [13] Hur, S. J., Lee, S. Y., Kim, Y. C., Choi, I. ve Kim, G. B. (2014). "Effect of Fermentation on The Antioxidant Activity in Plant-Based Foods", *Food Chemistry*, 160: 346–356.
- [14] Ahtesham, H., Bose, S., Wang, J., Yadav, M., Mahajan, G. ve Kim, H. (2016). "Fermentation, a Feasible Strategy for Enhancing Bioactivity of Herbal Medicines", *Food Research International*, 81:1-16.
- [15] Tokatlı, M., (2013). Ankara Çubuk Yöresi Turşularından İzole Edilen Laktik Asit Bakterilerinin Tanımlanmaları, Teknolojik ve Fonksiyonel Özelliklerinin Belirlenmesi ve Starter Olarak Kullanılma Olanaklarının Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [16] Kusznierevich, B., Śmiechowska, A., Bartoszek, A. ve Namieśnik, J., (2008). "The Effect of Heating and Fermenting on Antioxidant Properties of White Cabbage", *Food Chemistry*, 108:853-861.
- [17] Villano, D., Pecorari, M., Testa, M., Raguzzini, A., Stalmach, A., Crozier, A., Tubili, C. ve Serafini, M., (2010). "Unfermented and Fermented Rooibos Teas (*Aspalathus linearis*) Increase Plasma Total Antioxidant Capacity in Healthy Humans", *Food Chemistry*, 123:679-683.
- [18] Ngan, N. T. ve Dao, D.T. A., (2015). "Investigating The Effect of Ratio *Lactobacillus acidophillus* to The Antioxidant of Fermented Eggplant (*Solanum melongena*)", *J. of Food and Nutrition Sciences*, 3(1-2):140-142.
- [19] Nurul, S. R. ve Asmah R., (2012). "Evaluation of Antioxidant Properties in Fresh and Pickled Papaya", *Int. Food Research J.* 19(3):1117-1124.
- [20] Limón R. I., Penás E., Torino M. I., Villaluenga C. M., Dueñas M. ve Frias J., (2015). "Fermentation Enhances The Content of Bioactive Compounds in Kidney Bean Extracts", *Food Chemistry*, 172: 343-352.
- [21] Kabak, B. ve Dobson, AD., (2011). "An Introduction to the Traditional Fermented Foods and Beverages of Turkey", *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51: 248-260.

- [22] Karaçıl, M. ve Acar Tek, N., (2013). "Dünyada Üretilen Fermente Ürünler: Tarihsel Süreç ve Sağlık ile İlişkileri", Journal of Agricultural Faculty of Uludag University, 27(2) :163-173.
- [23] Holzapfel, W. H.,(2002). "Appropriate Starter Culture Technologies for Small-Scale Fermentation in Developing Countries", Int. J. of Food Microbiol. 75:197-212.
- [24] Caplice, E. ve Fitzgerald, G.F. (1999). Food Fermentations: "Role of Microorganisms in Food Production and Food Preservation", Int. J. of Food Mic., 50: 131-139.
- [25] Özçelik, F. ve Ulu, T., (2002). Depolanmış Hıyar Turşularının Sertliği ve Duyusal Özellikleri Üzerine pH'nın Etkisi, Gıda, 27(6): 521-527.
- [26] Daeschel, M.A., Fleming, H.P. ve McFeeters, R.F., (1988). "Mixed Culture Fermentation of Cucumber Juice with *Lactobacillus plantarum* and Yeasts", Journal of Food Science, 53(3): 862-864.
- [27] Gözütok, E., (2013). Geleneksel ve Endüstriyel Olarak Üretilen Turşularda Maya Mikroflorasının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- [28] Tunail, N., (2009). Mikrobiyoloji, Bölüm 9. Taksonomi ve Prokaryotların Sınıflandırılması (198-199), Pelin Ofset, Ankara, 448. ISBN: 978-605-603-62-0-0.
- [29] Çon, A. ve Gökalp, H.,(2000). "Laktik Asit Bakterilerinin Antimikrobiyal Metabolitleri ve Etki Şekilleri", Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi, 30: 180–190.
- [30] Okçu, G., Altuntaş, E. G. ve Ayhan, K., (2011). "Laktik Asit Fermentasyonunda Fenolik Bileşikler ve Önemi", Ordu Univ. J. Sci. Tech, 1(1) :50-63.
- [31] Trias, R., Bañeras, L., Montesinos, E. ve Badosa, E., (2008). Lactic Acid Bacteria from Fresh Fruit and Vegetables as Biocontrol Agents of Phytopathogenic Bacteria and Fungi. International FF Microbiology, 11: 231-236.
- [32] Canbaş, A. ve Fenercioğlu, H., (1984). "Şalgam Suyu Üzerinde Bir Araştırma", Gıda, 9(5): 299-286.
- [33] Seven, A. ve Ayhan, K., (1999). "Starter Kültür Kullanılarak Tamponlanmış Ortamda Havuç Turşusu Üretimi", XI. Kükem Kongre Bildiriler Kitabı, 23(2): 9.
- [34] Cosansu, S., Geornaras, I., Ayhan, K. ve Sofos, J.N., (2010). "Control of *Listeria monocytogenes* by Bacteriocin-Producing *Pediococcus acidilactici* 13 and its Antimicrobial Substance in a Dry Fermented Sausage Sucuk and in Turkey Breast", Journal of Food and Nutrition Research, 49(4): 206-214.
- [35] Curiel, J.A., Rodríguez, H., Landete, J.M., De las Rivas, B. ve Muñoz, R., (2010). "Ability of *Lactobacillus brevis* Strains to Degrade Food Phenolic Acids", Food Chemistry, 120: 225-229.

