



**T.C.**  
**HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇEŞİTLİ ORTAMLARDAN L-SİSTEİN ÜRETEEN BAKTERİLERİN  
İZOLASYONU, TANIMLANMASI ve L-SİSTEİN ÜRETİM  
MİKTARLARININ SAPTANMASI**

**FATMA NURAY ŞİMŞEK**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HATAY**  
**TEMMUZ-2019**



T.C.  
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇEŞİTLİ ORTAMLARDAN L-SİSTEİN ÜRETEEN BAKTERİLERİN  
İZOLASYONU, TANIMLANMASI ve L-SİSTEİN ÜRETİM  
MİKTARLARININ SAPTANMASI

FATMA NURAY ŞİMŞEK

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATAY  
TEMMUZ-2019

T.C.  
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇEŞİTLİ ORTAMLARDAN L-SİSTEİN ÜRETEN BAKTERİLERİN  
İZOLASYONU, TANIMLANMASI ve L-SİSTEİN ÜRETİM MİKTARLARININ  
SAPTANMASI**

Fatma Nuray ŞİMŞEK

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANSTEZİ

Dr. Öğr. Üyesi Emine AKSAN ALDANMAZ danışmanlığında hazırlanan bu tez  
12/07/2019 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **OYBİRLİĞİ** ile kabul edilmiştir.

Dr. Öğr. Üyesi Emine AKSAN ALDANMAZ

Başkan

Dr. Öğr. Üyesi Bülent ZORLUGENÇ

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Zeki AYDIN

Üye

**Kod No:**

**Prof. Dr. Erdal SERTKAYA**

**Enstitü Müdürü**

**Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.**

12.07.2019

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

**Fatma Nuray ŞİMŞEK**

## ÖZET

### ÇEŞİTLİ ORTAMLARDAN L-SİSTEİN ÜRETEEN BAKTERİLERİN İZOLASYONU, TANIMLANMASI VE L-SİSTEİN ÜRETİM MİKTARLARININ SAPTANMASI

Bu çalışmada, l-sistein üreten bakteriler çeşitli ortamlardan izole edilmiş ve l-sistein üretim miktarları saptanmıştır. Araştırmada Hatay, Antakya ilinden toplam 28 farklı kaynaktan 224 adet bakteri suşu izole edilmiştir. İzole edilen bakteri suşları glikoz besiyeri ve üre besiyeri olmak üzere iki farklı fermantasyon ortamında inkübasyona bırakılmıştır. Fermantasyon sonucunda ürettikleri l-sistein miktarı spektrofotometrik olarak ölçülmüştür. Araştırma sonucunda en yüksek sistein üretim miktarı 0.096 g/L, en düşük üretim miktarı 0.001 g/L, en yüksek pH değeri 9.49, en düşük pH değeri 3.78, en yüksek toplam kuru madde miktarı %1.589, en düşük toplam kuru madde miktarı %0.005 olarak belirlenmiştir.

Her iki besiyerinde yüksek miktarda l-sistein üretimi yapan suşlar seçilmiş ve mikroskopik özellikleri incelenmiştir. İzole edilen bu suşların tamamı gram (+) olarak belirlenmiştir. Ayrıca morfolojik olarak %77'si çubuk, %23'ü kokobasil olarak saptanmıştır. İzole edilen suşlarının %31'i *Bacillus cereus*, %15'i *Bacillus amyloliquefaciens*, %8'si *Bacillus altitudinis*, %23'ü *Bacillus pumilus*, %23'ü *Bacillus subtilis* olarak tanımlanmıştır. *Bacillus pumilus*'dan en yüksek l-sistein üretimi elde edilmiştir.

2019, 67 s.

**Anahtar Kelimeler:** L-sistein, glikoz besiyeri, üre besiyeri, fermantasyon, tanımlama

## ABSTRACT

### ISOLATION AND IDENTIFICATION OF L-CYSTEINE PRODUCING BACTERIA FROM VARIOUS SOURCES AND DETERMINATION OF L-CYSTEINE PRODUCTION QUANTITIES

In this study, l-cysteine producing bacteria were screened from various sources and its l-cysteine production quantities were determined. 224 strains from 28 different sources were isolated from the province of Antakya, Hatay in the study. The screened bacterial strains were inoculated in two different fermentation medium, such as glucose medium and urea medium. At the end of the fermentation process, amount of l-cysteine production was measured spectrophotometrically. In accordance with the result of study, maximum amount of l-cysteine production is 0.096 g/L, minimum amount of l-cysteine production is 0.001 g/L. Maximum pH value is 9.49, minimum pH value is 3.78, maximum total dry cell mass is 1.589%, minimum dry cell mass is 0.005%.

L-cysteine overproducer bacterial strains were selected and microscopic features of these strains were examined. The selected bacterial isolates were 100% gram (+). Additionally morphological properties of these isolates were determined as bacillus 77%, coccobacillus 23%. The isolated bacterial strains were identified as *Bacillus cereus* 31%, *Bacillus amyloliquefaciens* 15%, *Bacillus altitudinis* 8%, *Bacillus pumilus* 23%, *Bacillus subtilis* 23%. Maximum l-cysteine was produced by *Bacillus pumilus*.

2019, 67 p.

**Key Words:** L-cysteine, glucose medium, urea medium, fermentation, identification

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez konumun belirlenmesinde, araştırılması ve yazımı sırasında sahip olduğu bilgi birikimi ve tecrübesi ile çalışmayı yönlendiren saygıdeğer danışman hocam Emine AKSAN ALDANMAZ'a, sevgili jüri üyeleri Dr. Öğr. Üyesi Zeki AYDIN'a ve Dr. Öğr. Üyesi Bülent ZORLUGENÇ'e sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmaları sırasında tüm bölüm olanaklarından yararlanmamı sağlayan HMKÜ Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanlığı'na, ilgi ve yardımlarından ötürü HMKÜ Bitki Sağlığı Kliniği Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında maddi ve manevi her türlü desteği sunan kıymetli babam İrfan ŞİMŞEK ve annem Nazmiye ŞİMŞEK'e sonsuz minnet ve Őükranlarımı sunarım.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	VIII
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	8
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	11
3.1. Materyal.....	11
3.1.1. Araştırmada Kullanılan Cihazlar.....	11
3.1.2. Kullanılan Besiyerleri ve Kimyasallar.....	11
3.1.3. Hazırlanan Besiyerleri ve Bileşenleri.....	12
3.1.4. Çözelti ve Boyalar.....	13
3.2. Yöntem.....	13
3.2.1. L-Sistein Üreten Bakterilerin İzolasyonu.....	14
3.2.2. İzole Edilen Bakterilerin L-Sistein Üretim Miktarlarının Araştırılması.....	15
3.2.2.1. L-Sisteinin En Yüksek Absorbans Değerinin Belirlenmesi.....	15
3.2.2.2. L-Sistein Standart Eğrisi.....	15
3.2.2.3. L-Sistein Analizi.....	16
3.2.2.4. pH Analizi.....	17
3.2.2.5. Toplam Kuru Madde Analizi.....	17
3.2.3. Yüksek miktarda L-Sistein Üreten Bakterilerin Morfolojik Özelliklerinin İncelenmesi ve Tanımlanması.....	17
3.2.3.1. Bakteri Suşlarının Hücre Şekli ve Gram Özelliklerinin Belirlenmesi.....	18
3.2.3.2. Bakteri Suşlarının MALDI-TOF MS Yöntemiyle Tanımlanması.....	18
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	19
4.1. L-sistein Üreten Bakterilerin İzolasyon Sonuçları.....	19
4.2. L-Sistein Analiz Sonuçları.....	21
4.3. pH Analiz Sonuçları.....	32
4.4. Toplam Kuru Madde Analiz Sonuçları.....	42
4.5. Yüksek Miktarda L-Sistein Üreten Suşların Seçilmesi.....	52
4.6. Yüksek Miktarda L-Sistein Üreten Suşların Tanımlanması.....	52
4.6.1. Yüksek Miktarda L-Sistein Üreten Suşların Mikroskopik Analiz Sonuçları.....	53
4.6.2. Yüksek Miktarda L-Sistein Üreten Suşların MALDI-TOF MS yöntemiyle tanımlama sonuçları.....	55
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	58
KAYNAKLAR.....	61
ÖZGEÇMİŞ.....	67



## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Sebzelerdeki sistein konsantrasyonları (nM/g Islak ağırlık) (Demirkol ve ark., 2004) .....	2
Çizelge 1.2. Meyvelerdeki sistein konsantrasyonları (nM/g Islak ağırlık) (Demirkol ve ark., 2004) .....	3
Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan cihazlar .....	11
Çizelge 3.2. Araştırmada kullanılan kimyasallar .....	12
Çizelge 3.3. Araştırmada kullanılan besiyerleri .....	12
Çizelge 3.4. Basal medium bileşimi (Shakoori ve ark., 2012).....	12
Çizelge 3.5. Glikoz ve üre besiyeri bileşimi (Shakoori ve ark, 2012) .....	13
Çizelge 3.6. Kullanılan boya ve çözeltiler .....	13
Çizelge 3.7. Çeşitli doğal ortamlardan ve satış yerlerinden temin edilen örnekler.....	14
Çizelge 4.1. L-sistein üretimi yapan suşlar ve izole edildiği kaynaklar.....	20
Çizelge 4.2. Peynir örneklerinden izole edilen suşların l-sistein analiz sonuçları .....	22
Çizelge 4.3. Yoğurt örneklerinden izole edilen suşların l-sistein analiz sonuçları .....	23
Çizelge 4.4. Bal örneklerinden izole edilen suşların l-sistein analiz sonuçları.....	23
Çizelge 4.5. Toprak örneklerinden izole edilen suşların l-sistein analiz sonuçları .....	24
Çizelge 4.6. Zeytin örneklerinden izole edilen suşların l-sistein analiz sonuçları .....	25
Çizelge 4.7. Kırmızıbiber, zeytinyağı, salça örneklerinden izole edilen suşların l-sistein analiz sonuçları.....	26
Çizelge 4.8. Atık su örneklerinden izole edilen suşların l-sistein analiz sonuçları.....	27
Çizelge 4.9. Ağaç kabuğu örneklerinden izole edilen suşların l-sistein analiz sonuçları.....	28
Çizelge 4.10. Yaprak örneklerinden izole edilen suşların l-sistein analiz sonuçları.....	29
Çizelge 4.11. Süt örneklerinden izole edilen suşların l-sistein analiz sonuçları .....	30
Çizelge 4.12. Glikoz ve üre besiyerlerinde l-sistein ortalamalarının karşılaştırılması ...	32
Çizelge 4.13. Peynir örneklerinden izole edilen suşların pH analiz sonuçları.....	33
Çizelge 4.14. Yoğurt örneklerinden izole edilen suşların pH analiz sonuçları.....	34
Çizelge 4.15. Bal örneklerinden izole edilen suşların pH analiz sonuçları.....	34
Çizelge 4.16. Toprak örneklerinden izole edilen suşların pH analiz sonuçları.....	35
Çizelge 4.17. Zeytin örneklerindenizole edilen suşların pH analiz sonuçları.....	36
Çizelge 4.18. Salça, kırmızıbiber, zeytinyağı örneklerindenizole edilen suşların pH analiz sonuçları.....	37
Çizelge 4.19. Atık su örneklerinden izole edilen suşların pH analiz sonuçları.....	38
Çizelge 4.20. Ağaç kabuğu örneklerinden izole edilen suşların pH analiz sonuçları .....	39
Çizelge 4.21. Yaprak örneklerinden izole edilen suşların pH analiz sonuçları .....	40
Çizelge 4.22. Süt örneklerindenizole edilen suşların pH analiz sonuçları .....	41
Çizelge 4.23. Glikoz ve üre besiyerlerinde pH değerleri ortalamalarının karşılaştırılması .....	42
Çizelge 4.24. Peynir örneklerinden izole edilen suşların toplam kuru madde miktarı (%) sonuçları .....	43
Çizelge 4.25. Yoğurt örneklerinden izole edilen suşların toplam kuru madde miktarı (%) sonuçları .....	44
Çizelge 4.26. Bal örneklerinden izole edilen suşların toplam kuru madde miktarı (%) sonuçları .....	45
Çizelge 4.27. Toprak örneklerinden izole edilen suşların toplam kuru madde miktarı (%) sonuçları .....	45

Çizelge 4.28. Zeytin örneklerinden izole edilen suşların toplam kuru madde miktarı (%) sonuçları .....	47
Çizelge 4.29. Salça, zeytinyağı, kırmızıbiber örneklerinden izole edilen suşların toplam kuru madde miktarı (%) sonuçları.....	47
Çizelge 4.30. Atık su örneklerinden izole edilen suşların toplam kuru madde miktarı (%) sonuçları .....	48
Çizelge 4.31. Ağaç kabuğu örneklerinden izole edilen suşların toplam kuru madde miktarı (%) sonuçları.....	49
Çizelge 4.32. Yaprak örneklerinden izole edilen suşların toplam kuru madde miktarı (%) sonuçları .....	50
Çizelge 4.33. Süt örneklerinden izole edilen suşların toplam kuru madde miktarı (%) sonuçları .....	51
Çizelge 4.34. Glikoz ve üre besiyerlerinde toplam kuru madde miktarı (%) ortalamalarının karşılaştırılması .....	52
Çizelge 4.35. Seçilen suşların glikoz ve üre besiyerinde l-sistein üretim miktarları .....	53
Çizelge 4.36. Yüksek miktarda l-sistein üreten suşların mikroskopik analiz sonuçları .....	53
Çizelge 4.37. Yüksek miktarda l-sistein üretimi yapan bakteri suşlarının MALDI-TOF MS yöntemi ile tanımlama sonuçları .....	56

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Sistein'in L ve D izomerleri.....	1
Şekil 1.2. Glutasyon sentezine sistein katılımı .....	2
Şekil 1.3. Endüstride kullanılan fermantasyon tankı .....	6
Şekil 3.1. L-sistein standart eğrisi .....	16



## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

### SİMGELER

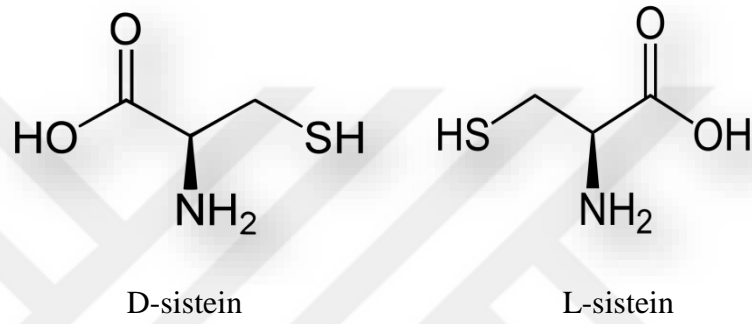
°C	: Santigratderece
g	: Gram
µm	:Mikrometre
mm	:Milimetre
m	: Metre
nM	:Nanomolar
L	:Litre
kg	:Kilogram
mg	:Miligram
ml	: Mililitre
µl	: Mikrolitre
dk	: Dakika
nm	: Nanometre
ml	: Mililitre
mg	: Miligram
pH	: Ortamdaki hidroje iyonu konsantrasyonu
ppm	: Parts per million- milyonda birbirim
%	: Yüzde

### KISALTMALAR

GCL	: Glutamin-sistein ligaz
GSS	: Glutasyon sentetaz
HIV	:Human Immunodeficiency Virus- İnsan İmmün Yetmezlik Virüsü

## 1. GİRİŞ

Sistein, esansiyel olmayan ve renksiz kristal yapıda bir aminoasittir. Molekül formülü  $C_3H_7NO_2S$ , molekül ağırlığı  $121.16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 'dir. L ve D izomeri bulunmaktadır (Şekil 1.1). Doğada yaygın olarak L formundadır. Sisteinin yan zincirinde fonksiyonel bir tiol grubu yer alır ve tiol gruplarının okside olmasıyla iki sistein arasında disülfid bağları oluşmaktadır. Disülfid bağlarının oluşması, çoğu proteinin yapısının meydana gelmesinde önem taşımaktadır (Wada ve Takagi, 2006).

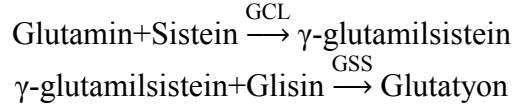


Şekil 1.1. Sistein'in L ve D izomerleri

Sistein ilk olarak 1810'da tanımlanmıştır (Townsenda, 2004; Anonymous, 2017). Ancak sisteinin protein bileşeni olarak tanımlanması 1899 yılında hayvan boynuzundan izole edilmesiyle yapılmıştır (Ruzanna, 2007).

Sistein esansiyel olmayan aminoasit olması nedeniyle canlıların vücutlarında sentezlenmekte ve metabolizma için önem taşımaktadır (Wirtz ve Droux, 2005; İsmail ve ark., 2014). Sistein, disülfid bağı oluşturması nedeniyle proteinlerin katlanması, birleşmesi ve stabilitesinde önem taşımakta ayrıca, indirgenen sülfürün hücreye girişini sağlayarak metionin, tiamin, biotin, koenzim A gibi temel bileşiklerin sentezinde öncü rol oynamaktadır (Guedon ve Verstraete, 2006; Renneberg ve ark., 2016). Sistein, hücre sinyal metabolik yolunda düzenleyici göreve sahiptir (Yin ve ark., 2015). Bunların yanısıra, antioksidanlar, vitaminler ve kofaktörler gibi temel biyomoleküllerin sentezlenmesinde yer almaktadır (Wirtz ve Droux, 2005). Sistein, yapısında bulunan serbest haldeki tiol grubu nedeniyle, glutatyon ve türevleri gibi bazı temel metabolitlerin aktif kısmını oluşturmaktadır (Dominy ve ark., 2006). Glutatyon,

kuvvetli bir antioksidant olup hücrenin detoksifikasyonunu sağlamaktadır (Şekil 1.2.)(Karabulut ve Gülay, 2016).



Şekil 1.2. Glutasyon sentezine sistein katılımı (Karabulut ve Gülay, 2016)

Sistein, çeşitli sebze ve meyvelerde doğal olarak bulunmaktadır. Buğday, fındık ve fıstık gibi sert kabuklu yemişler, brokoli, yumurta, kuşkonmaz ve kümes hayvanlarının yanı sıra sarımsak, soğan ve keçiboynuzu gibi birçok gıda sistein içermektedir (İsmail ve ark., 2014). Özellikle protein içeriği yüksek gıdaların günlük tüketimi sonucu yetişkin bir birey için yeterli miktarda sistein alımı yapılmış olacaktır. Çizelge 1.1 ve 1.2’de bazı meyve sebzelerde belirlenen sistein miktarları verilmiştir (Demirkol ve ark., 2004). Tahılların protein içeriğinin %3-5’i, baklagil proteinin ise %2-3.5’i sistein içermektedir. Genel olarak hayvansal proteinler bitkisel kaynaklı proteinlere göre daha yüksek miktarda sistein içermektedir (İsmail ve ark., 2014).

Çizelge 1.1. Sebzelerdeki sistein konsantrasyonları (nM/g Islak ağırlık) (Demirkol ve ark., 2004)

Sebzeler	Nasetilsistein	Sistein
Kuşkonmaz	46 ± 1	122 ± 1
Ispanak	-	84 ± 2
Brokoli	-	4 ± 1
Karnabahar	-	7 ± 1
Dolmalık kabak	-	6 ± 1
Balkabağı	-	27 ± 6
Salatalık	6 ± 1	11 ± 3
Havuç	-	-
Maydonoz	9 ± 1	8 ± 1
Domates	3 ± 1	55 ± 3
Kırmızıbiber	25 ± 4	349 ± 18
Yeşilbiber	12 ± 2	9 ± 1
Patates	-	-
Avokado	-	4 ± 1
Yeşil fasulye	-	67 ± 11

Çizelge 1.2. Meyvelerdeki sistein konsantrasyonları (nM/g Islak ağırlık) (Demirkol ve ark., 2004)

<b>Meyveler</b>	<b>Nasetilsistein</b>	<b>Sistein</b>
Portakal	-	41 ± 2
Limon	4± 0	6± 0
Greyfurt	4± 0	15± 2
Mango	-	10± 0
Papaya	-	58± 5
Muz	-	7± 0
Çilek	5±1	59±5

Sistein, oksidan kaynaklı hastalıklardan korunma ve sağlıklı bir yaşam için antioksidan savunma mekanizmasını desteklemektedir. Sistein, antioksidan ve detoksifiye edici özelliği sayesinde birçok hastalığın tedavisinde kullanılmaktadır. Oksidatif stres, HIV enfeksiyonu, yaşlanma, tip 2 diyabet ve nörodejeneratif hastalıklar gibi bazı patolojik durumlara karşı sistein kullanımı olumlu etki göstermektedir. Bağırsak yapısının korunmasında ve fonksiyonlarının sürdürülmesinde önemli rol oynamaktadır (Kullman ve ark., 2000; Yin ve ark., 2015). Akonitaz ve sitokromaz gibi enzimlerin katalitik domainlerinin demir sülfür bileşikleri için kullanılmaktadır (Wada ve Takagi, 2006). Ağır metaller ve ksenobiyotiklerin detoksifikasyonunda, yanık sonrasında dokunun iyileşme sürecinde, beyaz kan hücrelerinin aktivitesini uyararak hastalığa karşı direnç sağlamakta ve hücreleri genetik mutasyon ve kansere yol açan etkenlerden korumakta, karaciğerin alkol, yağ, hava kirleticiler ve bazı ilaçlar sonucu ürettiği ikincil ürünlerin nötralize edilmesinde kullanılmaktadır (İsmail ve ark., 2014; Srinivasan ve ark. 2017).

Sistein metabolizmadaki birçok öneminin yanısıra sahip olduğu özellikler nedeniyle de endüstride oldukça talep görmektedir. Ticari açıdan oldukça önemli bir aminoasittir (Nakamori ve ark., 1998).

Farmasötik endüstride, sisteinden yaygın olarak mukolitik ajan olarak yararlanılmaktadır (Ishiwata ve ark., 1989; İsmail ve ark., 2014). Sistein ve türevi olan asetilsistein yüksek reaktif olma özelliğinden dolayı balgam söktürücü olarak öksürük ilaçlarının bileşiminde yer almaktadır. Sistein bronşlardaki mukoproteinleri kırarak mukusun sıvı hale gelmesini sağlamaktadır (Renneberg ve ark., 2016). Ayrıca çok farklı uygulama alanlarında da tercih edilmektedir. HIV gibi geniş çaplı enfeksiyonlar, genetik ve kronik obstrüktif akciğer hastalığı gibi metabolik bozuklukların tedavisinde (Atruki

ve ark., 2007; Millea, 2009), asetaminofen zehirlenmesine karşı panzehir olarak, çürük, dil ve diş eti iltihaplarının tedavisinde sistein kullanılmaktadır (İsmail ve ark., 2014). L-sistein, vücutta sentezlenemediği vakalarda (premature bebeklerde ve çocuklarda) takviye olarak verilmektedir (Anonymous, 2006). Kanser tedavilerinde olumlu katkısı incelenmiştir (Tozawa ve ark., 2002; Qanungoa ve ark. 2015). Organ yetersizliği sonucu ortaya çıkan beyin hasarında iyileştirici etkisi belirtilmiştir (Liu ve ark., 2017).

Sistein kozmetik endüstrisinde de yaygın kullanım alanına sahiptir. L-sistein saçın yapısında bulunan keratindeki disülfid bağlarını kırma özelliği nedeniyle, kalıcı saç uygulamalarında ve ayrıca saç, tırnak ve cilt bakımında kullanılmaktadır (Renneberg ve ark., 2016; Aksoy, 2014; İsmail ve ark., 2014; Goluch-Koniuszy, 2016). Ayrıca cilt beyazlatma ajanı olarak sisteinden yararlanılmaktadır (Fujiwara ve ark., 2004; Renneberg ve ark., 2016).

Gıda endüstrisinde ise yaygın olarak aroma üretiminde l-sistein kullanılmaktadır. Sistein gıdalarda E910, E920, E921 kodlarıyla yer almaktadır (Ruzanna, 2007). Ülkemizde sisteinin buğday unu hariç diğer unlarda, bebekler ve küçük çocuklar için üretilecek bisküvilerde kullanımı serbesttir (Anonim, 2013). Sistein, özellikle fırıncılıkta ve pastacılıkta kullanılmaktadır. L-sistein, glutenle etkileşime geçerek kovalent disülfid bağlarını kırarak hamurun elastikiyetini artırmakta ve böylece hamurun kabarmasını sağlayarak ekmeğin kalitesini iyileştirmektedir. Sisteinin bu etkisi nedeniyle hamurun yoğrulma zamanı kısalmakta ve yapışması engellenmektedir (Majzoobi ve ark., 2011). Ayrıca vejeteryan gıdalarda et aroması sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Sistein, riboz gibi bir şekerle bağlanarak ısıtma süreci boyunca ete benzer aromatik bileşikler açığa çıkarmaktadır (Renneberg ve ark., 2016). Tüketime hazır doğranmış ve yıkanmış meyve, sebzelerin yumuşama ve kararmasını engellemek amacıyla sistein kullanılmaktadır (Erbay ve Demir, 2006). Enzimatik esmerleşmeyi önlemek için sisteinden faydalanılmaktadır (Dudley ve ark., 1989; Molnar-Perl ve ark., 1990; Richard-Forget ve ark., 1991a; Richard-Forget ve ark., 1992b, Özoğlu ve Bayındırlı, 2002; İyidoğan ve Bayındırlı, 2004; Vilas-Boas ve Kader, 2006).

Hayvan yemlerinde, hayvanların ihtiyaç duyduğu kükürt içeren aminoasit ihtiyacını karşılamak amacıyla sistein kullanılmaktadır. Geviş getiren hayvanlarda nitrat zehirlenmesine karşı önleyici ve koruyucu etki göstermektedir (İsmail ve ark., 2014).



Hayvanların büyüme ve gelişim performansını olumlu yönde desteklemektedir (Yin ve ark., 2015).

Dünya’da farmasötik, kozmetik ve gıda endüstrilerinde yıllık yaklaşık 4000 ton sistein kullanılmaktadır. Yıllık %4 oranla artan talep sebebiyle talebi karşılamak için çok fazla miktarda sistein üretimine ihtiyaç duyulmaktadır (Nakamori ve ark., 1998). Geçmiş yıllarda sistein üretimi için ekstraksiyon yöntemi ve enzimatik yöntemlerden yararlanılmıştır. Günümüzde artan aminoasit talebini karşılayabilmek ve çevreyle uyumlu üretim gerçekleştirebilmek için yeni üretim metodları geliştirilmektedir. L-sistein üretimi keratin hidrolizi (ekstraksiyon), fermantasyon, enzimatik biyolojik dönüşüm ve biyosentez yöntemleri ile gerçekleştirilmektedir.

Keratin hidrolizi yönteminde, keratine zengin (insan saçı, hayvan kılı, boynuz, tüy, toynak gibi) dokular kullanılmaktadır. Canlı dokularda proteinin temel yapıtaşı olan sistein, saç, tüy, yün, kıl, tırnak, boynuz gibi kuvvetli bağ yapısına sahip dokularda yüksek miktarda bulunmaktadır. Günümüzde Çin, ticari olarak bu dokulardan sistein üretimini gerçekleştirmektedir (Renneberg ve ark., 2016). Bu kaynakların ucuz ve kolay ulaşılabilir hammaddeler olması, ekstraksiyon yönteminin yaygın olarak kullanılmasına sebep olmaktadır. 1 ton saçtan 100 kg sistein elde edilmektedir (Anonymous 2007; Renneberg ve ark., 2016). Keratin hidrolizi yönteminde aktif karbon ve konsantre hidroklorik asit kullanılmaktadır. 1 kg sistein elde etmek için 27 kg hidroklorik asite ihtiyaç duyulmaktadır (Haas ve ark., 2009).

Keratin hidrolizi yöntemi yüksek miktarda asit kullanılması atık problemi, düşük verim, kötü koku oluşumu gibi dezavantajlara sahiptir (Takagi ve Ohtsu, 2003). Bunların yanısıra çeşitli tüketiciler, hayvansal kaynaklardan l-sistein üretiminde, deli dana hastalığı (BSE), şiddetli akut solunum yolu sendromu (SARS) ve kuş gribi gibi virüslerden kaynaklanabilecek bulaşı konusunda endişe belirtmektedir. Yöntemin sahip olduğu olumsuzlukların da etkisi ile günümüzde sistein üretiminde yeni yaklaşımlar izlenmektedir. Son olarak geliştirilen yöntemlerden biri de mikrobiyal fermantasyon yöntemidir. Fermantasyon yönteminde, sistein üreten mikroorganizmalar uygun besiyeri ve koşullarda geliştirilmektedir (Leuchtenberger ve ark., 2005). Fermantasyonla üretimde özellikle ticari boyutta fermantasyon tankları (fermentörler) kullanılmaktadır (Şekil1.3). Sisteinin fermantasyonla üretiminde önemli firmalardan biri Wacker Fine Chemicals’dır. Firma metabolik mühendislikle özel olarak geliştirilen *Escherichia coli*

suşu ile yüksek miktarda sistein üretimi gerçekleştirmektedir (Haas ve ark., 2009; Renneberg ve ark., 2016).



Şekil 1.3. Endüstride kullanılan fermantasyon tankı (Renneberg ve ark., 2016)

Sistein üretiminde kullanılan fermantasyon yöntemi 2004 yılından itibaren 500 ton hacim ve yıllık %10 artış ile %12'den fazla pazar payına sahip olmuştur. Çevresel sürdürülebilirlik dostu olan bu yöntemin en büyük faydası farklı uygulama alanlarına yönelik ihtiyacı yüksek kalitede sağlayabilmesidir. Firma tarafından geliştirilen bu yöntem Wacker Fine Chemicals'a Federation of German Industries tarafından 2008'de çevreye uyumlu teknoloji kategorisinde çevre ödülü kazandırmıştır (Haas ve ark., 2009).

Enzimatik yolla sistein üretimi yaklaşık 40 yıldır Japonya'da yapılmaktadır (Ivanov ve ark., 2013). Sistein, enzimatik biyolojik dönüşüm yönteminde, *Pseudomonas thiazolinophilum* kullanılarak DL-2-amino- $\Delta^2$ -thiazoline-4-carboxylic asidin (DL-ATC) asimetrik hidrolizi ile elde edilmektedir. DL-ATC bu yöntem sayesinde kimyasal olarak sentezlenip, sisteine çevrilir. Bu yöntemde ATC racemase, L-ATC hidrolase and S-carbamoyl-L-cysteine hidrolase enzimleri kullanılmaktadır (Pae ve ark., 1997; Leuchtenberger ve ark., 2005). Bu metod Ajinomoto Co. firması tarafından geliştirilmiştir (Takagi, 2003; Wada ve Takagi, 2006). Enzimatik yöntemde, yüksek konsantrasyonlarda optik olarak saf sistein üretilebilmektedir. Böylece sisteinin ayrımı ve saflaştırılması kolaylaşmaktadır. Ayrıca atık miktarı da oldukça düşük olmaktadır. Ancak yöntemde kullanılan substratın yüksek maliyeti bulunmaktadır (Ryu ve ark., 1997; Ohmachi ve ark., 2002; Shiba ve ark., 2002; Takagi, 2003).

Bu yöntemler arasında fermantasyon ile sistein üretimi bir çok avantaja sahiptir. Ekstraksiyon ile %60 oranında sistein elde edilirken, fermantasyon ile %90 oranında sistein elde edilmektedir. Ekstraksiyona oranla oldukça az miktarda hidroklorik asit kullanılmaktadır. Ayrıca, şeker, tuz ve iz elementlerin hammadde olarak kullanılması, son ürünün patojenler ya da istenmeyen maddelerle kontaminasyonunu engelleyerek %98.5 saflıkta sistein üretimi sağlamaktadır (Renneberg ve ark., 2016). Fermantasyonla sistein üretiminde, *Escherichia coli*, *Salmonella Typhimurium*, *Corynebacterium glutamicum*, *Lactococcus lactis*, *Pseudomonas putida*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Bacillus sphaericus*, *Streptomyces* sp. kullanılmaktadır.

Ayrıca sisteinin yer aldığı gıda, kozmetik ve farmasötik ürünlerini kullanan tüketiciler, farklı talepler bildirmektedir. L-sistein üretiminde kullanılan insan ve hayvan kökenli (saç, tüy, kıl, tırnak, boynuz gibi) hammadde kaynakları vejeteryanler, helal gıda ve koşher tüketicileri tarafından tercih edilmemektedir. Ülkemizde insan saçının hammadde olarak kullanılamayacağı Türk gıda kodeksinde belirtilmiştir (Anonim, 2017). Bu nedenle de ülkemizde çeşitli üreticiler helal sertifikalı sistein kullanmaya yönelmektedir (Türker ve ark., 2013).

Farmasötik, kozmetik ve gıda endüstrilerinde sistein kullanımı her yıl yükselmekte ve sisteine olan talep artış göstermektedir. Ayrıca sisteinin elde edildiği bazı kaynaklara (domuz kılı ve insan saçı) karşı olumsuz tepkiler nedeniyle mikrobiyolojik olarak üretim yollarına yönelim artmaktadır. Bu çalışmada da, Hatay ilinden toplanan çeşitli doğal ortamlardan (su, toprak, süt, bal, yoğurt vs.) l-sistein üreten bakterilerin izolasyonunun yapılması ve l-sistein üretim miktarlarının araştırılması amaçlanmaktadır.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

L-sistein'in mikrobiyal fermantasyon yöntemiyle üretimi üzerine literatürde sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır.

Nakamori ve ark. (1998) tarafından bildirildiğine göre, *Escherichia coli*'de geribildirim döngüsünden sorumlu serin asetiltransferaz enzimi genetik olarak değiştirilerek daha yüksek miktarda sistein ve sistin elde edilmiştir.

Daßler ve ark. (2000), *Escherichia coli*'de önemli bir yardımcı protein tanımlamışlardır. Orf299 olarak adlandırılan bu protein endüstriyel üretim suşlarında tiyosülfat varlığında sistein verimini arttırdığını tespit etmişlerdir.

Wada ve ark. (2002), *Corynebacterium glutamicum*'daki l-sistein desülfidraz enzimini aecD gen ürünü olarak tanımlamışlardır. Bu genin engellendiği suşlarda sistein üretiminin arttığını saptamışlardır.

Franke ve ark. (2003), keşfettikleri Yfik geninin endüstriyel olarak üretilen *Escherichia coli* suşlarında fazla miktarda ifade edildiğinde sistein üretimini artırdığını ifade etmişlerdir.

Wirtz ve Hell (2003), yüksek miktarda sistein üretimini engelleyen, geribildirim döngüsünden sorumlu SAT enziminin, *Nicotiana tabacum* bitkisinden sisteine duyarsız SAT izoformlarını elde ederek, sisteinin bitki ve mikroorganizmalarda üretimini geliştirmek amacıyla kullanılabildiğini belirtmişlerdir.

Awano ve ark. (2005), *Escherichia coli* hücrelerinde l-sisteinin yıkımında rol oynayan sistein desülfidraz (CD) enziminden sorumlu genlerin engellenmesinin sistein üretiminde etkili olduğunu kanıtlamışlardır.

Liu ve ark. (2008) tarafından istridiyenin alkalaz ve bromelin ile enzimatik hidrolizi sonucu yeni, yüksek miktarda sistein içeren, antimikrobiyal özellikteki CgPep33 peptidi izole edilmiştir. Yapılan ölçümler sonucu 73.8 µg/ml ile sisteini en yüksek miktardaki aminoasit olarak belirlemişlerdir.

Wiriyathanawudhiwong ve ark. (2009), *Escherichia coli*'de l-sisteinin glukozdan sentezi esnasında TolC geninin dış membran sistein taşıyıcısı ve aynı zamanda üretimini artırmada etkili olduğunu bildirmişlerdir. Yüksek miktarda sisteinin hücre için toksik olabileceği bildirilmiştir (Yamada ve ark., 2006). Bu çalışmada ise TolC geninin

sisteine dirençli olduğu, fazla miktarda üretimi ile *Escherichia coli* hücrelerinin sisteine tolerans kazandığı ve sistein üretimini arttırdığını saptamışlardır.

Ali ve ark. (2011), sistein üretimini geliştirmek üzerine yaptıkları çalışmada yerel ortamlardan (toprak, su, bal, süt, atık su) izole ettikleri bakteri örneklerinin farklı besiyeri ortamlarında (glikoz, üre, melas, mısır maserasyon sıvısı, vitamin ve mineral) gelişimini sağlamışlardır. 37°C'de 96 saat inkübasyon süresinin sonunda atık su örneğinden izole edilen MM5 suşunun FM8'de 8.76 g/L ile maksimum üretimi sağladığı görülmüştür. MM5 suşu, biyokimyasal testler ve genetik analiz sonucunda *Streptomyces* sp. olarak tanımlanmıştır.

Nakatani ve ark. (2012), *Escherichia coli*'de l-sistein üretimini artırmak için yeni bir metot olarak S-sülfosisteinden (SSC) tiyoredoksin/glutaredoksin aracılı l-sistein sentezini geliştirmişlerdir. Yapılan çalışmaya göre *Escherichia coli*'deki tiyoredoksin (Trx1, Trx2), gluteredoksin (Grx1, Grx2, Grx3) ve gluteredoksin benzeri diğer enzimlerin (Grx4, NrdH) laboratuvar koşullarında, SSC'nin l-sisteine redüksiyonunu kataliz etmiştir. Ayrıca Grx1 ve NrdH enzimlerinin *Escherichia coli* hücrelerinde fermantatif koşullarda SSC'yi l-sistein ve sülfite dönüştürdüğünü belirlemişlerdir.

Shakoori ve ark. (2012), doğal kaynaklardan izole ettikleri bakterilerin aminoasit üretimini artırmak için fermantasyon besiyerleri geliştirmişlerdir. Atık su, taze süt, bal, yoğurt and toprak örneklerinden elde ettikleri 65 bakteri izolatını glikoz, pepton, et ekstraktı, maya ekstraktı, NaCl ve CaCO<sub>3</sub> içeren 4 farklı besiyerinde geliştirerek 19 bakteri izolatının aminoasit ürettiklerini tespit etmişlerdir. Morfolojik ve biyokimyasal testler ve moleküler karakterizasyon ile tanımlanan bakteriler glikoz, üre ve melas bazlı fermantasyon besiyerlerinde 96 saat 37°C'de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda en fazla sistein üretiminin GM2'de 13.2 g ile *Bacillus anthracis* tarafından, UM1'de 11.6 g ile *Escherichia coli* H ve MM1'de 9 g ile *Escherichia coli* H tarafından yapıldığı belirlenmiştir.