- [36] Fitzgerald, G.F. ve Caplice, E.,(1999). "Food Fermentations: Role of Microorganisms in Food Production and Preservation", International Journal of Food Microbiology, 50: 131-149.
- [37] Plengvidhya, V., Breidt, F., Lu, Z. ve Fleming, H.P., (2007). "DNA Fingerprinting of Lactic Acid Bacteria in Sauerkraut Fermentations", Applied and Environmental Microbiology 73: 7697-7702.
- [38] Akbaş, L.G.,(2006). Değişik Turşularda Biyojen Amin Miktarları Üzerine Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 96.
- [39] Rodriguez, H., Curiel J. A., Landete, J. M., Rivas, B., Felipe, F. L., Cordoves, C. G., Mancheno, J. M. ve Munoz, R. (2009). "Food Phenolics And Lactic Acid Bacteria", International Journal Of Food Microbiology, 132: 79-90.
- [40] Gilliland, S.E., (1988). Bacterial Starter Cultures For Foods, CRC Pres, Inc. Florida 177.
- [41] Gourama, H., (1997). Inhibition Of Growth and Mycotoxin Production of Penicillium By *Lactobacillus* species. Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie, 30: 279-283.
- [42] Magnusson, J. ve Schnurer, J.,(2001). *Lactobacillus coryniformis* subsp. *Coryniformis* Strain si3 Produces A Broad-Spectrum Proteinaceous Antifungal Compound. Applied And Environmental Microbiology, 67: 1-5.
- [43] Okkers, D.J., Dicks, L.M.T., Silvester, M., Joubert, J.J. ve Odendaal, J., (1999). "Characterization Of Pentocin TV35b, A Bacteriocin-Likepeptide Isolated From *Lactobacillus pentosus* With A Fungistatic Effect On *Candida albicans*", Journal Of Applied Microbiology, 87: 726-734.
- [44] Akçelik, M. ve Ayhan, K., (1992). Laktik Asit Bakterilerinin Tedavi Edici Rolü, Biyoteknoloji Haber Bülteni, 5:2-3.
- [45] Altuntas, E.G., Cosansu, S. ve Ayhan, K., (2010b). "Some Growth Parameters And Antimicrobial Activity Of A Bacteriocin Producing Strain *Pediococcus* sp. ", 13. International Journal Of Food Microbiology, 141(1-2): 28-31.
- [46] Sofos, J.N. ve Geornaras, I., (2010). "Overview Of Current Meat Hygiene And Safety Risks And Summary Of Recent Studies On Biofilms, and Control of *Escherichia coli* O157:H7 In Nonintact, And *Listeria monocytogenes* In Ready-To-Eat, Meat Products", Meat Science, 86: 214.
- [47] Whiting, C.G. ve Coggins, R.A., (1969). "Quinate Metabolism By Lactobacilli", Biochemical Journal, 115: 60-61.
- [48] Stead, D., (1993). "The Effect Of Hydroxycinnamic Acids On The Growth Of Wine-Spoilage Lactic Acid Bacteria". Journal Of Applied Microbiology, 75: 135–141.
- [49] Durlu-Özkaya, F. ve Kuleaşan, H., (2000). Maya Ve Küf, İçinde: Gıda Mikrobiyolojisi Ve Uygulamaları, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayını, Genişletilmiş 2. Baskı. Sim Matbaacılık Ltd. Şti., İkinci Baskı, Ankara, 329-335.

- [50] Suzzi, G. ve Gardini, F., (2003). "Biogenic Amines In Dry Fermented Sausages: A Review", International Journal Of Food Microbiology, 88(1): 41-51.
- [51] Onions, A.H.S., Allsopp, D. ve Eggins, H.O.W., (1981). *Aspergillus*, (Edward Arnold, Editor), Smith's Introduction To Industrial Mycology. 7th Edition. London, 168-210.
- [52] Casale, M., Abajo, M-J. S., Saiz, J-M. G., Pizarro, C. ve Forina, M., (2006). Study Of The Aging And Oxidation Processes Of Vinegar Samples From Different Origins During Storage By Near-Infrared Spectroscopy. *Analytica Chimica Acta*, 557: 360-366.
- [53] Nishikawa, Y., Takata, Y., Nagai, Y., Mori, T., Kawada, T. ve Ishihara, N., (2001). Antihypertensive Effects Of Korusu Extract, A Traditional Vinegar Produced From Unpolished Rice, In The SHR Rats. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi* (In Japanese), 48: 73-75.
- [54] Chinnici, F., Bendini, A., Gaiani, A. ve Riponi, C., (2004). "Radical Scavenging Activities Of Peels And Pulps From Cv. Golden Delicious Apples As Related To Their Phenolic Composition", *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, 52: 4684– 4689.
- [55] Williamson, G. ve Manach, M., (2005). "Bioavailability And Bioefficacy Of Polyphenols In Humans", II. Review Of 93 Intervention Studies, *American Journal Of Clinical Nutrition*, 243–255
- [56] Verzelloni, E., Tagliazucchi, D. ve Conte, A., (2010). "From Balsamic To Healthy: Traditional Balsamic Vinegar Melanoidins Inhibit Lipid Peroxidation During Simulated Gastric Digestion Of Meat". *Food And Chemical Toxicology*, 48: 2097–2102.
- [57] Aykın, E., (2013). Farklı Sirkelerden Üretilen Sirke Analarının Biyoaktif Bileşenlerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- [58] Leelawatcharamas, V., Chia, L.G., Charoensai, P., Kunajakr, N., Liu, C.Q. ve Dunn, N., (1997). Plasmid-Encoded Copper Resistance in *Lactococcus lactis*. *Biotechnol Lett.*, 19: 639-643.
- [59] Fallon, S. ve Enig, M.G., (1999). *Nourishing Traditions* (2nd Edition), New Trends Publishing, 688.
- [60] Ünlütürk, A., ve Turantaş, F., (1998). *Gıda Mikrobiyolojisi*. Mengi Tan Basımevi, İzmir, 605.
- [61] Şahin, İ. ve Akbaş, H., (2001). "Hıyar Turşularında Yumuşamanın Önlenmesi Ve Kullanılabilecek Kalsiyum Klorür (CaCl₂) Miktarının Belirlenmesi", *Gıda Dergisi*, 26 (5): 333-338.
- [62] Thompson, H.J., (2010). Vegetable And Fruit Intake And The Development Of Cancer: A Brief Review And Analysis, 19-22. In: *Bioactive Foods In Promoting Health Fruits And Vegetables* (Eds: R.R., Watson, V.R. Preedy). Elsevier Inc. Academic Press, London.