Kawano ve ark. (2015), *Escherichia coli*'deki yciW genini parçalayarak l-sistein üretimini artırmışlardır. yciW genin mutasyona uğratıldığı *Escherichia coli* hücreleri, glikozun karbon kaynağı olarak kullanıldığı SM1 besiyerinde 33°C'de 72 saat inkübe edilmiştir. Üretimi artırmak için ilk 6 saat sonra besiyerlerine sülfat ve tiyosülfat eklenmiştir. 72 saat inkübasyon sonunda sülfat eklenen besiyerindeki yciW mutant hücreler 157 mg, mutasyona uğratılmayan hücrelerin ise 64 mg sistein ürettiği

belirlenmiştir. Tiyosülfat eklenen besiyerindeki yciW mutant hücrelerin ise 297 mg, mutasyona uğramayan diğer hücrelerin ise 240 mg sistein ürettiği belirlenmiştir. Böylece sisteinin düzenlenmesinden sorumlu yciW geninin bozulmasıyla sistein üretiminin artırıldığı kanıtlanmıştır.

Takumi ve ark. (2017), *Pantoea ananatis* tarafından fermantasyonla daha yüksek miktarda sistein üretimi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Sisteinin *Pantoea ananatis*'te fermantatif üretimini kanıtlayan bu çalışma ile daha önce belirlenmiş olan ccdA ve cefA genlerinin üretimdeki etkisi kabul edilmiş, yeni bir cefB geninin varlığı tespit edilmiştir. Fermantasyon besiyerinde karbon kaynağı olarak glikoz, sülfür kaynağı olarak da tiyosülfat kullanılmıştır. 22 saat inkübasyon sonunda, en fazla 2.2g/L sistein üretildiği tespit edilmiştir.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Bu çalışmada, l-sistein üreten bakterilerin izolasyonu için doğal kaynaklardan atık su, ağaç kabuğu, yaprak, toprak ve çeşitli satış yerlerinden taze kırmızıbiber, zeytinyağı, salça, zeytin, çiğ süt, bal, yoğurt, peynir olmak üzere toplamda 28 örnek temin edilmiştir.

##### 3.1.1. Araştırmada Kullanılan Cihazlar

Araştırmada kullanılan alet ve cihazlar Çizelge 3.1 'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan cihazlar

Cihaz adı	Marka
İnkübatör	Nüve
Ekim kabini	Metisafe Class II
Otoklav	Biobase BKQ- Z751
Sıcak su banyosu	Memmert WNB 22
Spektrofotometre	Hitachi U-1900 UV/VIS
pH metre	Mrc MP-103
Santrifüj	Nüve NF200
Etüv	Mipro
Kuru fırın	APin
Hassas terazi	Bel engineering
Işık mikroskobu	Olympus

##### 3.1.2. Kullanılan Besiyerleri ve Kimyasallar

Bu çalışmada kullanılan kimyasallar Çizelge 3.2 ve kullanılan besiyerleri Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Araştırmada kullanılan kimyasallar

<b>Kimyasal adı</b>	<b>Marka</b>	<b>Kod</b>
Orto fosforik asit	Merck	1.00563.2500
Glacial asetik asit	Merck	1.00063.2511
Ninhidrin	Merck	1.06762.0010
L-sistein	Ajinomoto	C5360
CaCO <sub>3</sub>	Himedia	GRM397
Glikoz	Merck	1.08342.1000
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Merck	1.04873.0250
Pepton	Merck	1.07214.1000
Maya ekstraktı	Multicell	800150024
Et ekstraktı	Merck	1.03979.500
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Merck	1.01217.1000
Fenol kırmızısı	Merck	1.07241.0005
Üre	Scharlau	UR01311000
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	Merck	1.05886.0500
NaCl	Merck	1.06400.5000
Gliserin	Merck	1.04091.2500
Etil alkol	Teknik	

Çizelge 3.3. Araştırmada kullanılan besiyerleri

<b>Besiyeri</b>	<b>Marka</b>	<b>Kod</b>
Nutrient broth	Merck	1.05443.0500
Nutrient agar	Biomark	1.05450.0500

### 3.1.3. Hazırlanan Besiyerleri ve Bileşenleri

L-sistein üreten bakterilerin izolasyonunda 4 farklı Basal Medium Agar (BM1, BM2, BM3, BM4) kullanılmıştır. Basal Medium bileşimleri Çizelge 3.4’de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Basal medium bileşimi (Shakoori ve ark., 2012)

<b>Bileşen(g/L)</b>	<b>BM1</b>	<b>BM2</b>	<b>BM3</b>	<b>BM4</b>
Glikoz	10g	1g	20g	-
Pepton	-	10	-	1g
Maya ekstraktı	-	-	5g	2g
Et ekstraktı	1g	2g	-	-
NaCl	-	-	-	2,5g
CaCO <sub>3</sub>	-	-	10g	-
Distile su	1000ml	1000ml	1000ml	1000ml



Yüksek miktarda l-sistein üreten bakterilerin ayrımını yapabilmek amacıyla kullanılan glikoz besiyeri ve üre besiyeri bileşenleri Çizelge 3.5’de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Glikoz ve üre besiyeri bileşimi (Shakoori ve ark, 2012)

Bileşen(g/L)	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Glikoz	0.2g	5.0g
Üre	-	8.0g
Pepton	2.0g	2.0g
Et Ekstraktı	2.0g	2.0g
CaCO <sub>3</sub>	3.0g	-
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2.0g	-
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	-	0.2g
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.5g	0.5g
Fenol kırmızısı	0.015g	0.015g
Distile su	1000ml	1000ml

#### 3.1.4. Çözelti ve Boyalar

Çalışmada kullanılan çözeltiler ve boyalar Çizelge 3.6’da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Kullanılan boya ve çözeltiler

Boya Çözeltisi	Hazırlanışı
Kristal viyolet	0.5 g kristal viyolet 100 ml damıtık su içinde çözülür.
Safranin	0.5 g safranin 10 ml %95lik etil alkol içinde çözülür ve 100 ml damıtık su içinde çözülür.
Lugol çözeltisi	2 g potasyum iyodür, 300 ml damıtık su içinde çözülür. Bu çözeltiye iyice ezilmiş iyot kristali eklenir.

#### 3.2. Yöntem

Bu çalışma kapsamında l-sistein üreten bakteriler çeşitli ortamlardan araştırılmıştır. Bu amaçla l-sistein üreten bakterilerin izolasyonu için Hatay ilinden çeşitli doğal ortamlardan 3 çeşit atık su, 3 çeşit ağaç kabuğu, 4 çeşit yaprak, 3 çeşit toprak, farklı satış yerlerinden 1 çeşit kırmızıbiber, 1 çeşit zeytinyağı, 1 çeşit salça, 2 çeşit zeytin, 3 farklı çiğ süt, 2 farklı bal, 2 farklı yoğurt, 3 çeşit peynir olmak üzere toplamda 28 örnek steril kaplarda toplanarak muhafaza edilmiştir (Çizelge 3.7). 4 farklı içerikteki Basal mediumdan izolasyon sonucu 224 adet suş elde edilmiştir. Elde edilen bu suşların glikoz ve üre besiyeri olmak üzere iki farklı fermantasyon besiyerinde

gelişmesi sağlanarak, yüksek miktarda l-sistein üreten bakteriler ayrılmıştır. Bakterilerin gelişim gösterdiği pH'yı öğrenmek için her örneğin pH ölçümü ve bakterilerin 48 saat sonunda meydana gelen kuru ağırlık ölçümleri yapılmıştır. UV spektrofotometrede 560 nm'de absorbans ölçümleri belirlenmiş ve en yüksek miktarda l-sistein üreten suşlar seçilmiştir. Seçilen suşların mikroskopik olarak hücre şekilleri incelenmiş ve gram özellikleri belirlenmiş, MALDI-TOF MS yöntemi ile tanımlamaları yapılmıştır.

Çizelge 3.7. Çeşitli doğal ortamlardan ve satış yerlerinden temin edilen örnekler

Örnek	Örnek türü/kaynağı	Örnek	Örnek türü/kaynağı
Toprak 1	Altınçay deresi çevresi	Salça	Biber salçası
Toprak 2	Hazır toprak	Zeytin 1	Siyah zeytin
Toprak 3	Kampüs	Zeytin 2	Yeşil zeytin
Peynir 1	Sürk peyniri	Yaprak 1	Çınar yağrağı
Peynir 2	Taze peynir	Yaprak 2	Gül yaprağı
Peynir 3	Erzincan tulumu	Yaprak 3	Defne yaprağı (kuru)
Yoğurt	Ev yoğurdu	Yaprak 4	Defne yaprağı (taze)
Tuzlu yoğurt	Koyun sütü	Ağaç kabuğu 1	Çınar ağacı
Bal 1	Çiçek balı (hazır)	Ağaç kabuğu 2	Gül ağacı
Bal 2	Çiçek balı (doğal)	Ağaç kabuğu 3	Çam ağacı
Süt 1	İnek sütü	Zeytinyağı	Satış yeri
Süt 2	İnek sütü	Atık su 1	Asi nehri
Süt 3	İnek sütü	Atık su 2	Altınçay deresi
Kırmızıbiber	Taze	Atık su 3	Kampüs(süs havuzu)

### 3.2.1. L-Sistein Üreten Bakterilerin İzolasyonu

L-sistein üreten bakteriler, dört farklı Basal Medium Agar (BM1, BM2, BM3, BM4) kullanılarak izole edilmiştir. Örneklerin her biri için  $10^{-5}$ 'e kadar peptonlu fizyolojik su ile dilüsyon serisi hazırlanmıştır. 90 ml'lik  $10^{-1}$ 'lik dilüsyon sıvısına 10 gr örneğin tartımı yapılmış ve bu dilüsyondan 1ml örnek alınarak 9 ml dilüsyon sıvısına aktarılmıştır. Bu işlem  $10^{-5}$  dilüsyona kadar tekrarlanmıştır. Daha sonra farklı dilüsyonlardan örnek alınarak, dört farklı Basal Medium Agara yayma ekim yöntemi kullanılarak ekim yapılmıştır. Daha sonra petriler,  $30^{\circ}\text{C}$ 'de, 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda gelişen farklı bakteri kolonileri belirlenmiş ve bu koloniler öze yardımı ile alınarak tek koloni düşürme tekniği uygulanmıştır. Bu işlemler sonucunda 28 örnekten toplamda 224 adet suş izole edilmiştir.

Tek koloni düşürme tekniği uygulanan izolatlar, %30'luk gliserol çözeltisi ve nutrient broth içeren endorf tüplerde -20°C'de depolanmıştır.

### **3.2.2. İzole Edilen Bakterilerin L-Sistein Üretim Miktarlarının Araştırılması**

İzole edilen bakterilerin l-sistein üretim miktarını araştırmak amacıyla ilk olarak, l-sistein standartı kullanılarak UV spektrofotometrede dalga boyu taraması yapılmış ve en yüksek absorbans değeri belirlenmiştir. Daha sonra farklı konsantrasyonlarda l-sistein çözeltileri hazırlanarak standart eğrisi hazırlanmıştır.

Daha sonraki işlem aşamasında, depolanan bakteri izolatları 5 ml nutrient broth besiyerinde (32°C'de 24 saat) aktiveleştirilmiş ve aktiveleştirilen örneklerden 1 ml alınarak 5 ml glikoz besiyeri ve 5 ml üre besiyerine aktarılmıştır. Ekim yapılan fermantasyon besiyerleri (glikoz besiyeri ve üre besiyeri), 37°C'de 96 saat inkübasyona bırakılmıştır. Besiyerlerinde gelişen izolatların l-sistein miktarlarını belirlemek amacıyla, UV spektrofotometrede absorbans ölçümü yapılmıştır. L-sistein miktarları, standart eğim kullanılarak g/L olarak hesaplanmıştır.

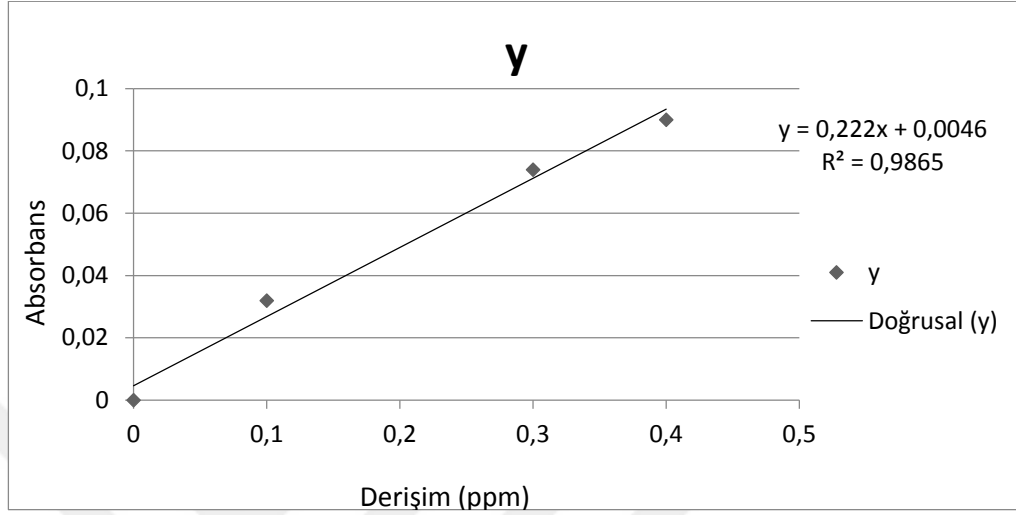
#### **3.2.2.1. L-Sisteinin En Yüksek Absorbans Değeri Belirlenmesi**

L-sisteinin en yüksek absorbans değerini belirlemek için l-sistein standartı kullanılmış ve UV spektrofotometrede dalga boyu taraması yapılarak en yüksek absorbans değeri araştırılmıştır. L-sistein standartı kullanılarak yapılan dalga boyu taraması sonucunda, en yüksek absorbans değeri 560 nm olarak saptanmıştır. Yapılan çeşitli araştırmalarda da l-sistein için en yüksek absorbans değeri 560 nm olarak belirlenmiştir (Gaitonde, 1967; Hullo ve ark., 2007; Liu ve ark., 2010; Kwiecien' ve ark., 2012; Jelaani ve ark., 2014)

#### **3.2.2.2. L-Sistein Standart Eğrisi**

L-sisteinin 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 mM çözeltileri hazırlanmıştır. Çözeltilerin hazırlanmasında saf su kullanılmıştır. Daha sonra farklı konsantrasyonlardaki l-sistein çözeltilerine asit ninhidrin yöntemi uygulanarak 560 nm dalga boyunda absorbans

değerleri belirlenmiş ve l-sistein standart eğrisi hazırlanmıştır. L-sistein standart eğrisindeki denklem kullanılarak, örneklerdeki l-sistein miktarı hesaplanmıştır. L-sistein miktarı bir litredeki gr örnek miktarı olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.1. L-sistein standart eğrisi

### 3.2.2.3. L-Sistein Analizi

Örneklerdeki l-sistein miktarını belirlemek amacıyla asit ninhidrin yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde amino asitlerin, ninhidrin ile reaksiyonu sonucu oluşan renk değişimlerine göre spektrofotometrik olarak ölçümü yapılmaktadır.

Asit ninhidrin yöntemini uygulamak için ninhidrin reaktifi hazırlanmıştır. Ninhidrin reaktifi hazırlamak amacıyla, 1 g ninhidrin üzerine 16 ml 0.6M (58.8g/L) fosforik asit ve 64 ml glacial asetik asit ilave edilerek karıştırılmıştır. Toplam 80 ml ninhidrin reaktifi elde edilmiştir (Shakoori ve ark., 2012).

Yöntemde, ilk olarak fermantasyon besiyerlerinde (glüköz besiyeri ve üre besiyeri) gelişen suşlara, inkübasyon süresi sonunda 2000 rpm (2500xg)'de 5 dk santrifüj işlemi uygulanmıştır. Santrifüj işleminin ardından, süpernatant alınarak membran filtreden (0.45µm) geçirilmiştir. Süpernatant, pyrex cam tüplere aktarılmış ve ardından üzerine ninhidrin reaktifi (550µl) ilave edilmiştir. Daha sonra pyrex cam tüpler, 100°C su banyosunda 1 saat bekletilmiştir. Örnekler oda sıcaklığına gelene kadar soğutulduktan sonra üzerine 1600µl glacial asetik asit ilave edilmiştir. Hazırlanan örneklerin UV

spektrofotometrede, 560 nm'de absorbans ölçümleri yapılmıştır (Gaitonde, 1967; Shakoori ve ark., 2012).

#### **3.2.2.4. pH Analizi**

Glikoz ve üre besiyerinde gelişen örneklerin fermentasyon süresi sonundaki pH değerleri, pH metre cihazı kullanılarak ölçülmüştür.

#### **3.2.2.5. Toplam Kuru Madde Analizi**

Glikoz ve üre besiyerinde gelişen örnekler, 2000 rpm'de 5 dk santrifüj edilmiş ve supernatant uzaklaştırılmıştır. Tüplerdeki pellet üzerine 1 ml saf su ilave edilerek tekrardan 2000 rpm'de 5 dk santrifüj işlemi uygulanmıştır. Ardından pellet üzerindeki sıvı ortamdan uzaklaştırılmıştır. Daha sonra pellete 1 ml saf su ilave edilmiş ve etüvde kurularak (105°C'de 3 saat) sabit ağırlığı belirlenmiş cam petrilere aktarılmıştır. Örnekler, 70°C'de 48 saat etüvde bekletildikten sonra hassas terazide kuru ağırlıkları ölçülmüştür.

Boş kap ağırlığı, yaş ağırlığı ve kuru ağırlığı tartılan örneklerin % kuru madde ağırlığını hesaplamak için aşağıdaki (3.1) formül kullanılmıştır.

$$\% \text{Kuru madde} = \left( \frac{M3 - M1}{M2 - M1} \right) \times 100 \quad (3.1)$$

M1: Kurutulmuş boş kurutma kabının ağırlığı (g)

M2: İçerisinde örnek bulunan kurutma kabının kurutma işlemi öncesi ağırlığı (g)

M3: İçerisinde deney örneği, kurutma kabının kurutma işlemi sonrası ağırlığı (g)

#### **3.2.3. Yüksek Miktarda L-Sistein Üreten Bakterilerin Morfolojik Özelliklerinin İncelenmesi ve Tanımlanması**

L-sistein analiz sonuçlarına göre, her iki besi ortamında yüksek miktarda l-sistein üreten bakteri suşları belirlenmiş ve bu suşların mikroskopik olarak hücre şekli

incelenmiştir. Ayrıca gram boyama uygulanarak gram özellikleri belirlenmiştir (Temiz, 2010). Bakteri suşlarının tanımlamaları, MALDI-TOF MS yöntemiyle yapılmıştır.

### **3.2.3.1. Bakteri Suşlarının Hücre Şekli ve Gram Özelliklerinin Belirlenmesi**

Seçilen bakteri suşlarının hücre şekli ve gram özellikleri, gram boyama uygulanarak ışık mikroskopunda 100'lük objektif ile incelenmiştir (Temiz, 2010). Bakteri suşlarının mikroskopik görüntüleri 40'lık objektif ile elde edilmiştir.