- [63] Kurt, Ö. ve El, S.N., (2011). "Biyoaktif Bir Gıda Bileşeni L-Karnitin: Beslenme Ve Sağlık Açısından Önemi Ve Biyoyararlılığı", Tübvav Bilim Dergisi, 4(2): 97-10.
- [64] Polat, B., (2012). Kayseri Ve Çevresinde Yetişen Bazı Yabani Meyvelerin Biyoaktif Özelliklerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- [65] Russell, J. M., Stephen, T. L., Dale, R. G., Kip, E. P. ve Lynn, F. J., (2007). Phytochemicals: The Good, The Bad And The Ugly, Phytochemistry, 68: 2973-2985.
- [66] Kalın, S., (2013). Türkiye'nin Farklı İllerinden Toplanan Balların Antimikrobiyal, Antioksidan Aktiviteleri Ve Biyoaktif Bileşenlerinin Tayini, Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- [67] Ardağ, A., (2008). Antioksidan Kapasite Tayin Yöntemlerinin Analitik Açidan Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın, 55.
- [68] Muanda, N.F., Kone, D., Dicko, A., Soulimani, R. ve Younos, C., (2011). Phytochemical Composition And Antioxidant Capacity Of Three Malian Medicinal Plant Parts. Evidence-Based Complementary And Alternative Medicine.
- [69] Madhavi, D. L., Deshpande, S.S. ve Salunkhe, D. K., (1996) Food Antioxidants: Technological, Toxicological And Health Perspectives, Markel Dekker, Newyork, 41-50.
- [70] Öztan, T., (2006). Mor Havuç, Konsantresi, Şalgam Suyu, Nar Suyu Ve Nar Ekşisi Ürünlerinde Antioksidan Aktivitesi Tayini Ve Fenolik Madde Profiline Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [71] Sümme, M. A., (2011). Ahududu (*Rubus idaeus* L.) Pulpunun Farklı Sıcaklıklarda Isıtılması Sırasında Biyoaktif Bileşikler, Antioksidan Ve Antimikrobiyel Aktivitelerdeki Değişimler, Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bolu.
- [72] Boranbayeva, T., (2011). Karadut Suyunda Biyoaktif Bileşikler Ve Antioksidan Aktivitenin Depolamada Değişimi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [73] Aberoumand, A. ve Deokule, S.S., (2008). "Comparison Of Phenolic Compounds Of Some Edible Plants Of Iran And India", Pakistan Journal Of Nutrition, 7: 582-585.
- [74] Bravo, L., (1998). "Polyphenols: Chemistry, Dietary Sources, Metabolism, And Nutritional Significance". Nutrition Reviews, 56: 317-333.
- [75] Crozier, A., Jaganath, I.B. ve Clifford, M.N., (2009). "Dietary Phenolics: Chemistry, Bioavailability And Effects On Health. Dietary Phenolics: Chemistry, Bioavailability And Effects On Health", Natural Product Reports, 26(8): 1001-1043.

- [76] Görünmezoğlu, Ö., (2008). Kayısı ve İncir Meyvelerinin Antioksidan Kapasitelerinin Araştırılması. Adnan Menderes Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 68.
- [77] Sağdıç, O., Ekici, L., Oral, R. A. ve Yetim, H., (2005). "Bioactivities And Human Health Effects Of Flavonoids and Some Other Phenolic Compounds", ITAFE Information Tech. İn Agriculture. Food&Environment, 2:869-874.
- [78] Zhishen, J., Mengcheng, T. ve Jianming, W., (1999). "The Determination of Flavonoid Contents in Mulberry and Their Scavenging Effects On Superoxide Radicals", Food Chem., 64:555–559.
- [79] Bermudez-Soto, M. C.ve Tomas-Barberan, F. A., (2004). "Evaluation of Commercial Red Fruit Juice Concentrates As Ingredients For Antioxidant Functional Juices", Food Res. Technol., 219: 133–141.
- [80] Conte, A., Pellegrini, S. ve Tagliazucchi, D., (2003). "Synergistic Protection of PC12 Cells From B-Amyloid Toxicity by Resveratrol and Catechin", Brain Research Bulletin, 62: 29–38.
- [81] Subbaramaiah, K., Chung, W.J., Michaluart, P., Telang, N., Tanabe, T. ve Inoue, H., (1998). "Resveratrol Inhibits Cyclooxygenase-2 Transcription And Activity İn Phorbol Ester-Treated Human Mammary Epithelial Cells", Journal of Biological Chemistry, 273: 21875–21882.
- [82] Kuroda, Y. ve Hara, Y., (1999). Antimutagenic And Anticarcinogenic Activity of Tea Polyphenols. Mutation Research, 436,:69–97.
- [83] Visioli, F., Borsani, L. ve Galli, C., (2000). Diet And Prevention Of Coronary Disease: The Potential Role of Phytochemicals. Cardiovascular Research, 47:419–425.
- [84] Muller, H., Bub, A., Waltzl, B. ve Rechkemmer, G., (1999). "Plasma Concentration Of Carotenoids İn Healthy Volunteers After Intervention With Carotenoid-Rich Foods", European Journal of Clinical Nutrition, 38:35–44.
- [85] Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C. ve Jiménez, L. (2004). "Polyphenols: Food Sources And Bioavailability". American Journal of Clinical Nutrition, 79: 727–186.
- [86] Shahidi, F., (2000). Antioxidants in Food And Food Antioxidants. The Journal Food/Nahrung, 3: 158–163.
- [87] Howard, L.R. ve Hager, T.J., (2007). Berry Fruit Phytochemicals. İn: Zhao, Y., Editör, Berry Fruit, Crc Press, 73–104.
- [88] Hertog, M.G.L., Hollman, P.C.H. ve Katan M.B., (1992). "Content of Potentially Anticarcinogenic Flavonoids of 28 Vegetables and 9 Fruits Commonly Consumed in The Netherlands", Journal of Agricultural and Food Chemistry, 40: 2379–2383.
- [89] Pawlowska, A. M., Oleszek, W. ve Braca, A., (2008). "Quali-Quantitative Analyses of Flavonoids of *Morus nigra* L. and *Morus alba* L. (Moraceae) Fruits", J. Agric. Food Chem., 56: 3377–3380.

- [90] Theodoratou, E., Janet, K., Cetnarskij, R., Farrington, S. M., Tenesa, A., Barnettson, R., Porteous, M., Dunlop, M. ve Campbell, H., (2007). "Dietary Flavonoids and The Risk of Colorectal Cancer, Cancer Epidemiol". Biomarkers, 16(4):684–693.
- [91] Mehmetoğlu, İ., Ünlü, M. C., Gökçe, R. ve Kurban, S., [2005]. "Çay, Baharat ve Bitki Kaynaklı Bazı Gıda Maddelerinin Flavonoid İçerikleri ve Antioksidan Özellikleri", Türkiye Klinikleri J. Med. Sci., 25: 407-411.
- [92] Çelikler, S., (2010). Serbest Radikal ve Antioksidan Biyolojisi Ders Notları, Uludağ Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Bursa.
- [93] Adams, A. ve Kimpe, N. D., (2009). "Formation of Pyrazines From Ascorbic Acid and Amino Acids Under Dry-Roasting Conditions", Food Chem., 115: 1417-1423.
- [94] Oğraşıcı, E., (2010). Ayva Nektarında Biyoaktif Bileşenler ve Antioksidan Aktivitenin Depolamada Değişimi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [95] Cvetkovic, B. R. ve Jokanovic, M. R., (2009). Effect of Preservation Method and Storage Condition on Ascorbic Acid Loss in Beverages. Apteft, 40:1-7.
- [96] Lathia, D. ve Blum, A., (1991). "Role of Vitamin E As Nitrite Scavenger and N-Nitrosamine Inhibitor", Fett-Wiss. U.Technol., 93(6):271-274.
- [97] Mezes, M., Surai, P., Salyi, G., Speake, B., Gaal, T. ve Maldjian, A., (1991). "Nutritional Metabolic Diseases of Poultry and Disorders of The Biological Antioxidant Defence System", Acta Veterinaria Hungarica, 45(4):349-360.
- [98] Acar J., (1998). Fenolik Bileşikler ve Doğal Renk Maddeleri. Gıda Kimyası Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara.
- [99] Ak, R., (2014). Saf Hatlardan Elde Edilen Domates (*Lycopersicum esculentum*) Çeşitlerinde Biyoaktif Bileşenlerin Belirlenmesi ve Ön Isıl İşlem Sırasındaki Değişimi. Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- [100] Altınışık, M., <http://Www.Mustafaaltinisik.Org.Uk/89-1-02.Pdf> ,04 Mayıs 2015.
- [101] Castenmiller, J.J.M. ve West, C.E., (1998). Bioavailability and Bioconversion of Carotenoids Annu. Rev. Nutr., 18: 19-38.
- [102] Prakash, A., (2001). Antioxidant Activity. Medallion Laboratories Analytical Progress, 19(2).
- [103] Prior, R. L., Wu, X. ve Schaich, K., (2005). "Standardized Methods for The Determination Antioxidant Capacity and Phenolics in Foods and Dietary Supplements", J. Agric. Food Chem., 53(8): 3110-3113.