### **3.2.3.2. Bakteri Suşlarının MALDI-TOF MS Yöntemiyle Tanımlanması**

Yüksek miktarda l-sistein üretimi yapan bakteri suşlarının MALDI-TOF MS ile tanımlaması yapılmıştır. Araştırma Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bitki Sağlığı Kliniği Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde yürütülmüştür. MALDI-TOF MS (Matrix assisted laser desorption ionization-time of flight mass spectrometry) yönteminde bakterilerin etanol formik asit ekstraksiyonu yöntemi ile proteinleri elde edilmiş ve protein parmak izi eşleşmesinin kütüphane taraması yapılarak tanımlamaları yapılmıştır (Chalupová ve ark., 2014; Carolis ve ark., 2012; Uysal ve ark., 2018).

#### **4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA**

Bu çalışmada, l-sistein üreten bakteriler çeşitli doğal kaynaklardan izole edilmiştir. İzole edilen suşlar, glikoz ve üre besiyerlerinde inkübe edilmiş ve inkübasyon sonunda suşların l-sistein üretim miktarı, pH değeri ve toplam kurumadde miktarı belirlenmiştir. Yüksek miktarda l-sistein ürettiği belirlenen suşların mikroskopik özellikleri incelenmiş ve MALDI-TOF MS yöntemi ile tanımlamaları yapılmıştır.

##### **4.1. L-sistein Üreten Bakterilerin İzolasyon Sonuçları**

L-sistein üreten bakterilerin izolasyonu için doğal kaynaklardan atık su, ağaç kabuğu, yaprak, toprak ve çeşitli satış yerlerinden taze kırmızıbiber, zeytinyağı, salça, zeytin, çiğ süt, bal, yoğurt, peynir olmak üzere toplamda 28 örnek temin edilmiştir. Bu örneklerden farklı koloni özelliği gösteren 224 adet suş elde edilmiştir.

Araştırmada sistein üreten mikroorganizmaların izolasyon kaynakları ve bu kaynaklardan izole edilen suşlar Çizelge 4.1’de verilmiştir. Yaptığımız araştırmada izole edilen bakteri suşlarının %12.1’i peynir, %9.8’i süt, %3.1’i yoğurt, %1.3’ü tuzlu yoğurt, %8.9’u bal, %10.7’si toprak, %5.8’i zeytin, %2.7’si salça, %14.7’si atık su, %17.4’ü yaprak, %1.8’i kırmızıbiber ve %0.9’u zeytinyağı örneklerinden elde edilmiştir. En yüksek sayıda izolasyon yaprak örneğinden (39), en düşük sayıda izolasyon zeytinyağı örneğinden (2) yapılmıştır.

Yapılan çalışmalarda su, atık su, süt, bal, toprak, yoğurt (Ali ve ark., 2011; Shakoori ve ark., 2012) gibi benzer kaynaklardan sistein üreten mikroorganizmaların izole edildiği belirtilmiştir. Yaptığımız araştırmada bu kaynaklardan farklı olarak ağaç kabuğu, yaprak, kırmızıbiber, zeytinyağı, zeytin, salça, peynirden izolasyon yapılmıştır.

Ali ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada sudan 100, topraktan 250, süttten 50, baldan 60, atık sudan 50 olmak üzere toplamda 510 farklı koloni özelliği gösteren suş elde etmişlerdir. 510 adet suşun 9’u sistein üretme kabiliyetinde olmak üzere 262 tanesinin aminoasit ürettiğini bildirmişlerdir. Shakoori ve ark. (2012), yaptıkları çalışmada toplamda elde ettikleri 65 adet farklı koloni özelliği gösteren suşların 4 tanesini yoğurttan, 21 tanesini topraktan, 10 tanesini süttten, 5 tanesini baldan, 25

tanmesini atık sudan izole ettiklerini ve 65 adet suşun 5'i sistein üretme kabiliyetinde olmak üzere 19 tanesinin aminoasit ürettiğini belirtmişlerdir.

Çizelge 4.1. L-sistein üretimi yapan suşlar ve izole edildiği kaynaklar

<b>İzole edilen kaynak</b>	<b>İzolasyon sayısı</b>	<b>Bakteri suş no</b>
Peynir 1	7	S1, S15, S17, S65, S66, S81, S82
Peynir 2	7	S127, S128, S136, S165, S166, S167, S168
Peynir 3	13	S119, S120, S121, S130, S131, S132, S140, S141, S142, S145, S155, S163, S164
Süt 1	6	S2, S7, S8, S58, S69, S79
Süt 2	5	S87, S112, S114, S115, S116
Süt 3	11	S134, S137, S138, S139, S147, S151, S152, S153, S154, S161, S162
Yoğurt	7	S5, S49, S50, S62, S63, S64, S68
Tuzluyoğurt	3	S143, S149, S150
Bal 1	9	S3, S16, S55, S56, S61, S73, S75, S76, S80
Bal 2	11	S14, S215, S216, S217, S218, S219, S220, S221, S222, S223, S224
Toprak 1	9	S4, S6, S18, S19, S22, S23, S70, S72, S77
Toprak 2	8	S10, S11, S24, S25, S67, S74, S78, S83
Toprak 3	7	S86, S91, S92, S93, S97, S98, S99
Zeytin 1	5	S21, S27, S59, S60, S71
Zeytin 2	8	S94, S102, S103, S104, S105, S106, S109, S110
Salça	6	S9, S12, S13, S20, S26, S57
Atık su1	9	S35, S36, S37, S38, S43, S44, S46, S51, S52
Atık su 2	16	S28, S29, S30, S31, S32, S33, S34, S39, S40, S41, S42, S45, S47, S48, S53, S54
Atık su3	8	S190, S191, S192, S193, S194, S195, S196, S197
Ağaç kabuğu 1	9	S84, S85, S95, S96, S100, S107, S108, S113, S117
Ağaç kabuğu 2	6	S88, S89, S90, S101, S111, S118
Ağaç kabuğu 3	9	S129, S133, S135, S148, S156, S157, S158, S159, S160
Yaprak1	8	S172, S174, S175, S178, S181, S182, S183, S185
Yaprak2	10	S173, S176, S177, S179, S180, S184, S186, S187, S188, S189
Yaprak3	10	S122, S123, S124, S125, S126, S144, S146, S169, S170, S171
Yaprak4	11	S198, S199, S200, S201, S202, S203, S206, S208, S209, S212, S214
Kırmızıbiber	4	S204, S205, S211, S213
Zeytinyağı	2	S207, S210



#### 4.2. L-Sistein Analiz Sonuçları

Çeşitli ortamlardan izole edilen suşların glikoz ve üre besiyerinde gelişimi sonunda belirlenen l-sistein miktarları Çizelge 4.2 -Çizelge 4.12’de verilmiştir.

İzole edilen suşlarda l-sistein üretim miktarı ortalamaları 0.096 g/L ile 0.001 g/L aralığında belirlenmiştir. Çeşitli örnek gruplarında üretilen l-sisteinin belirlenen ortalama miktarlarına göre, zeytinde en yüksek, kırmızıbiber ve zeytinyağında en düşük ortalamalar belirlenmiştir. Peynir, yoğurt, bal, toprak, salça, atık su, ağaç kabuğu, yaprak ve sütte l-sistein ortalamaları yakın değerler olarak saptanmıştır.

L-sistein üretim miktarı en yüksek 0.181 g/L ile yaprak 4 örneğinde, en düşük miktarı ise 0.001 g/L ile yaprak 1 ve zeytinyağı örneklerinde saptanmıştır. Glikoz besiyerinde gelişen S128 ve S34 nolu suşlarda l-sistein üretimi saptanmamıştır. Ayrıca, üre besiyerinde gelişen S7, S18, S56, S85, S98, S150, S169, S177 ve S217 nolu suşlarda l-sistein üretimi saptanmamıştır.

Ali (2008), Ali ve ark. (2011) maksimum üretimi 8.76 g/L ile atık sudan izole edilen MM5 suşu, minimum üretimi ise 0.19 g/L ile atık sudan izole edilen MM2 ve topraktan izole edilen MM4 suşu olduğunu bildirmiştir. Shakoori ve ark. (2012), atık sudan izole edilen A1 suşunun ürettiği en yüksek miktardaki l-sisteinin 13.28 g/L, topraktan izole edilen S6 suşunun ürettiği en düşük miktardaki l-sisteinin 0.4 g/L olduğu belirtilmiştir. Araştırmada saptadığımız l-sistein miktarlarının önceki çalışmalarda belirtilen sonuçlardan daha düşük olarak tespit edilmiştir. L-sistein üretim miktarının, kullanılan besiyeri ortamı ve bileşimi, ayrıca mikroorganizmanın gelişim koşullarına bağlı olarak değişebileceği değerlendirilmektedir.

Çizelge 4.2’de peynir örneklerinden izole edilen suşlarda l-sistein üretim miktarı belirtilmiştir. Peynir örneklerinde, en yüksek l-sistein miktarı, üre besiyerinde gelişen S127 nolu suşta 0.096 g/L olarak elde edilmiştir. En düşük l-sistein miktarı ise üre besiyerinde gelişen S140 nolu suşta 0.002 g/L olarak belirlenmiştir. Glikoz besiyerinde gelişen S128 nolu suş tarafından l-sistein üretimi saptanmamıştır.

Çizelge 4.2. Peynir örneklerinden izole edilen suşların l-sistein analiz sonuçları

Örnek	Suş No	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Peynir 1	S1	0.035±0.008	0.014±0.000
	S15	0.019±0.021	0.044±0.050
	S17	0.006±0.002	0.007±0.002
	S65	0.031±0.005	0.018±0.007
	S66	0.035±0.013	0.014±0.004
	S81	0.028±0.008	0.006±0.000
	S82	0.029±0.005	0.026±0.003
Peynir 2	S127	0.033±0.016	0.096±0.059
	S128	0.000±0.000	0.012±0.004
	S136	0.014±0.006	0.006±0.000
	S165	0.021±0.011	0.006±0.000
	S166	0.016±0.012	0.015±0.010
	S167	0.029±0.007	0.010±0.008
	S168	0.020±0.002	0.005±0.001
Peynir 3	S119	0.049±0.007	0.013±0.002
	S120	0.024±0.005	0.008±0.005
	S121	0.014±0.002	0.004±0.001
	S130	0.031±0.010	0.010±0.002
	S131	0.050±0.007	0.020±0.001
	S132	0.061±0.010	0.007±0.001
	S140	0.007±0.001	0.002±0.002
	S141	0.014±0.003	0.010±0.004
	S142	0.010±0.001	0.011±0.003
	S145	0.038±0.000	0.012±0.002
	S155	0.026±0.014	0.007±0.003
	S163	0.018±0.008	0.004±0.002
	S164	0.023±0.001	0.011±0.002
	Ortalama	0.025±0.014	0.015±0.018

n=2

Yoğurt örneklerinden izole edilen suşlarda l-sistein üretim miktarı Çizelge 4.3’de verilmiştir. Yoğurt örneğinden izole edilen ve glikoz besiyerinde gelişen S64 nolu suşta en yüksek l-sistein miktarı 0.035 g/L olarak bulunmuştur. En düşük l-sistein miktarı ise, glikoz besiyerinde gelişen S5 nolu suşta 0.008 g/L olarak belirlenmiştir. Üre besiyerinde gelişen S150 nolu suş tarafından l-sistein üretimi saptanmamıştır.

Çizelge 4.3. Yoğurt örneklerinden izole edilen suşların l-sistein analiz sonuçları

Örnek	Suş No	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Yoğurt	S5	0.003±0.012	0.019±0.009
	S49	0.029±0.010	0.008±0.001
	S50	0.032±0.003	0.030±0.002
	S62	0.023±0.001	0.018±0.007
	S63	0.025±0.004	0.018±0.006
	S64	0.035±0.011	0.013±0.002
	S68	0.029±0.002	0.011±0.005
	Tuzlu yoğurt	S143	0.022±0.004
S149		0.013±0.002	0.010±0.000
S150		0.021±0.001	0.000±0.005
Ortalama		0.023±0.009	0.013±0.008

n=2

Çizelge 4.4’de bal örneklerinde belirlenen l-sistein üretim miktarları verilmiştir. Glikoz besiyerinde gelişen S76 nolu suшта, en yüksek l-sistein miktarı (0.054 g/L) bulunmuştur. Üre besiyerinde gelişen S215 nolu suş tarafından üretilen en düşük l-sistein miktarı (0.001 g/L) bulunmuştur. S217 ve S56 nolu suşlarda (üre besiyerinde) ise l-sistein üretimi saptanmamıştır.

Çizelge 4.4. Bal örneklerinden izole edilen suşların l-sistein analiz sonuçları

Örnek	Suş No	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Bal 1	S3	0.029±0.007	0.007±0.001
	S16	0.018±0.009	0.008±0.002
	S55	0.011±0.003	0.015±0.000
	S56	0.009±0.002	0.000±0.009
	S61	0.002±0.008	0.009±0.005
	S73	0.013±0.003	0.004±0.005
	S75	0.031±0.005	0.013±0.011
	S76	0.054±0.028	0.016±0.002
	S80	0.036±0.011	0.004±0.000
Bal 2	S14	0.015±0.005	0.011±0.000
	S215	0.037±0.003	0.001±0.001
	S216	0.019±0.009	0.014±0.006
	S217	0.024±0.020	0.000±0.000
	S218	0.011±0.005	0.008±0.007
	S219	0.008±0.001	0.011±0.013
	S220	0.036±0.031	0.016±0.004

Çizelge 4.4 (Devam). Bal örneklerinden izole edilen suşların l-sistein analiz sonuçları

Örnek	Suş No	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Bal 2	S221	0.025±0.005	0.014±0.004
	S222	0.026±0.030	0.010±0.005
	S223	0.031±0.008	0.017±0.001
	S224	0.013±0.013	0.010±0.001
	Ortalama	0.022±0.013	0.009±0.005

n=2

Ali ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada, bal örneğinde 1g/L ve üzerinde amino asit üreten 2 suş, 0.1 g/L ile 0.9 g/L amino asit üreten 3 suş, 0.005 g/L ile 0.01 g/L amino asit üreten 5 suş, 0.001 g/L ile 0.005 g/L amino asit üreten 5 suş ve <0.001 g/L amino asit üreten 45 suş izole edildiğini belirtmişlerdir. İzole edilen suşların ürettiği l-sistein miktarını 0.2g/L ile 2.0g/L aralığında saptadıklarını açıklamışlardır.

Çizelge 4.5’de toprak örneklerinde belirlenen l-sistein üretim miktarları verilmiştir. Glikoz besiyerinde gelişen S93 nolu suşta en yüksek l-sistein üretim miktarı 0.059 g/L, üre besiyerinde gelişen S4 nolu suşta en düşük l-sistein miktarı 0.001 g/L olarak belirlenmiştir. Üre besiyerinde gelişen S18 ve S98 nolu suşlarda l-sistein üretimi saptanmamıştır.

Çizelge 4.5. Toprak örneklerinden izole edilen suşların l-sistein analiz sonuçları

Örnek	Suş No	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Toprak 1	S4	0.009±0.003	0.001±0.001
	S6	0.021±0.001	0.007±0.001
	S18	0.009±0.004	0.000±0.001
	S19	0.011±0.003	0.011±0.002
	S22	0.012±0.000	0.006±0.001
	S23	0.021±0.002	0.009±0.001
	S70	0.021±0.007	0.008±0.001
	S72	0.029±0.024	0.009±0.010
	S77	0.035±0.007	0.012±0.007
Toprak 2	S10	0.004±0.003	0.011±0.002
	S11	0.014±0.003	0.011±0.003
	S24	0.006±0.002	0.002±0.002
	S25	0.016±0.010	0.013±0.027
	S67	0.019±0.009	0.017±0.012

Çizelge 4.5 (Devam). Toprak örneklerinden izole edilen suşların l-sistein analiz sonuçları

Örnek	Suş No	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Toprak 2	S74	0.042±0.029	0.010±0.007
	S78	0.031±0.030	0.018±0.003
	S83	0.021±0.003	0.021±0.009
Toprak 3	S86	0.045±0.021	0.049±0.011
	S91	0.037±0.023	0.006±0.001
	S92	0.012±0.004	0.006±0.008
	S93	0.059±0.006	0.028±0.000
	S97	0.045±0.036	0.008±0.010
	S98	0.019±0.018	0.000±0.004
	S99	0.027±0.003	0.014±0.002
	Ortalama	0.024±0.014	0.011±0.010

n=2

Ali ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada, toprak örneğinde 1g/L ve üzerinde amino asit üreten 5 suş, 0.1 g/L ile 0.9 g/L amino asit üreten 19 suş, 0.005 g/L ile 0.01 g/L arasında amino asit üreten 37 suş, 0.001 g/L ile 0.005 g/L arasında amino asit üreten 26 suş ve <0.001 g/L arasında amino asit üreten 92 suş izole edildiğini belirtmiştir. İzole edilen suşlar tarafından 0.19 g/L l-sistein üretimi saptadıklarını açıklamışlardır. Yaptıkları çalışmada, inceledikleri örnekler arasında en düşük l-sistein üretiminin topraktan izole edilen suş tarafından yapıldığını belirlemişlerdir.

Çizelge 4.6'da, zeytin örneklerinden izole edilen suşlarda l-sistein üretim miktarı verilmiştir. Üre besiyerinde gelişen S103 nolu suшта en yüksek l-sistein miktarı 0.064 g/L, S110 nolu suшта en düşük l-sistein miktarı 0.007g/L olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. Zeytin örneklerinden izole edilen suşların l-sistein analiz sonuçları

Örnek	Suş No	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Zeytin 1	S21	0.026±0.001	0.015±0.005
	S27	0.028±0.011	0.020±0.010
	S59	0.025±0.006	0.010±0.004
	S60	0.025±0.002	0.012±0.003
	S71	0.034±0.034	0.011±0.002
Zeytin2	S94	0.054±0.004	0.022±0.008
	S102	0.038±0.000	0.016±0.001
	S103	0.023±0.007	0.064±0.049

Çizelge 4.6 (Devam). Zeytin örneklerinden izole edilen suşların l-sistein analiz sonuçları

Örnek	Suş No	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Zeytin 2	S104	0.044±0.025	0.017±0.006
	S105	0.024±0.023	0.009±0.005
	S106	0.035±0.025	0.014±0.005
	S109	0.029±0.014	0.022±0.008
	S110	0.017±0.014	0.007±0.002
	Ortalama	0.031±0.010	0.018±0.014

n=2

Kırmızıbiber, zeytinyağı ve salça örneklerinden incelenen izole suşların l-sistein üretim miktarları Çizelge 4.7’de verilmiştir. Bu örnekler arasında salça örneğinden izole edilen S57 nolu suшта (glikoz besiyeri) en yüksek l-sistein miktarı 0.038 g/L olarak tespit edilmiştir. Zeytinyağı örneğinden izole edilen S207 nolu suшта (üre besiyeri) ise en düşük l-sistein miktarı 0.002 g/L olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.7. Kırmızıbiber, zeytinyağı, salça örneklerinden izole edilen suşların l-sistein analiz sonuçları

Örnek	Suş No	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Kırmızıbiber	S204	0.010±0.002	0.004±0.005
	S205	0.031±0.000	0.012±0.005
	S211	0.008±0.001	0.008±0.000
	S213	0.026±0.003	0.005±0.002
	Ortalama	0.019±0.011	0.007±0.004
Zeytinyağı	S207	0.014±0.011	0.002±0.001
	S210	0.014±0.010	0.009±0.010
	Ortalama	0.014±0.001	0.005±0.005
Salça	S9	0.037±0.015	0.016±0.008
	S12	0.013±0.012	0.003±0.000
	S13	0.012±0.020	0.006±0.004
	S20	0.024±0.000	0.019±0.009
	S26	0.019±0.002	0.010±0.004
	S57	0.038±0.010	0.025±0.000
	Ortalama	0.024±0.012	0.013±0.008

n=2

Atık sulardan izole edilen suşlarda l-sistein üretim miktarları Çizelge 4.8’de verilmiştir. Üre besiyerinde gelişen S54 nolu suшта en yüksek l-sistein miktarı 0.075 g/L,

üre besiyerinde gelişen S34 nolu suşta ise en düşük l-sistein miktarı 0.004 g/L olarak belirlenmiştir. Glikoz besiyerinde gelişen S34 suş tarafından l-sistein üretimi tespit edilmemiştir.

Ali ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada, atık su örneklerinden 1g/L ve üzerinde amino asit üreten 2 suş, 0.1 g/L ile 0.9 g/L arasında amino asit üreten 4 suş, 0.005 g/L ile 0.01 g/L arasında amino asit üreten 4 suş, 0.001 g/L ile 0.005 g/L arasında amino asit üreten 2 suş ve <0.001 g/L amino asit üreten 38 suş izole edildiğini belirtmişlerdir. İzole edilen suşların üretim yaptıkları sistein miktarlarını 0.2g/L ile 8.8g/L aralığında saptadıklarını açıklamışlardır.

Çizelge 4.8. Atık su örneklerinden izole edilen suşların l-sistein analiz sonuçları

Örnek	Suş No	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Atık su 1	S35	0.017±0.029	0.025±0.004
	S36	0.013±0.001	0.008±0.005
	S37	0.025±0.004	0.017±0.003
	S38	0.029±0.017	0.016±0.002
	S43	0.024±0.000	0.009±0.002
	S44	0.025±0.004	0.011±0.008
	S46	0.032±0.014	0.018±0.015
	S51	0.047±0.016	0.012±0.003
	S52	0.042±0.012	0.015±0.000
	Atık su 2	S28	0.020±0.009
S29		0.029±0.003	0.026±0.007
S30		0.010±0.001	0.012±0.015
S31		0.020±0.003	0.008±0.006
S32		0.022±0.014	0.015±0.003
S33		0.013±0.000	0.008±0.001
S34		0.000±0.003	0.004±0.005
S39		0.031±0.002	0.014±0.004
S40		0.025±0.008	0.008±0.001
S41		0.024±0.008	0.051±0.064
S42		0.028±0.007	0.015±0.002
S45		0.023±0.005	0.008±0.000
S47		0.022±0.005	0.008±0.002
S48		0.031±0.003	0.016±0.003
S53	0.035±0.011	0.011±0.001	
S54	0.027±0.003	0.075±0.015	

Çizelge 4.8 (Devam). Atık su örneklerinden izole edilen suşların l-sistein analiz sonuçları

Örnek	Suş No	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Atık su 3	S190	0.027±0.002	0.014±0.002
	S191	0.014±0.012	0.019±0.002
	S192	0.017±0.002	0.015±0.002
	S193	0.013±0.000	0.021±0.022
	S194	0.018±0.004	0.026±0.002
	S195	0.031±0.038	0.013±0.005
	S196	0.006±0.005	0.014±0.002
	Ortalama	0.023±0.010	0.017±0.014

n=2

Çizelge 4.9'da, ağaç kabuğu örneklerinden izole edilen suşlarda l-sistein üretim miktarları verilmiştir. Üre besiyerinde gelişen S117 nolu suшта en yüksek l-sistein üretim miktarı 0.053g/L, üre besiyerinde gelişen S157 nolu suшта en düşük l-sistein miktarı 0.004g/L olarak belirlenmiştir. Üre besiyerinde gelişen S85 nolu suшта ise l-sistein üretimi saptanmamıştır.

Çizelge 4.9. Ağaç kabuğu örneklerinden izole edilen suşların l-sistein analiz sonuçları

Örnek	Suş No	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Ağaç kabuğu 1	S84	0.007±0.008	0.006±0.005
	S85	0.037±0.016	0.000±0.007
	S95	0.028±0.002	0.022±0.000
	S96	0.042±0.030	0.037±0.003
	S100	0.033±0.004	0.034±0.003
	S107	0.014±0.005	0.009±0.002
	S108	0.019±0.012	0.011±0.003
	S113	0.031±0.011	0.022±0.008
	S117	0.020±0.020	0.053±0.023
Ağaç kabuğu 2	S88	0.019±0.008	0.031±0.003
	S89	0.011±0.033	0.010±0.000
	S90	0.040±0.003	0.017±0.002
	S101	0.024±0.006	0.049±0.010
	S111	0.016±0.005	0.009±0.002
	S118	0.019±0.002	0.008±0.002
Ağaç kabuğu 3	S129	0.025±0.008	0.012±0.014
	S133	0.024±0.015	0.016±0.002
	S135	0.037±0.024	0.006±0.000



Çizelge 4.9 (Devam). Ağaç kabuğu örneklerinden izole edilen suşların l-sistein analiz sonuçları

Örnek	Suş No	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Ağaç kabuğu 3	S148	0.015±0.014	0.006±0.009
	S156	0.028±0.001	0.011±0.003
	S157	0.037±0.000	0.004±0.002
	S158	0.025±0.012	0.006±0.004
	S159	0.029±0.027	0.008±0.002
	S160	0.022±0.017	0.008±0.005
	Ortalama	0.025±0.009	0.016±0.014

n=2

Yaprak örneklerinden izole edilen suşlarda l-sistein üretim miktarı Çizelge 4.10'da verilmiştir. Glikoz besiyerinde gelişen S209 nolu suшта en yüksek l-sistein üretim miktarı 0.096g/L, üre besiyerinde gelişen S198 nolu suшта en düşük l-sistein üretim miktarı 0.001g/L olarak belirlenmiştir. Üre besiyerinde gelişen S169 ve S177 nolu suşlarda l-sistein üretimi belirlenmemiştir.

Çizelge 4.10. Yaprak örneklerinden izole edilen suşların l-sistein analiz sonuçları

Örnek	Suş No	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Yaprak 1	S172	0.044±0.010	0.009±0.000
	S174	0.004±0.000	0.014±0.000
	S175	0.013±0.000	0.009±0.003
	S178	0.014±0.009	0.010±0.010
	S181	0.020±0.001	0.010±0.000
	S182	0.028±0.007	0.011±0.000
	S183	0.038±0.003	0.007±0.001
	S185	0.020±0.001	0.005±0.005
	Yaprak 2	S173	0.019±0.008
S176		0.019±0.002	0.008±0.002
S177		0.015±0.007	0.000±0.001
S179		0.022±0.005	0.018±0.006
S180		0.040±0.001	0.020±0.007
S184		0.037±0.020	0.023±0.005
S186		0.011±0.003	0.012±0.001
S187		0.016±0.002	0.017±0.004
S188		0.021±0.002	0.013±0.003
Yaprak 3	S189	0.026±0.007	0.016±0.001
	S122	0.045±0.007	0.016±0.002

Çizelge 4.10 (Devam). Yaprak örneklerinden izole edilen suşların l-sistein analiz sonuçları

Örnek	Suş No	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Yaprak 3	S123	0.025±0.017	0.010±0.009
	S124	0.021±0.019	0.011±0.000
	S125	0.014±0.001	0.017±0.017
	S126	0.014±0.001	0.005±0.004
	S144	0.013±0.002	0.004±0.000
	S146	0.013±0.007	0.004±0.001
	S169	0.014±0.005	0.000±0.001
	S170	0.005±0.002	0.006±0.002
	S171	0.010±0.002	0.007±0.010
	Yaprak 4	S198	0.013±0.018
S199		0.013±0.000	0.003±0.002
S200		0.008±0.019	0.013±0.005
S201		0.020±0.004	0.019±0.000
S202		0.016±0.007	0.008±0.005
S203		0.027±0.020	0.011±0.017
S206		0.005±0.002	0.004±0.001
S208		0.012±0.002	0.013±0.005
S209		0.096±0.120	0.013±0.003
S212		0.027±0.027	0.011±0.001
S214		0.027±0.019	0.011±0.006
Ortalama		0.022±0.016	0.010±0.006

n=2

Çizelge 4.11’de süt örneklerinden izole edilen suşlarda l-sistein analiz sonuçları verilmiştir. Glikoz besiyerinde gelişen S116 nolu suşta en yüksek l-sistein miktarı 0.050g/L, üre besiyerinde gelişen S147 nolu suşta en düşük l-sistein miktarı 0.003 g/L olarak belirlenmiştir. Üre besiyerinde gelişen S7 nolu suşta l-sistein üretimi tespit edilmemiştir.

Ali ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada, süt örneğinde amino asitüreten 5 suş izole edildiğini ve sistein miktarlarının <0.001 g/L olarak belirlendiğini açıklamışlardır.

Çizelge 4.11. Süt örneklerinden izole edilen suşların l-sistein analiz sonuçları

Örnek	Suş No	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Süt 1	S2	0.018±0.009	0.011±0.003
	S7	0.021±0.012	0.000±0.007

Çizelge 4.11 (Devam). Süt örneklerinden izole edilen suşların l-sistein analiz sonuçları

Örnek	Suş No	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Süt 1	S8	0.024±0.007	0.011±0.001
	S58	0.027±0.002	0.017±0.006
	S69	0.035±0.010	0.010±0.000
	S79	0.029±0.015	0.008±0.001
Süt 2	S87	0.008±0.014	0.004±0.003
	S112	0.026±0.003	0.009±0.001
	S114	0.015±0.002	0.020±0.000
	S115	0.012±0.011	0.011±0.001
	S116	0.050±0.010	0.021±0.002
Süt 3	S134	0.036±0.005	0.022±0.013
	S137	0.010±0.011	0.007±0.002
	S138	0.010±0.009	0.013±0.003
	S139	0.020±0.022	0.004±0.002
	S147	0.005±0.008	0.003±0.002
	S151	0.015±0.001	0.005±0.005
	S152	0.017±0.013	0.014±0.014
	S153	0.044±0.011	0.014±0.000
Süt 3	S154	0.047±0.007	0.010±0.002
	S161	0.014±0.007	0.011±0.007
	S162	0.018±0.012	0.005±0.004
	Ortalama	0.023±0.013	0.010±0.006

n=2

Araştırmada glikoz ve üre besiyerinde l-sistein üretimini, farklı örneklere göre değerlendirdiğimizde örneklerin çoğunluğunda (peynir, toprak, kırmızıbiber, salça, zeytinyağı, yoğurt, zeytin, bal atık su, süt) glikoz besiyerinde daha yüksek l-sistein ortalama miktarları saptanmıştır. Ayrıca örneklerde belirlenen l-sistein ortalamalarının toplamı karşılaştırıldığında, glikoz besiyerinde üre besiyerine göre daha yüksek miktarda l-sistein elde edildiği belirlenmiştir (Çizelge 4.12.). Besiyerinde üre katkısı suşların l-sistein üretiminin artışında etkili bulunmamıştır. Hem glikoz ve hem de üre besiyerinde en yüksek sistein miktarı 0.096 g/L olarak belirlenmiştir.

Shakoori ve ark. (2012), yaptıkları çalışmada en yüksek l-sistein miktarını glikoz besiyerinde gelişen suшта belirlediklerini açıklamışlardır. Ancak, farklı suşların, glikoz besiyerine göre üre besiyerinde daha yüksek miktarda l-sistein ürettiğini saptamışlardır. Ali (2008), en yüksek l-sistein üretimini üre besiyerinde tespit etmiştir. Ali ve ark.

(2011), yaptıkları çalışmada farklı besiyerlerinde l-sistein miktarının değiştiğini belirlemişlerdir.

Çizelge 4.12. Glikoz ve üre besiyerlerinde l-sistein ortalamalarının karşılaştırılması

<b>Besiyeri</b>	<b>En düşük</b>	<b>En yüksek</b>
Glikoz besiyeri	0	0.181
Üre besiyeri	0	0.138
Toplam	0	0.181

### **4.3. pH Analiz Sonuçları**

İzole edilen suşların glikoz ve üre besiyerinde 96 saatlik fermantasyon süresi sonunda pH değeri sonuçları Çizelge 4.13-Çizelge 4.23’de verilmiştir.

Araştırma sonucuna göre, besiyerlerinde gelişen suşların pH değeri 3.78 ile 9.49 aralığında saptanmıştır. İzole edilen suş türlerinin farklılığı ve çok çeşitli ortamlardan izolasyon yapılması, geniş aralıkta pH değerlerin belirlenmesinde etken oluşturmaktadır.

Çeşitli örnek gruplarında belirlenen pH değerlerinin ortalamalarına göre, yoğurt, toprak ve zeytinde pH değeri 5.11 ile 6.46 aralığında, süt, salça ve biberde pH değeri 4.22 ile 6.58 aralığında, peynir, atık su, bal, ağaç kabuğu, zeytinyağı ve yaprakta pH değeri 4.65 ile 5.96 aralığında belirlenmiştir. Geliştirilen suşlarda belirlenen pH değerinin, izole edildiği ürünün pH değeri ile yakınlığı değerlendirilmektedir.

En yüksek pH değeri 9.59 ile ağaç kabuğu 1 örneğinde (S113 nolu suş), en düşük pH değeri ise 3.46 ile atık su 2 örneğinde (S28 nolu suş) belirlenmiştir.

Ali (2008) ve Ali ve ark. (2011)’nin yaptıkları çalışmada en yüksek pH değerini 6.90 (MM2 atık su. MM7 toprak. MM8 bal suşları), en düşük pH değerini ise 5.89 (MM4 toprak suşu) olarak belirtmişlerdir. Shakoori ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada en yüksek pH değerini ortalama 7.16 (H suşu bal), en düşük pH değerini ortalama 7.00 (S6 suşu toprak) olarak bildirmişlerdir.

Çizelge 4.13’de peynir örneklerinden izole edilen suşlarda belirlenen pH değeri verilmiştir. Üre besiyerinde gelişen S128 nolu suшта en yüksek pH değeri 9.39, glikoz besiyerinde gelişen S120 nolu suшта ise en düşük pH değeri 3.91 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.13. Peynir örneklerinden izole edilen suşların pH analiz sonuçları

Örnek	Suş no	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Peynir 1	S1	3.99±0.04	5.01±0.03
	S15	4.04±0.04	5.33±0.00
	S17	4.16±0.13	4.78±0.01
	S65	6.42±0.22	7.51±0.35
	S66	7.19±0.07	7.65±0.08
	S81	6.63±0.27	6.79±0.05
	S82	4.98±0.28	7.34±0.06
Peynir 2	S127	4.95±0.03	7.12±0.01
	S128	5.87±0.19	9.39±0.05
	S136	4.48±0.13	5.67±0.23
	S165	4.91±0.83	4.78±0.43
	S166	4.13±0.01	4.74±0.31
	S167	4.36±0.00	7.04±0.06
	S168	4.07±0.04	5.45±0.10
Peynir 3	S119	4.29±0.04	4.38±0.04
	S120	3.91±0.01	4.07±0.00
	S121	3.98±0.02	5.02±0.37
	S130	4.99±0.15	6.30±0.88
	S131	4.53±0.03	4.66±0.03
	S132	5.70±0.24	6.40±0.11
	S140	4.83±0.01	5.54±0.14
	S141	4.44±0.01	5.61±0.28
	S142	4.46±0.06	5.63±0.13
	S145	4.31±0.01	4.56±0.04
	S155	4.56±0.01	5.17±0.16
	S163	4.54±0.01	5.42±0.03
	S164	4.37±0.07	4.55±0.03
	Ortalama	4.78±0.86	5.77±1.26

n=2

Yoğurt örneklerinden izole edilen suşlarda belirlenen pH değeri Çizelge 4.14’de verilmiştir. Üre besiyerinde gelişen S68 nolu suшта en yüksek pH değeri 7.61, glikoz besiyerinde gelişen S49 nolu suшта ise en düşük pH değeri 4.02 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.14. Yoğurt örneklerinden izole edilen suşların pH analiz sonuçları

Örnek	Suş no	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Yoğurt	S5	4.03±0.08	4.80±0.16
	S49	4.02±0.02	5.46±0.47
	S50	6.57±0.52	7.06±0.06
	S62	5.84±0.20	7.25±0.07
	S63	7.46±0.15	7.21±0.05
	S64	6.91±0.11	7.33±0.02
	S68	5.36±0.48	7.61±0.09
Tuzluyoğurt	S143	5.37±1.00	5.26±0.64
	S149	5.92±0.69	5.93±0.73
	S150	4.44±0.09	6.48±0.31
	Ortalama	5.59±1.19	6.44±1.01

n=2

Bal örneklerinden izole edilen suşlarda belirlenen pH değeri Çizelge 4.15’de verilmiştir. Üre besiyerinde gelişen S215 nolu suшта en yüksek pH değeri 7.90, glikoz besiyerinde gelişen S223 nolu suшта ise en düşük pH değeri 3.92 olarak belirlenmiştir.

Ali ve ark., (2011) yaptıkları çalışmada, bal örneğinden izole edilen suşlarda pH değerini 6.06 ile 7.0 aralığında açıklamışlardır.

Çizelge 4.15. Bal örneklerinden izole edilen suşların pH analiz sonuçları

Örnek	Suş No	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Bal 1	S3	4.28±0.10	6.42±0.21
	S16	4.51±0.04	6.00±0.27
	S55	4.23±0.01	4.52±0.01
	S56	4.94±0.15	6.79±0.54
	S61	4.22±0.04	4.40±0.12
	S73	4.07±0.24	4.77±0.08
	S75	4.01±0.04	4.63±0.04
	S76	7.90±0.57	7.18±0.13
	S80	5.90±0.30	7.02±0.11
Bal 2	S14	3.98±0.07	4.13±0.00
	S215	4.41±0.01	7.82±0.14
	S216	4.32±0.01	5.00±0.06
	S217	4.25±0.09	5.33±0.08
	S218	4.98±0.08	7.39±0.08

Çizelge 4.15 (Devam). Bal örneklerinden izole edilen suşların pH analiz sonuçları

Örnek	Suş No	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Bal 2	S219	5.23±0.09	7.01±0.16
	S220	6.60±0.57	7.48±0.19
	S221	4.16±0.01	4.65±0.21
	S222	7.09±0.30	6.83±0.04
	S223	3.92±0.19	4.83±0.06
	S224	4.11±0.01	4.70±0.13
	Ortalama	4.85±1.14	5.84±1.25

n=2

Toprak örneklerinden izole edilen suşlarda belirlenen pH değeri Çizelge 4.16'da verilmiştir. Glikoz besiyerinde gelişen S83 nolu suшта en yüksek pH değeri 8.66, glikoz besiyerinde gelişen S11 nolu suшта ise en düşük pH değeri 3.98 olarak belirlenmiştir.