- [104] Yıldiran- Yılmaz, H., (2008). Sarımsak Sapları ile Beslenmenin İnek Sütü Bileşimine Olan Etkilerinin Saptanması, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- [105] Dorai, T. ve Aggarwal, B.B., (2004). Role of Chemopreventive Agents in Cancer Therapy. *Cancer Letters*, 215:129-140.
- [106] Şahin, E., (2006). Bitkisel Kaynaklı Antimikrobiyallerin Gıda Kaynaklı Bazı Patojen Mikroorganizmalar Üzerinde Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 57.
- [107] Akyüz, E., (2010). Bazı *Anthemis* Türlerinin Antimikrobiyal ve Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 104.
- [108] Toroğlu, S. ve Çenet M., (2006). "Tedavi Amaçlı Kullanılan Bazı Bitkilerin Kullanım Alanları ve Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi İçin Kullanılan Metodlar", *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 9:12-20.
- [109] Erler, F., (2000). Bitki Kökenli Bileşiklerin Böcek ve Akarlarla Mücadelede Kullanılma Potansiyeli Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Antalya.
- [110] Kıvanç, M. Ve Akgül, A., (1986). "Antibacterial Activities of Essential Oils From Turkish Spices and Citrus", *Flavour and Fragrance Journal*, 1 (4-5): 175-179.
- [111] Dortunç, T. ve Çevikbaş, A., (1992). "The Investigations on The Antibacterial And Antifungal Effects of Some Volatile Oils", *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 117-128.
- [112] Tekin, S. B., (2013). Bazı *Origanum* Türleri ve Biyoaktif Bileşenlerinin Fonksiyonel Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [113] Loh, D.S.Y., Er, H.M. ve Chen, Y.S., (2009)." Mutagenic and Antimutagenic Activities of Aqueous and Methanol Extracts of *Euphorbia hirta*", *Journal of Ethnopharmacology*, 126(3): 406-414.
- [114] Özbek, T., (2006). Doğu Anadolu Tıbbi Bitkilerine Ait Bazı Türlerin *Ames/Salmonella* Mikrozom Testi Kullanılarak Antimutajenik Özelliklerinin Saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 82.
- [115] Gürbüz, N., (2006). "Antimutajenler ve Antikarsinojenler (Kanser Gelişiminin Kimyasal Bileşiklerle Önlenmesi)", *Türkiye Klinikleri J. of Medical Sci.*, 26:312-318.
- [116] Özata, M. ve Yöner, A., (2006). Endokrinoloji Metabolizma ve Diyabet. İstanbul: İstanbul Medikal Yayıncılık.
- [117] Pırıldar, S., (2001). Aktarlarda Satılan Antidiyabetik Etkili Droglar Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul 115.

- [118] Orhan, N. ve Aslan M., (2010). "Diyabet Tedavisinde Kullanılan Bitkisel Ürünler ve Gıda Destekleri", MİSED, 23-24:27-38.
- [119] Özdamar, R., (2004). Şifalı Bitkiler Uçucu Yağlarının Çıkarılması. <http://www.egelisesi.k12.tr/basarilarimiz/projeler/proje2003/proje16>, 20 Eylül 2015.
- [120] Gülbaran, E., (1984). Kimya Mühendisliği Ünit Operasyonları Cilt-III Kütle İletimi ve Uygulamaları. İ.T.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Yayınları, İstanbul, 137.
- [121] Altınay, Ç., (2008). Üzüm Çekirdeğinden Fenolik Bileşiklerin Basınçlı Sıvı Ekstraksiyonu ve Optimizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 10-120.
- [122] Mutlu, M., (2002). *Tribulus terrestris* L. (Deve Çökerten) (*Zygophyllaceae*) Bitkisinden Elde Edilen Ekstraktların Kimyasal İçeriklerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 10-60.
- [123] Çam, M. ve Hısıl, Y., (2006). "Basınçlı Solvent Ekstraksiyonu ve Uygulamaları". Gedi Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3:79-86.
- [124] Aguleira, J. M., (2003). Solid-Liquid Extraction. In: Extraction Optimization in Food Engineering. CRC Press, 35-55.
- [125] Yağcıoğlu, P., (2015). Farklı Ekstraksiyon Metotları ile Adaçayı (*Salvia officinalis* L.) Bitkisinden Antioksidan Ekstraksiyonunun Optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [126] Chrinos, R., Rogezi, H., Campos, D., Ped Reschi, R. ve Larondella, Y., (2007). "Optimization of Extraction Conditions of Antioxidant Phenolic Compounds From Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ru'iz & Pav'On) Tubers", Separation And Purification Tech., 55: 217-225.
- [127] Polat B., (2012). Kayseri ve Çevresinde Yetişen Bazı Yabani Meyvelerin Biyoaktif Özelliklerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- [128] Llyod, P. J. ve Wyk, J., (2011). Introduction to Extraction in Food Processing. In: Enhancing Extraction Processes in Food Industry, CRC Press, 1-24.
- [129] Naczki, M. ve Shahidi, F., (2004). "Extraction and Analysis of Phenolics in Food", Journal of Chromatography A, 1054: 95-111.
- [130] Wrolstad, R.E. ve Grete, S., (2002). Flavonoids From Berries and Grapes. In: Functional Foods: Biochemical and Processing Aspects, 2:72-103.
- [131] Oreopoulou, V., (2003). Extraction Optimization in Food Engineering: Extraction of Natural antioxidants. CRC Press, Newyork.
- [132] Seçmen, Ö., Gemici, Y., Görk, G., Bekat, L. ve Leblebici, E., (2000). Tohumlu Bitkiler Sistematığı, Düzeltilmiş 6.baskı, İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.