Ali ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada, toprak örneğinden izole edilen suşlarda pH değerini 6.0 ile 6.9 aralığında tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.16. Toprak örneklerinden izole edilen suşların pH analiz sonuçları

Örnek	Suş no	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Toprak 1	S4	4.39±0.04	5.50±0.34
	S6	5.02±0.63	5.58±0.10
	S18	4.05±0.06	4.91±0.03
	S19	5.00±0.19	7.48±0.32
	S22	4.72±0.15	5.16±0.06
	S23	5.00±0.10	6.28±0.05
	S70	6.31±0.08	7.30±0.05
	S72	4.19±0.01	4.59±0.54
	S77	6.93±1.57	7.18±0.14
Toprak 2	S10	4.20±0.13	4.27±0.04
	S11	3.98±0.01	5.85±0.21
	S24	4.02±0.07	7.79±0.78
	S25	4.63±0.17	7.28±0.06
	S67	6.20±0.28	8.10±0.21
	S74	7.41±0.67	6.99±0.13
	S78	4.87±0.07	7.43±0.04
S83	8.66±0.06	7.47±0.45	

Çizelge 4.16 (Devam). Toprak örneklerinden izole edilen suşların pH analiz sonuçları

Örnek	Suş no	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Toprak 3	S86	5.47±0.05	6.63±0.07
	S91	4.17±0.06	4.60±0.21
	S92	4.43±0.28	5.75±1.13
	S93	5.41±0.04	6.91±0.06
	S97	4.35±0.11	6.00±0.81
	S98	5.21±0.34	7.77±0.40
	S99	4.09±0.01	4.99±0.06
	Ortalama	5.11±1.20	6.32±1.18

n=2

Zeytin örneklerinden izole edilen suşlarda belirlenen pH değeri Çizelge 4.17’de verilmiştir. Üre besiyerinde gelişen S94 nolu suшта en yüksek pH değeri 7.74, glikoz besiyerinde gelişen S11 nolu suшта ise en düşük pH değeri 3.98 olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.17. Zeytin örneklerinden izole edilen suşların pH analiz sonuçları

Örnek	Suş no	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Zeytin 1	S21	4.30±0.04	5.94±0.11
	S27	4.55±0.21	6.02±0.38
	S59	4.07±0.20	5.15±0.02
	S60	6.83±0.56	7.35±0.10
	S71	3.78±0.04	4.47±0.33
Zeytin 2	S94	6.77±0.16	7.74±0.18
	S102	5.47±0.11	6.90±0.01
	S103	5.24±0.71	7.41±0.53
	S104	5.62±0.01	7.06±0.22
	S105	5.65±0.49	7.11±0.08
	S106	5.73±0.83	7.22±0.04
	S109	3.89±0.01	4.85±0.06
S110	5.52±0.18	6.79±0.09	
Ortalama	5.18±1.01	6.46±1.07	

n=2

Çizelge 4.18’de salça, kırmızıbiber ve zeytinyağı örneklerinde belirlenen pH değeri sonuçları verilmiştir. Salça örneğinde üre besiyerinde gelişen S9 nolu suшта en yüksek pH değeri 9.40, glikoz besiyerinde gelişen S13 nolu suшта en düşük pH değeri 4.01 olarak belirlenmiştir. Kırmızıbiber örneğinde üre besiyerinde gelişen S205 nolu



sušta en yüksek pH deęeri 9.22, glikoz besiyerinde geliřen S205 nolu sušta en dűřük pH deęeri 4.18 olarak saptanmıřtır. Zeytinyaęı rneęinde üre besiyerinde geliřen S210 nolu sušta en yüksek pH deęeri 6.09, glikoz besiyerinde geliřen S207 nolu sušta en dűřük pH deęeri 4.07 olarak tespit edilmiřtir.

Çizelge 4.18. Salça, kırmızıbiber, zeytinyağı örneklerinden izole edilen suşların pH analiz sonuçları

<b>rnek</b>	<b>Suş no</b>	<b>Glikoz besiyeri</b>	<b>re besiyeri</b>
Salça	S9	4.55±0.02	9.40±0.02
	S12	4.21±0.04	6.36±0.59
	S13	4.01±0.16	4.47±0.30
	S20	4.54±0.03	6.38±0.04
	S26	4.90±0.13	6.60±0.54
	S57	5.91±0.07	6.28±0.10
	Ortalama	4.69±0.67	6.58±1.58
Kırmızıbiber	S204	4.18±0.01	4.81±0.05
	S205	4.18±0.03	9.22±0.27
	S211	4.20±0.01	4.86±0.03
	S213	4.31±0.15	7.45±0.01
	Ortalama	4.22±0.060	6.58±2.15
Zeytinyağı	S207	4.07±0.23	4.58±0.11
	S210	5.24±0.45	6.09±0.18
	Ortalama	4.65±0.82	5.33±1.06

n=2

Atık su örneklerinden izole edilen suřlarda belirlenen pH deęeri izelge 4.19’da verilmiřtir. Üre besiyerinde geliřen S46 nolu sušta en yüksek pH deęeri 7.97, glikoz besiyerinde geliřen S28 nolu sušta ise en dűřük pH deęeri 3.82 olarak saptanmıřtır.

Ali ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada, atık su örneklerinden izole edilen suşlarda pH değerini 6.0 ile 6.9 aralığında belirlediklerini açıklamışlardır.

Çizelge 4.19. Atık su örneklerinden izole edilen suşların pH analiz sonuçları

Örnek	Suş no	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Atık su 1	S35	4.16±0.02	4.86±0.56
	S36	4.96±0.23	6.74±0.22
	S37	4.03±0.03	4.57±0.16
	S38	4.16±0.11	4.95±0.01
	S43	4.57±0.44	6.45±0.11
	S44	4.69±0.01	5.83±0.07
	S46	6.71±0.28	7.97±0.24
	S51	7.75±0.64	7.63±0.31
	S52	5.79±1.11	7.46±0.01
Atık su 2	S28	3.82±0.51	4.93±0.31
	S29	4.70±0.15	6.93±0.04
	S30	4.08±0.01	5.33±0.13
	S31	4.00±0.23	5.09±0.23
	S32	4.19±0.01	4.16±0.04
	S33	3.86±0.03	5.19±0.04
	S34	3.99±0.01	4.61±0.07
	S39	4.90±0.52	6.42±0.03
	S40	5.02±0.14	6.78±0.02
	S41	4.93±0.15	6.69±0.11
	S42	5.31±0.12	6.50±0.23
	S45	4.29±0.08	6.02±0.15
	S47	5.54±0.88	7.49±0.06
	S48	7.91±0.16	7.88±0.21
	S53	7.36±0.52	7.49±0.15
S54	5.69±0.94	7.03±0.04	
Atık su 3	S190	4.04±0.00	5.29±0.24
	S191	4.06±0.19	4.71±0.10
	S192	4.17±0.11	4.30±0.16
	S193	4.04±0.05	5.28±0.46
	S194	3.99±0.08	5.06±0.01
	S195	3.96±0.10	4.65±0.12
	S196	4.00±0.16	6.28±0.31
	Ortalama	4.83±1.15	5.95±1.16

n=2

Çizelge 4.20’de ağaç kabuğu örneklerinde belirlenen pH değeri sonuçları verilmiştir. Üre besiyerinde gelişen S113 nolu sušta en yüksek pH değeri 9.45, glikoz besiyerinde gelişen S90 nolu sušta ise en düşük pH değeri 3.83 olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.20. Ağaç kabuğu örneklerinden izole edilen suşların pH analiz sonuçları

Örnek	Suş no	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Ağaç Kabuğu 1	S84	4.27±0.11	4.86±0.01
	S85	5.20±0.81	6.05±0.10
	S95	4.03±0.04	4.67±0.20
	S96	5.13±0.00	6.97±0.05
	S100	5.13±0.06	6.63±0.04
	S107	5.61±0.04	7.17±0.16
	S108	5.30±0.13	7.03±0.16
	S113	4.94±0.01	9.45±0.21
Ağaç kabuğu 2	S117	5.72±0.01	6.63±0.50
	S88	4.13±0.01	4.61±0.08
	S89	3.88±0.03	4.73±0.08
	S90	3.83±0.01	4.06±0.03
	S101	6.09±0.23	7.05±0.02
	S111	4.76±0.27	6.28±0.23
Ağaç kabuğu 3	S118	4.99±0.18	8.58±0.67
	S129	3.96±0.19	5.35±0.87
	S133	4.51±0.02	5.93±1.87
	S135	4.02±0.09	4.90±0.07
	S148	4.26±0.03	4.67±0.02
	S156	4.60±0.03	5.48±0.13
	S157	4.60±0.08	5.60±0.05
	S158	4.55±0.03	5.54±0.02
	S159	4.62±0.01	5.50±0.04
	S160	4.52±0.05	5.43±0.16
	Ortalama	4.69±0.61	5.96±1.30

n=2

Çizelge 4.21’de yaprak örneklerinde belirlenen pH değeri sonuçları verilmiştir. Üre besiyerinde gelişen S185 nolu suшта en yüksek pH değeri 8.90, glikoz besiyerinde gelişen S170 nolu suшта ise en düşük pH değeri 3.94 olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.21. Yaprak örneklerinden izole edilen suşların pH analiz sonuçları

Örnek	Suş No	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Yaprak 1	S172	4.30±0.03	4.24±0.16
	S174	4.16±0.02	5.01±0.07
	S175	4.13±0.03	4.92±0.03
	S178	4.17±0.02	5.15±0.11
	S181	4.04±0.01	5.34±0.06
	S182	4.75±0.30	5.24±0.09
	S183	4.68±0.01	7.54±0.20
	S185	6.17±2.40	8.90±0.71
Yaprak 2	S173	4.31±0.12	5.22±0.05
	S176	4.18±0.03	6.55±1.99
	S177	4.23±0.29	5.55±0.17
	S179	4.04±0.02	4.98±0.04
	S180	4.08±0.06	4.36±0.06
	S184	4.15±0.06	4.27±0.09
	S186	4.23±0.04	5.74±1.27
	S187	4.10±0.06	4.77±0.31
	S188	3.96±0.19	4.89±0.04
Yaprak 3	S189	3.98±0.01	4.94±0.01
	S122	5.19±0.84	4.70±0.04
	S123	5.47±0.38	7.17±0.05
	S124	5.14±0.06	6.96±0.04
	S125	5.55±0.25	6.96±0.02
	S126	5.44±0.26	6.89±0.12
	S144	4.41±0.16	5.58±0.10
	S146	4.48±0.11	5.51±0.11
	S169	4.19±0.10	5.19±0.01
Yaprak 4	S170	3.94±0.18	5.19±0.07
	S171	4.40±0.10	7.45±1.02
	S198	3.98±0.04	5.10±0.06
	S199	4.14±0.06	4.59±0.13
	S200	4.11±0.11	4.26±0.02
	S201	4.11±0.05	4.57±0.16
	S202	4.28±0.11	5.03±0.23
S203	4.30±0.02	5.09±0.15	

Çizelge 4.21 (Devam). Yaprak örneklerinden izole edilen suşların pH analiz sonuçları

Örnek	Suş No	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Yaprak 4	S206	4.28±0.12	5.03±0.21
	S208	5.36±0.07	6.67±0.70
	S209	4.30±0.11	4.82±0.06
	S212	4.50±0.02	7.56±0.06
	S214	6.91±1.05	8.14±0.09
	Ortalama	4.51±0.66	5.64±1.19

n=2

Çizelge 4.22’de süt örneklerinde saptanan pH değeri sonuçları açıklanmıştır. Üre besiyerinde gelişen S114 nolu suшта en yüksek pH değeri 9.49, glikoz besiyerinde gelişen S8 nolu suшта ise en düşük pH değeri 3.83 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.22. Süt örneklerinden izole edilen suşların pH analiz sonuçları

Örnek	Suş no	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Süt 1	S2	4.15±0.08	4.47±0.16
	S7	4.84±0.02	6.73±0.13
	S8	3.83±0.06	7.45±0.01
	S58	7.50±0.74	7.31±0.11
	S69	6.80±0.18	7.66±0.06
	S79	5.25±0.02	7.13±0.01
Süt 2	S87	7.57±0.01	8.28±0.06
	S112	5.29±0.58	6.87±0.04
	S114	4.77±0.52	9.49±0.03
	S115	4.00±0.08	5.15±0.11
	S116	5.16±0.05	6.28±0.24
Süt 3	S134	5.23±0.01	7.49±0.06
	S137	4.04±0.01	5.13±0.28
	S138	4.12±0.04	6.17±1.24
	S139	4.17±0.06	4.87±0.23
	S147	4.10±0.01	4.75±0.01
	S151	3.99±0.28	4.55±0.11
	S152	4.55±0.11	5.58±0.04
	S153	4.30±0.01	4.52±0.04
	S154	4.18±0.04	4.51±0.01
	S161	4.51±0.02	5.42±0.37
S162	4.53±0.05	5.55±0.00	
	Ortalama	4.86±1.09	6.15±1.42

n=2

Araştırmada glikoz ve üre besiyerinde fermantasyon sonunda belirlenen pH değerlerini farklı örneklere göre değerlendirdiğimizde toprak örneği dışında diğer tüm örneklerde (atık su, ağaç kabuğu, yaprak, kırmızıbiber, zeytinyağı, salça, zeytin, çiğ süt, bal, yoğurt, peynir) üre besiyerinde daha yüksek pH değeri ortalaması saptanmıştır. Ayrıca örneklerde belirlenen pH değeri ortalamaları karşılaştırıldığında, üre besiyerinde glikoz besiyerine göre daha yüksek pH değeri elde edilmiştir (Çizelge 4.23.). Besiyerinde üre kullanımı, suşların geliştirildiği fermantasyon ortamının daha bazik özellik kazanmasında etkili olmuştur. Glikoz besiyerinde ortalama en yüksek pH değeri 8.66, en düşük pH değeri 3.78 olarak tespit edilmiştir. Üre besiyerinde ise ortalama en yüksek pH değeri 9.49, en düşük pH değeri 4.06 olarak belirlenmiştir.

Shakoori ve ark. (2012), yaptıkları çalışmada glikoz ve üre besiyerlerinde gelişen suşların pH değerini 5.0 ile 9.0 aralığında incelediklerini açıklamışlardır. Ali (2008) tarafından yapılan araştırmada ise l-sistein üreten suşların üre besiyerindeki pH değeri 6.0 ile 6.1 aralığında, glikoz besiyerindeki pH değeri 5.89 ile 7.0 aralığında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.23. Glikoz ve üre besiyerlerinde pH değerleri ortalamalarının karşılaştırılması

Besiyeri	En düşük	En yüksek
Glikoz besiyeri	3.46	8.70
Üre besiyeri	4.04	9.59
Toplam	3.46	9.59

#### 4.4. Toplam Kuru Madde Analiz Sonuçları

Fermantasyon süresi sonucu belirlenen kuru madde analiz sonuçları Çizelge 4.24-Çizelge 4.33'de verilmiştir.

Çalışmada izole edilen suşların fermantasyon süresi sonunda belirlenen toplam kuru madde miktarı %0.005 ile %1.589 aralığında tespit edilmiştir. İncelenen örneklerdeki toplam kuru madde değerlerinin geniş aralıkta belirlenmesinde, suş türlerinin farklılığı ve farklı besiyeri kullanımı etkili olmaktadır.

Örneklere toplam kuru madde değerlerinin ortalamaları, atık su, yoğurt ve toprakta %0.280 ile %0.826 aralığında, peynir, zeytin, bal, yaprak, ağaç kabuğu, salça, kırmızıbiber ve sütte %0.102 ile %0.595 aralığında ve zeytinyağında %0.166 ile %0.269

aralığında bulunmuştur. Örneklerde en yüksek toplam kuru madde miktarı S6 nolu suşta %2.382 ile toprak 1 örneğinde, en düşük toplam kuru madde miktarı ise S110 nolu suşta %0.004 ile zeytin 2 örneğinde belirlenmiştir.

Ali (2008), yaptığı çalışmada en yüksek kuru madde miktarını %13.06 (MM1 suşu), en düşük kuru madde miktarını %4.48 (MM3 suşu) olarak bildirmiştir. Yaptığımız araştırmada elde ettiğimiz toplam kuru madde miktarı sonuçları önceki çalışmalara göre daha düşük olarak belirlenmiştir. Mikroorganizmanın geliştiği besiyeri ortamı ve gelişim koşullarının farklılığının toplam kuru madde değerleri üzerinde etkili olduğu değerlendirilmektedir.

Çizelge 4.24’de peynir örneklerinde belirlenen toplam kuru madde miktarları (%) verilmiştir. Örneklerde, en yüksek toplam kuru madde miktarı, üre besiyerinde S168 nolu suşta %1.217, en düşük toplam kuru madde miktarı glikoz besiyerinde gelişen S166 nolu suşta %0.038 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.24. Peynir örneklerinden izole edilen suşların toplam kuru madde miktarı (%) sonuçları

Örnek	Suş no	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Peynir 1	S1	0.230±0.036	0.656±0.051
	S15	0.566±0.050	0.782±0.001
	S17	0.091±0.007	0.201±0.024
	S65	0.457±0.164	0.489±0.181
	S66	0.459±0.032	1.046±0.310
	S81	0.397±0.064	0.320±0.280
	S82	0.069±0.047	0.395±0.036
Peynir 2	S127	0.187±0.200	1.020±0.407
	S128	0.490±0.167	0.934±0.051
	S136	0.295±0.275	0.284±0.150
	S165	0.138±0.043	0.697±0.128
	S166	0.038±0.054	0.469±0.276
	S167	0.248±0.105	0.234±0.103
	S168	0.237±0.017	1.217±0.402
Peynir 3	S119	0.158±0.030	0.114±0.091
	S120	0.050±0.013	0.286±0.066
	S121	0.063±0.025	0.856±0.019
	S130	0.282±0.112	0.827±0.388
	S131	0.103±0.010	0.472±0.065
	S132	0.067±0.070	0.781±0.192

Çizelge 4.24 (Devam). Peynir örneklerinden izole edilen suşların toplam kuru madde miktarı (%) sonuçları

Örnek	Suş no	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Peynir 3	S140	0.392±0.058	0.726±0.224
	S141	0.231±0.165	0.557±0.339
	S142	0.152±0.058	0.415±0.048
	S145	0.123±0.028	0.381±0.009
	S155	0.493±0.068	0.523±0.098
	S163	0.417±0.016	0.458±0.154
	S164	0.379±0.071	0.341±0.005
	Ortalama	0.252±0.161	0.573±0.286

n=2

Yoğurt örneklerinde belirlenen toplam kuru madde miktarları (%) Çizelge 4.25’de verilmiştir. Örneklerde, en yüksek toplam kuru madde miktarı, üre besiyerinde S50 nolu suшта %1.217, en düşük toplam kuru madde miktarı glikoz besiyerinde gelişen S49 nolu suшта %0.036 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.25. Yoğurt örneklerinden izole edilen suşların toplam kuru madde miktarı (%) sonuçları

Örnek	Suş no	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Yoğurt	S5	0.309±0.233	0.817±0.068
	S49	0.036±0.039	0.855±0.276
	S50	0.342±0.098	1.207±0.007
	S62	0.201±0.134	0.846±0.406
	S63	0.433±0.181	1.099±0.095
	S64	0.294±0.048	0.965±0.028
	S68	0.184±0.007	0.939±0.186
	Tuzluyoğurt	S143	0.410±0.136
S149		0.319±0.129	0.624±0.042
S150		0.321±0.226	0.365±0.039
Ortalama		0.285±0.117	0.826±0.255

n=2

Çizelge 4.26’da bal örneklerinde belirlenen toplam kuru madde miktarları (%) açıklanmıştır. Örneklerde, en yüksek toplam kuru madde miktarı, üre besiyerinde S3 nolu suшта %1.387, en düşük toplam kuru madde miktarı glikoz besiyerinde gelişen S14 nolu suшта %0.005 olarak bulunmuştur.



Çizelge 4.26. Bal örneklerinden izole edilen suşların toplam kuru madde miktarı (%) sonuçları

Örnek	Suş no	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Bal 1	S3	0.079±0.065	1.387±0.301
	S16	0.592±0.299	1.224±0.005
	S55	0.185±0.091	0.077±0.056
	S56	0.306±0.019	0.196±0.048
	S61	0.231±0.101	0.144±0.127
	S73	0.136±0.069	0.592±0.200
	S75	0.025±0.021	0.381±0.009
	S76	0.412±0.015	0.594±0.227
	S80	0.274±0.059	0.733±0.051
Bal 2	S14	0.005±0.006	0.392±0.008
	S215	0.688±0.182	0.443±0.228
	S216	0.292±0.136	1.164±0.070
	S217	0.153±0.217	0.622±0.110
	S218	0.009±0.012	0.575±0.508
	S219	0.015±0.021	0.577±0.340
	S220	0.137±0.151	0.107±0.081
	S221	0.149±0.041	0.478±0.146
	S222	0.149±0.037	0.387±0.120
	S223	0.244±0.045	0.665±0.066
	S224	0.050±0.058	0.741±0.263
	Ortalama	0.206±0.186	0.574±0.357

n=2

Toprak örneklerinde saptanan toplam kuru madde miktarları (%) Çizelge 4.27’de verilmiştir. Toprak örneklerinde, en yüksek toplam kuru madde miktarı, üre besiyerinde S6 nolu suşta % 1.589, en düşük toplam kuru madde miktarı glikoz besiyerinde gelişen S25 nolu suşta % 0.033 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.27. Toprak örneklerinden izole edilen suşların toplam kuru madde miktarı (%) sonuçları

Örnek	Suş no	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Toprak 1	S4	0.355±0.009	0.421±0.043
	S6	0.201±0.017	1.589±1.121
	S18	0.073±0.037	0.464±0.083
	S19	0.088±0.096	0.561±0.014
	S22	0.337±0.076	0.652±0.051

Çizelge 4.27 (Devam). Toprak örneklerinden izole edilen suşların toplam kuru madde miktarı (%) sonuçları

Örnek	Suş no	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Toprak 1	S23	0.437±0.037	0.418±0.231
	S70	0.473±0.025	1.053±0.219
	S72	0.419±0.038	0.666±0.144
	S77	0.585±0.154	0.610±0.124
Toprak 2	S10	0.171±0.038	0.110±0.063
	S11	0.193±0.110	0.400±0.016
	S24	0.093±0.005	0.507±0.217
	S25	0.033±0.047	0.419±0.273
	S67	0.618±0.107	1.463±0.201
	S74	0.353±0.011	0.959±0.120
	S78	0.155±0.163	0.287±0.169
	S83	0.196±0.150	0.656±0.199
Toprak 3	S86	0.546±0.071	0.803±0.147
	S91	0.192±0.076	0.457±0.324
	S92	0.299±0.233	0.662±0.597
	S93	0.561±0.048	0.936±0.267
	S97	0.260±0.030	1.112±0.502
	S98	0.598±0.274	0.468±0.034
	S99	0.063±0.036	0.604±0.146
	Ortalama	0.304±0.189	0.678±0.354

n=2

Çizelge 4.28’de zeytin örneklerinde tespit edilen toplam kuru madde miktarları (%) verilmiştir. Zeytin örneklerinde, en yüksek toplam kuru madde miktarı, üre besiyerinde gelişen S27 nolu suшта %1.400, en düşük toplam kuru madde miktarı glikoz besiyerinde gelişen S71 nolu suшта %0.024 olarak tespit edilmiştir.

Salça, kırmızıbiber ve zeytinyağı örneklerinde toplam kuru madde miktarı açıklanmıştır (Çizelge 4.29.) Salça örneklerinde, en yüksek toplam kuru madde miktarı glikoz besiyerinde gelişen S26 nolu suшта %0.945, en düşük toplam kuru madde miktarı glikoz besiyerinde gelişen S9 nolu suшта %0.172 olarak belirlenmiştir. Kırmızıbiber ve zeytinyağı örneklerinden izole edilen suşların en yüksek toplam kuru madde miktarı sırasıyla %0.766 (üre besiyeri, S213 nolu suş), %0.391 (üre besiyeri, S207 nolu suş) olarak tespit edilmiştir. Kırmızıbiber ve zeytinyağı örneklerinden izole edilen suşların

en düşük toplam kuru madde miktarı sırasıyla %0.019 (glikoz besiyeri, S211nolu suş), %0.134 (glikoz besiyeri, S207 nolu suş) olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.28. Zeytin örneklerinden izole edilen suşların toplam kuru madde miktarı (%) sonuçları

Örnek	Suş no	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Zeytin 1	S21	0.162±0.049	0.628±0.043
	S27	0.436±0.015	1.400±0.432
	S59	0.226±0.024	0.653±0.083
	S60	0.404±0.015	0.828±0.356
	S71	0.024±0.020	0.226±0.141
Zeytin 2	S94	0.271±0.027	0.408±0.108
	S102	0.329±0.021	0.427±0.005
	S103	0.241±0.249	0.528±0.428
	S104	0.289±0.060	0.258±0.027
	S105	0.385±0.192	0.759±0.195
	S106	0.417±0.047	0.593±0.012
	S109	0.160±0.064	0.621±0.132
	S110	0.289±0.001	0.404±0.566
	Ortalama	0.279±0.119	0.595±0.301

n=2

Çizelge 4.29. Salça, zeytinyağı, kırmızıbiber örneklerinden izole edilen suşların toplam kuru madde miktarı (%) sonuçları

Örnek	Suş no	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Salça	S9	0.172±0.085	0.912±0.082
	S12	0.363±0.001	0.279±0.056
	S13	0.455±0.061	0.242±0.092
	S20	0.212±0.001	0.514±0.054
	S26	0.945±0.318	0.864±0.094
	S57	0.278±0.069	0.647±0.020
	Ortalama	0.404±0.284	0.576±0.284
Kırmızıbiber	S204	0.046±0.007	0.391±0.322
	S205	0.126±0.017	0.617±0.007
	S211	0.019±0.026	0.568±0.126
	S213	0.217±0.186	0.766±0.015
	Ortalama	0.102±0.089	0.585±0.155
Zeytinyağı	S207	0.134±0.042	0.391±0.034
	S210	0.198±0.073	0.146±0.135
	Ortalama	0.166±0.045	0.269±0.174

n=2

Atık su örneklerinden izole edilen suşların yüksek toplam kuru madde miktarları Çizelge 4.30'da açıklanmıştır. Araştırmada en yüksek toplam kuru madde miktarı S43 nolu suшта (üre besiyeri) %1.050, en düşük toplam kuru madde miktarı S30 nolu suшта (glikoz besiyeri) %0.048 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.30. Atık su örneklerinden izole edilen suşların toplam kuru madde miktarı (%) sonuçları

Örnek	Suş no	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Atık su 1	S35	0.135±0.093	0.619±0.238
	S36	0.422±0.006	0.854±0.141
	S37	0.064±0.045	0.417±0.046
	S38	0.182±0.050	0.642±0.008
	S43	0.383±0.223	1.050±0.204
	S44	0.554±0.038	0.931±0.180
	S46	0.179±0.141	0.248±0.041
Atık su 2	S51	0.305±0.044	0.919±0.007
	S52	0.317±0.135	0.889±0.014
	S28	0.249±0.035	0.327±0.026
	S29	0.095±0.012	0.577±0.032
	S30	0.048±0.054	0.377±0.218
	S31	0.099±0.044	0.355±0.054
	S32	0.084±0.029	0.418±0.059
	S33	0.072±0.015	0.322±0.047
	S34	0.496±0.028	0.475±0.061
	S39	0.320±0.132	0.504±0.484
	S40	0.822±0.131	0.995±0.187
	S41	0.515±0.057	1.033±0.103
	S42	0.585±0.032	0.946±0.098
	S45	0.061±0.055	0.887±0.050
S47	0.326±0.209	0.931±0.000	
S48	0.747±0.155	0.485±0.103	
S53	0.410±0.061	0.805±0.013	
S54	0.213±0.076	0.720±0.226	
Atık su 3	S190	0.323±0.038	0.526±0.277
	S191	0.105±0.149	0.641±0.064
	S192	0.141±0.026	0.278±0.081
	S193	0.381±0.307	0.792±0.033
	S194	0.061±0.071	0.738±0.024
	S195	0.144±0.047	0.575±0.294
	S196	0.132±0.059	0.473±0.040
	Ortalama	0.280±0.207	0.648±0.246

n=2

Çizelge 4.31’de açıklanan ağaç kabuğu örneklerindeki toplam kuru madde sonuçlarına göre, en yüksek toplam kuru madde miktarı S113 nolu suşta (üre besiyeri) %1.322, minimum toplam kuru madde miktarı S88 nolu suşta (glikoz besiyeri) %0.106 olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.31. Ağaç kabuğu örneklerinden izole edilen suşların toplam kuru madde miktarı (%) sonuçları

Örnek	Suş no	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Ağaç kabuğu 1	S84	0.335±0.029	0.381±0.085
	S85	0.300±0.162	0.760±0.111
	S95	0.220±0.107	0.302±0.045
	S96	0.295±0.140	0.472±0.236
	S100	0.189±0.090	0.303±0.001
	S107	0.451±0.042	0.800±0.056
	S108	0.400±0.082	0.891±0.066
	S113	0.384±0.011	1.322±0.428
	S117	0.594±0.126	0.999±0.077
Ağaç kabuğu 2	S88	0.106±0.150	0.389±0.157
	S89	0.179±0.050	0.170±0.010
	S90	0.038±0.027	0.197±0.021
	S101	0.575±0.086	0.675±0.017
	S111	0.196±0.166	0.642±0.361
	S118	0.286±0.059	1.024±0.903
Ağaç kabuğu 3	S129	0.168±0.038	0.464±0.145
	S133	0.359±0.005	0.274±0.193
	S135	0.000±0.000	0.337±0.087
	S148	0.356±0.065	0.202±0.052
	S156	0.365±0.007	0.734±0.639
	S157	0.483±0.008	0.599±0.329
	S158	0.396±0.078	0.437±0.167
	S159	0.381±0.068	0.309±0.057
	S160	0.615±0.028	0.492±0.228
	Ortalama	0.320±0.163	0.549±0.301

n=2

Yaprak örneklerinden izole edilen suşların toplam kuru madde miktarı sonuçlarına göre (Çizelge 4.32), en yüksek toplam kuru madde miktarı S146 nolu suşta (üre besiyeri) %1.109, en düşük toplam kuru madde miktarı S178 nolu suşta (glikoz besiyeri) %0.033 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.32. Yaprak örneklerinden izole edilen suşların toplam kuru madde miktarı (%) sonuçları

Örnek	Suş no	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Yaprak 1	S172	0.302±0.080	0.573±0.064
	S174	0.108±0.086	1.037±0.056
	S175	0.054±0.044	0.653±0.040
	S178	0.033±0.007	0.558±0.257
	S181	0.160±0.020	0.586±0.101
	S182	0.202±0.091	0.703±0.450
	S183	0.482±0.639	0.967±0.197
	S185	0.156±0.027	0.465±0.019
Yaprak 2	S173	0.415±0.014	0.769±0.174
	S176	0.054±0.019	0.419±0.090
	S177	0.126±0.124	0.587±0.088
	S179	0.244±0.158	0.614±0.097
	S180	0.071±0.038	0.282±0.001
	S184	0.107±0.043	0.463±0.044
	S186	0.193±0.130	0.568±0.048
	S187	0.113±0.060	0.393±0.104
Yaprak 3	S188	0.206±0.139	0.560±0.093
	S189	0.199±0.163	0.611±0.034
	S122	0.297±0.173	0.529±0.175
	S123	0.480±0.067	0.638±0.177
	S124	0.527±0.040	0.544±0.001
	S125	0.405±0.110	0.615±0.181
	S126	0.468±0.020	0.661±0.224
	S144	0.241±0.155	0.466±0.006
	S146	0.237±0.117	1.109±0.088
	S169	0.158±0.110	0.417±0.093
Yaprak 4	S170	0.274±0.076	0.495±0.109
	S171	0.279±0.023	0.502±0.158
	S198	0.119±0.118	0.441±0.047
	S199	0.072±0.089	0.381±0.310
	S200	0.139±0.033	0.290±0.074
	S201	0.061±0.028	0.531±0.011
	S202	0.122±0.159	0.682±0.455
	S203	0.213±0.142	0.634±0.133
	S206	0.170±0.075	0.713±0.464
	S208	0.000±0.000	0.554±0.345
	S209	0.231±0.121	0.624±0.017
	S212	0.262±0.102	0.271±0.079
S214	0.272±0.033	0.267±0.137	
	Ortalama	0.212±0.134	0.569±0.186

n=2

Çizelge 4.33’de süt örneklerinde belirlenen toplam kuru madde sonuçları incelendiğinde, en yüksek toplam kuru madde miktarı S116 nolu suşta (üre besiyeri) %0.959, en düşük toplam kuru madde miktarı S137 nolu suşta (glikoz besiyeri) %0.062 olarak açıklanmıştır.

Çizelge 4.33. Süt örneklerinden izole edilen suşların toplam kuru madde miktarı (%) sonuçları

Örnek	Suş no	Glikoz besiyeri	Üre besiyeri
Süt 1	S2	0.103±0.027	0.154±0.077
	S7	0.402±0.012	0.668±0.593
	S8	0.204±0.109	0.513±0.040
	S58	0.511±0.052	0.954±0.331
	S69	0.463±0.077	0.520±0.030
	S79	0.226±0.001	0.209±0.042
Süt 2	S87	0.569±0.111	0.707±0.098
	S112	0.346±0.252	0.865±0.044
	S114	0.393±0.323	0.298±0.074
	S115	0.107±0.010	0.444±0.054
	S116	0.702±0.107	0.959±0.283
Süt 3	S134	0.094±0.120	0.342±0.023
	S137	0.062±0.075	0.393±0.131
	S138	0.068±0.083	0.152±0.127
	S139	0.184±0.032	0.324±0.056
	S147	0.153±0.060	0.475±0.097
	S151	0.072±0.065	0.552±0.211
	S152	0.351±0.156	0.794±0.150
	S153	0.200±0.030	0.368±0.111
	S154	0.251±0.029	0.359±0.050
	S161	0.568±0.219	0.677±0.134
	S162	0.824±0.280	0.958±0.018
	Ortalama	0.311±0.220	0.531±0.259

n=2

Çalışmada, izole edilen suşların iki farklı fermantasyon ortamında (glikoz ve üre besiyerinde) gelişimleri sonunda toplam kuru madde miktarlarının (%) ortalamaları karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.34). Araştırma sonuçlarına göre, tüm örneklerde üre besiyerinde glikoz besiyerine göre daha yüksek toplam kuru madde miktarı (%) ortalamaları belirlenmiştir. Besiyerinde azot kaynağı olarak kullanılan üre bileşeni, suşların toplam kuru madde miktarlarının artışında etkili olmuştur. Örneklerde, glikoz

besiyerinde en yüksek toplam kuru madde miktarı %0.945, en düşük toplam kuru madde miktarı %0.005 olarak tespit edilmiştir. Üre besiyerinde ise en yüksek toplam kuru madde miktarı %1.589, en düşük toplam kuru madde miktarı %0.077 olarak saptanmıştır.

Ali (2008) tarafından yapılan araştırmada, l-sistein üreten 9 adet suşun nutrient broth besiyerinde 96 saat gelişimleri sonunda toplam kuru madde miktarları %4.48 ile %13.06 aralığında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.34. Glikoz ve üre besiyerlerinde toplam kuru madde miktarı (%) ortalamalarının karşılaştırılması

Besiyeri	En düşük	En yüksek
Glikoz besiyeri	0	1.169
Üre besiyeri	0.004	2.382
Toplam	0	2.382

#### 4.5. Yüksek Miktarda L-Sistein Üreten Suşların Seçilmesi

Glikoz ve üre besiyerinde yüksek miktarda l-sistein üreten suşlar seçilmiş ve Çizelge 4.35’de verilmiştir. Yaptığımız çalışmada, en yüksek miktarda l-sistein üretimi glikoz besiyerinde belirlenmiştir. Glikoz besiyerinde geliştirilen S209 nolu yapraktan izole edilen suşun 0.096 g/L sistein ürettiği tespit edilmiştir.

Ali (2008) ve Ali ve ark. (2011), tarafından yapılan araştırmalarda belirtilen en yüksek l-sistein üretimi (8.76 g/L), çalışmamızdan farklı olarak üre besiyerinde elde edilmiştir. Ancak araştırmamıza benzer olarak Shakoori ve ark. (2012), en yüksek l-sistein üretimini (A1 suşu) 13.28 g/L ile glikoz besiyerinde elde ettiklerini bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmamızda belirlenen en yüksek l-sistein üretim miktarları, Ali (2008), Ali ve ark. (2011) ve Shakoori ve ark. (2012) tarafından belirtilen sonuçlara göre daha düşük olarak saptanmıştır.

#### 4.6. Yüksek Miktarda L-Sistein Üreten Suşların Tanımlanması

Yüksek miktarda l-sistein üreten suşların mikroskobik görüntüleri belirlenmiş ve MALDI-TOF MS yöntemiyle tanımlamaları yapılmıştır.



Çizelge 4.35. Seçilen suşların glikoz ve üre besiyerinde l-sistein üretim miktarları

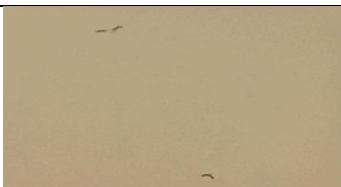
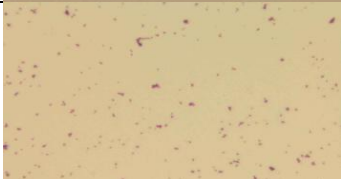
Suş No	Glikoz besiyeri (g/L)	Üre besiyeri (g/L)
S116	0.050	0.021
S51	0.047	0.012
S96	0.042	0.037
S103	0.023	0.064
S104	0.044	0.017
S220	0.036	0.016
S86	0.045	0.049
S209	0.096	0.013
S178	0.014	0.010
S117	0.020	0.053
S106	0.035	0.014
S50	0.032	0.030
S184	0.037	0.023

#### 4.6.1. Yüksek Miktarda L-Sistein Üreten Suşların Mikroskopik Analiz Sonuçları

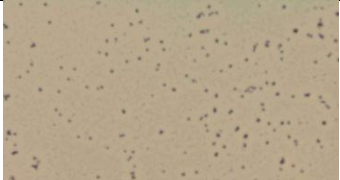
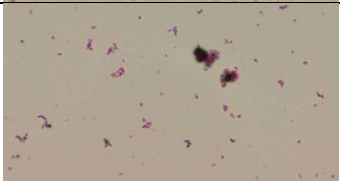


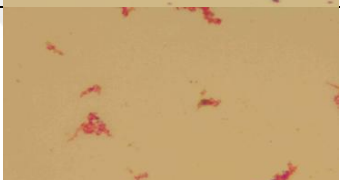
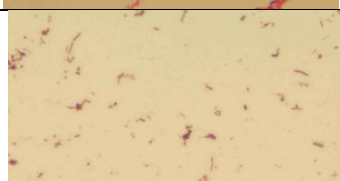
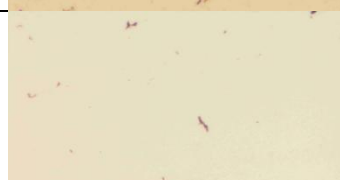
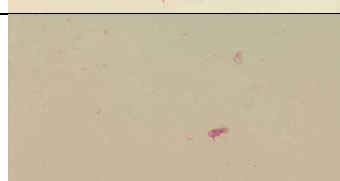
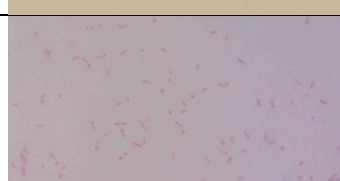
Yüksek miktarda sistein üreten bakteri suşlarına gram boyama uygulanmıştır. Örneklerin mikroskopik görüntüleri ışık mikroskopunda, 40'luk objektif ile belirlenerek Çizelge 4.36'da verilmiştir.