- [133] USDA, National Institute of Food and Agriculture, Complete Guide to Home Canning, Guide 6, Preparing and Canning Fermented Foods and Pickled Vegetables, http://nchfp.uga.edu/publications/usda/GUIDE06_HomeCan_rev0715.pdf , 10 Eylül 2015.
- [134] Uylaşer, V. ve Başoğlu, F.,(2014). Temel Gıda Analizleri, 2. Baskı, Bursa, Dora Yayıncılık.
- [135] Cemeroğlu, B. S., (2013). Gıda Analizleri, 3. Baskı, Ankara, Bizim Grup Basımevi.
- [136] Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. ve Berset, C., (1995). "Use of Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity", Lebensm Wiss Technology, 28: 25-30.
- [137] Singleton, V.L. ve Rossi, J.A., (1965). "Colorimetry of Total Phenolics With Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents", American Journal of Enology and Viticulture, 16: 144-158.
- [138] Sanchez-Moreno C., (2002). "Methods Used to Evaluate The Free Radical Scavenging Activity an Foods And Biological Systems", Food Sci Technol Int., 8(3): 121-137.
- [139] Tekin, Z.H., (2015). Biberlerin Kurutulmasında Kalite Özelliklerinin İyileştirilmesi Amacıyla Ultrason Destekli Vakum Kurutma Yönteminin Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [140] Meilgaard, M., Civille, G. V., ve Carr, T. B., (1999). Sensory Evaluation Techniques.Crc Press, Washington, USA, 387.

DUYUSAL ANALİZ FORMU

Panelistin Adı:				Panel Tarihi:					
Örnek Adı:									
	Değerlendirme								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Renk									
Koku									
Tat-Aroma									
Görünüş									
Gevreklik									
Genel Beğeni									
Değerlendirme Kriteri	Son derece iyi: 9 Çok iyi: 8 Orta derecede iyi: 7 Biraz iyi: 6 Ne iyi ne kötü: 5 Biraz kötü: 4 Orta derece kötü: 3 Çok kötü: 2 Son derece kötü: 1								

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Kübra ÖZKAN
Doğum Tarihi ve Yeri :17.11.1987 İstanbul
Yabancı Dili :İngilizce
E-posta :kubraozkan1907@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Gıda Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	2016
Lisans	Uluslararası İlişkiler	Anadolu Üniversitesi	2014
Lisans	Biyoloji	Uludağ Üniversitesi	2011
Lise	Fen Bilimleri	Gelenbevi Anadolu Lisesi	2004

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2016	Yıldız Teknik Üniversitesi	Proje Asistanı
2014	Birikim Dersanesi	Biyoloji Öğretmeni
2012	Florence Nightingale Hastanesi	Biyolog

YAYINLARI

Bildiri

1. Özkan, K., ve Sağdıç, O., (2016), "Fermentasyonun Bazı Sebzelerin Toplam Antioksidan Kapasitesine Etkisi", Türkiye 12. Gıda Kongresi, 05-07 Ekim 2016, Edirne.
2. Sağdıç, O., ve Özkan, K., (2016), "Effect of Fermentation Process on Total Phenolic Contents of Some Vegetables", 6th International Chemistry Conference, Nov. 08-10 2016, Riyad, Saudi Arabia.