Çizelge 4.36'da belirtildiği gibi, izole edilen 13 bakteri suşunun %77'sinin (10 örnek) çubuk hücre şekline, %23'ünün (3 örnek) kokobasil olarak tespit edilmiştir. İzole edilen 13 bakteri suşunun tamamının gram (+) özelliğe sahip olduğu belirlenmiştir.

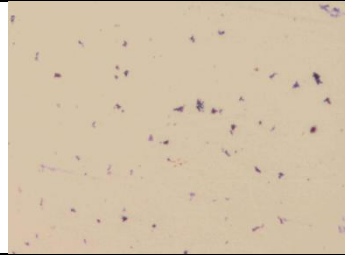
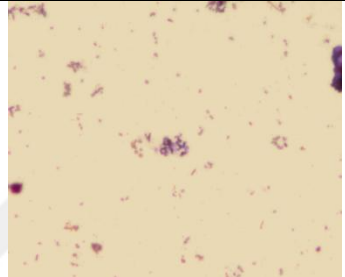
Çizelge 4.36. Yüksek miktarda l-sistein üreten suşların mikroskopik analiz sonuçları

Suş No	Hücre şekli	Gram özelliği	Mikroskopik görüntü
S116	Çubuk	Gram (+)	
S51	Kokobasil	Gram (+)	

Çizelge 4.36 (Devam). Yüksek miktarda l-sistein üreten suşların mikroskobik analiz sonuçları

S96	Kok basil	Gram (+)	
S103	Çubuk	Gram (+)	
S104	Çubuk	Gram (+)	
S220	Çubuk	Gram (+)	
S86	Çubuk	Gram (+)	
S209	Çubuk	Gram (+)	
S178	Çubuk	Gram (+)	
S117	Kokobasil	Gram (+)	
S106	Çubuk	Gram (+)	

Çizelge 4.36 (Devam). Yüksek miktarda l-sistein üreten suşların mikroskopik analiz sonuçları

Suş No	Hücre şekli	Gram özelliği	Mikroskopik görüntü
S50	Çubuk	Gram (+)	
S184	Çubuk	Gram (+)	

#### 4.6.2. Yüksek Miktarda L-Sistein Üreten Suşların MALDI-TOF MS Yöntemiyle Tanımlama Sonuçları

Bakteri suşlarının MALDI-TOF MS metodu kullanılarak tanımlaması yapılmış ve tanımlama sonucu Çizelge 4.37’de verilmiştir. Araştırmada seçilen yüksek miktarda l-sistein üreten 13 bakteri suşunun tamamı *Bacillus* sp. olarak belirlenmiştir. MALDI-TOF MS yöntemiyle en iyi karşılaştırma sonuçlarına göre 13 bakteri suşunun %31’i *Bacillus cereus*, %15’i *Bacillus amyloliquefaciens*, %8’si *Bacillus altitudinis*, %23’ü *Bacillus pumilus*, %23’ü *Bacillus subtilis* olarak tanımlanmıştır. Araştırmada en yüksek miktarda l-sistein üretimi yapan bakteri *Bacillus pumilus* olarak belirlenmiştir.

Araştırma sonuçlarımıza benzer olarak, Ali (2008) ve Ali ve ark. (2011) tarafından yapılan araştırmada yüksek miktarda l-sistein ürettiği belirlenerek seçilen suşların *Bacillus subtilis* ve *Bacillus* sp. olarak tanımladıklarını bildirmişlerdir. Benzer sonuçlar, Shakoori ve ark. (2012) tarafından bildirilmiştir. Bu araştırmada l-sistein ürettiği belirlenerek seçilen suşlar, *Bacillus anthracis*, *Bacillus cereus* ve *Bacillus* sp. olarak belirlenmiştir.

Yaptığımız çalışmada en yüksek miktarda l-sistein ürettiği belirlenen *Bacillus pumilus*’dan farklı olarak, Ali (2008) ve Ali ve ark. (2011), *Streptomyces* sp., Shakoori

ve ark. (2012) *Bacillus anthracis*'i yüksek miktarda sistein üreten türler olarak bildirmişlerdir.

Çizelge 4.37. Yüksek miktarda l-sistein üretimi yapan bakteri suşlarının MALDI-TOF MS yöntemi ile tanımlama sonuçları

Suş No	Bakteri (en iyi eşleşme)	Skor	Bakteri (ikinci en iyi eşleşme)	Skor
S116	<i>Bacillus cereus</i>	2.205	<i>Bacillus cereus</i>	2.141
S51	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	1.747	Not reliable identification	1.418
S96	<i>Bacillus altitudinis</i>	1.77	<i>Bacillus pumilus</i>	1.701
S103	<i>Bacillus pumilus</i>	1.901	Not reliable identification	1.663
S104	<i>Bacillus pumilus</i>	1.773	Not reliable identification	1.586
S220	<i>Bacillus subtilis</i>	2.207	<i>Bacillus subtilis</i>	2.111
S86	<i>Bacillus cereus</i>	2.378	<i>Bacillus cereus</i>	2.307
S209	<i>Bacillus pumilus</i>	1.793	Not reliable identification	1.614
S178	<i>Bacillus subtilis</i>	2.259	<i>Bacillus subtilis</i>	2.209
S117	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	1.811	Not reliable identification	1.603
S106	<i>Bacillus cereus</i>	2.183	<i>Bacillus cereus</i>	2.163
S50	<i>Bacillus subtilis</i>	1.702	Not reliable identification	1.664
S184	<i>Bacillus cereus</i>	2.443	<i>Bacillus cereus</i>	2.431

Çalışmamızda izole edilen *Bacillus amyloliquefaciens*, atık su ve ağaç kabuğundan izole edilmiştir. Yapılan çeşitli izolasyon çalışmalarında *Bacillus amyloliquefaciens*'in hava (Phelps ve McKillip, 2002; Shivaji ve ark., 2006), domates bitkisinin kök bölgesi (Xiong ve ark., 2015) ve küflü mısır (Lee ve ark., 2017) gibi farklı kaynaklardan izole edildiği belirtilmiştir.

Araştırmamızda belirlenen *Bacillus cereus*, süt, toprak, yaprak ve zeytinden izole edilmiştir. Helgason ve ark. (1998) tarafından yapılan çalışmada, araştırma sonucumuza benzer olarak *Bacillus cereus*'un topraktan izole edildiğini açıklamışlardır. Parvathi ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada *Bacillus cereus*'un deniz suyu, kum, kabuklu deniz hayvanlarından izolasyon yapıldığını açıklamışlardır. Çelikten ve Bozkurt (2018), buğday bitki kökünden *Bacillus cereus*'un izole edildiğini bildirmişlerdir.

Çalışmada belirlenen *Bacillus altitudinis*, ağaç kabuğundan izole edilmiştir. Yapılan çeşitli izolasyon çalışmalarında *Bacillus altitudinis*'in diken kabağının kök bölgesi (Sunar ve ark., 2015) ve buğday bitkisinin kök bölgesi (Çelikten ve Bozkurt, 2018) gibi farklı kaynaklardan izole edildiği belirtilmiştir.

Çalışmada belirlenen diğer bir bakteri türü *Bacillus pumilus*, zeytin ve yapraktan izole edilmiştir. Araştırmadan farklı olarak, yapılan çeşitli izolasyon çalışmalarında *Bacillus pumilus*'un kurutulmuş balık (Munimbazi ve Bullerman, 1998), ham petrol

(Calvo ve ark., 2004) ve deniz suyu, kum, kabuklu deniz hayvanları (Parvathi ve ark. 2009) gibi kaynaklardan izole edildiğini açıklamışlardır.

Araştırmada *Bacillus subtilis*, bal, yoğurt ve yapraktan izole edilmiştir. Yapılan çeşitli izolasyon çalışmalarında *Bacillus subtilis*'in toprak (Roberts ve Cohan, 1995), acı biber sosu ve karides (Phelps ve McKillip, 2002) ve buğday bitkisinin kök bölgesi (Çelikten ve Bozkurt, 2018) gibi farklı izolasyon kaynaklarından tespit edildiği belirtilmiştir.



## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, l-sistein üreten bakterilerin çeşitli doğal kaynaklardan izole edilmesi ve l-sistein üretim miktarlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada aşağıda belirtilen bulgular elde edilmiştir.

Hatay bölgesinden, farklı doğal kaynaklardan ve çeşitli satış yerlerinden 28 adet ürün (peynir, atık su, ağaç kabuğu, yaprak, kırmızıbiber, zeytinyağı, toprak, salça, zeytin, çiğ süt, bal, yoğurt) temin edilmiştir. Bu örneklerden 224 adet farklı koloni özelliği gösteren bakteri suşları izole edilmiştir. Çalışmada izole edilen bakteri suşlarının %12.1'i peynir, %9.8'i süt, %3.1'i yoğurt, %1.3'ü tuzlu yoğurt, %8.9'u bal, %10.7'si toprak, %5.8'i zeytin, %2.7'si salça, %14.7'si atık su, %17.4'ü yaprak, %1.8'i kırmızıbiber ve %0.9'u zeytinyağı örneklerinden elde edilmiştir.

Çeşitli örneklerden izole edilen suşların glikoz ve üre besiyerlerinde gelişimi sonunda 0.096 g/L ile 0.001 g/L aralığında l-sistein üretim miktarları belirlenmiştir. En yüksek l-sistein miktarı yaprak 4'den izole edilen S209 nolu suşda (0.181 g/L), en düşük miktarları yaprak 1 ve zeytinyağında (0.001 g/L) saptanmıştır. Diğer örneklerde (peynir, yoğurt, bal, toprak, salça, atık su, ağaç kabuğu, yaprak, süten) l-sistein miktarları benzer değerler olarak saptanmıştır. İzole edilen suşların bazılarında (S7, S18, S56, S34, S85, S98,S128,S150, S169, S177, S217) l-sistein üretimi tespit edilmemiştir.

Glikoz ve üre besiyerlerinde l-sistein üretimi karşılaştırma sonuçlarına göre, örneklerin çoğunluğunda (peynir, toprak, kırmızıbiber, salça, zeytinyağı, yoğurt, zeytin, bal atık su, süt) glikoz besiyerinde daha yüksek l-sistein ortalama miktarları saptanmıştır.

Araştırma sonucuna göre, besiyerlerinde gelişen suşların pH değeri 3.78 ile 9.49 aralığında saptanmıştır. Örneklerdeki pH değerlerinin ortalamalarına göre, yoğurt, toprak ve zeytinde belirlenen sonuçlar (pH değeri 5.11 ile 6.46), süt, salça ve biberde belirlenen sonuçlarla yakın değerler olarak (pH değeri 4.22 ile 6.58) elde edilmiştir. Diğer örneklerde (peynir, atık su, bal, ağaç kabuğu, zeytinyağı ve yaprakta) pH değeri sonuçları (4.65 ile 5,96) daha düşük saptanmıştır. En yüksek pH değeri 9.59 ile ağaç kabuğu 1 örneğinde (S113 nolu suş),en düşük pH değeri ise 3.46 ile atık su 2 örneğinde (S28 nolu suş) belirlenmiştir.

Glikoz ve üre besiyerinin pH değerlerinin karşılaştırma sonuçlarına göre, örneklerin tamamında (toprak hariç) üre besiyerinde daha yüksek pH değeri ortalaması saptanmıştır. Glikoz besiyerinde ortalama en yüksek pH değeri 8.66, en düşük pH değeri 3.78 olarak tespit edilmiştir. Üre besiyerinde ise ortalama en yüksek pH değeri 9.49, en düşük pH değeri 4.06 olarak belirlenmiştir.

Çalışmada izole edilen suşların fermantasyon süresi sonunda belirlenen toplam kuru madde miktarı %0.005 ile %1.589 aralığında tespit edilmiştir. Örneklerde toplam kuru madde miktarlarının ortalamalarına göre, atık su, yoğurt ve toprakta daha yüksek değerler (%0.280 ile 0.826), peynir, zeytin, bal, yaprak, ağaç kabuğu, salça, kırmızıbiber ve sütte daha düşük değerler (%0.102 ile %0.595) bulunmuştur. En düşük toplam kuru madde miktarı ortalaması zeytinyağı örneğinde (%0.166 ile %0.269) elde edilmiştir. Örneklerde toplam kuru madde miktarı S6 nolu suşta en yüksek %2.382 ile toprak 1 örneğinde, en düşük toplam kuru madde miktarı ise S110 nolu suşta %0.004 ile zeytin 2 örneğinde belirlenmiştir.

İki farklı fermantasyon ortamının (glikoz ve üre besiyerinde) toplam kuru madde miktarlarının (%) ortalamaları karşılaştırma sonucuna göre, tüm örneklerde üre besiyerinde glikoz besiyerine göre daha yüksek toplam kuru madde miktarı (%) ortalamaları belirlenmiştir. Glikoz besiyerinde en yüksek toplam kuru madde miktarı %0.945, en düşük toplam kuru madde miktarı %0.005 olarak tespit edilmiştir. Üre besiyerinde ise en yüksek toplam kuru madde miktarı %1.589, en düşük toplam kuru madde miktarı %0.077 olarak saptanmıştır.

Araştırmanın sonraki aşamasında, glikoz ve üre besiyerinde yüksek miktarda l-sistein üreten suşlar (S116, S51, S96, S103, S104, S220, S86, S209, S178, S117, S106, S50, S184) seçilmiştir. Glikoz besiyerinde geliştirilen S209 nolu yapraktan izole edilen suşun 0.096 g/L ile en yüksek miktarda l-sistein ürettiği tespit edilmiştir.

Mikroskopik olarak incelenen suşların (S116, S51, S96, S103, S104, S220, S86, S209, S178, S117, S106, S50, S184) %77'sinin çubuk, %23'ünün kokobasil olduğu belirlenmiş ve ayrıca tüm suşlar gram (+) olarak saptanmıştır.

MALDI-TOF MS yöntemiyle tanımlama sonucuna göre, seçilen 13 suşun tamamı *Bacillus* sp. olarak belirlenmiştir. Suşların %31'i *Bacillus cereus*, %15'i *Bacillus amyloliquefaciens*, %8'si *Bacillus altitudinis*, %23'ü *Bacillus pumilus*, %23'ü *Bacillus subtilis* olarak tanımlanmıştır. Araştırmada elde ettiğimiz, *Bacillus cereus* süt, toprak,

yaprak ve zeytinden, *Bacillus amyloliquefaciens* ağaç kabuğundan, *Bacillus altitudinis* ve *Bacillus pumilus* zeytin ve yapraktan, *Bacillus subtilis* bal, yoğurt ve yapraktan izole edilmiştir.

Araştırmada en yüksek miktarda l-sistein üretimi yapan suş (glikoz besiyerinde geliştirilen ve yapraktan izole edilen S209 nolu suş) *Bacillus pumilus* olarak belirlenmiştir.

Genel olarak araştırmada, 224 suşun 11'i dışındaki tüm örneklerde l-sistein üretim sonucu elde edilmiştir. Ayrıca, önceki çalışmalarda belirtilen izolasyon kaynaklarından farklı olarak peynir, zeytin, salça, kırmızıbiber, zeytinyağı, ağaç kabuğu, yaprak örneklerinden l-sistein üretimi yapan bakterilerin elde edilme olasılığı ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca benzer izolasyon kaynakları (toprak, atık su, bal, süt, yoğurt) da kullanılarak önceki çalışmalarda elde edilen sonuçlarla uyumu irdelenmiştir.

Araştırmada elde ettiğimiz l-sistein analiz sonuçları, önceki çalışmalarda belirtilen değerlerden daha düşüktür. Ancak, araştırmanın sonraki aşamasında optimizasyon çalışmaları, l-sistein üretim miktarının artırılmasına katkı sağlayabilecektir. Ayrıca, araştırmada, l-sistein üretimi literatürde belirtilmeyen *Bacillus* sp. türleri ortaya çıkarılmıştır.

L-sistein ve diğer amino asitlerin, dünyada büyük bir pazar payı bulunmakta ve ülkemizde de çeşitli sektörler için ihraç yoluyla temin edilmektedir. Çalışmada ele alınan bu konu, amino asitlere dikkat çekerek ülkemizde de üretiminin başlatılmasına katkı sağlayacaktır.



## KAYNAKLAR

- Aksoy, G. G., 2014. Diffüz saç dökülmeleri; besinsel eksikler ve destekler. **Türkderm-Deri Hastalıkları ve Frengi Arşivi Dergisi**, Özel Sayı (1): p.45-47.
- Ali, N. M., 2008. Study on bacterial isolates for amino acid production: Improvement in production of amino acids of commercial importance. **The GC University**, Lahore.
- Ali, N. M., Shakoori, F. R., Shakoori, A. R., 2011. Improvement in cysteine production by local bacterial isolates. **Pakistan Journal of Zoology**, 43 (4): p.805-808.
- Anonim, 2013. T.C. Resmi Gazete, Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği. 30.06.2013.(28693).
- Anonim, 2017.T.C. Resmi Gazete, Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddelerinin Spesifikasyonları Hakkında Yönetmelik. 03.04.2017. (30027)
- Anonymous, 2006. Opinion of the scientific panel on food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food on a request from the commission related to the use of l-cysteine in foods intended for infants and young children, EFSA Journal, 390, 1-7.
- Anonymous, 2007. <https://www.wacker.com/cms/media/en/documents/feature-pdf/Cystein.pdf>. Erişim tarihi: 28.02.18.
- Anonymous, 2017. <https://www.eurpepsoc.com/cysteine-essential-inessential-amino-acid/>. Erişim tarihi: 17.05.18.
- Atruki, K. R., Mantovani, J. J., Herzenberg, L. A., 2007. N-ascetylcysteine-a safe antidote for cysteine/glutathione deficiency. **Current Opinion in Pharmacology**, 7 (4): p.355-359.
- Awano, N., Wada, M., Mori, H., Nakamori, S., Takagi, H., 2005. Identification and functional analysis of Escherichia coli cysteine desulhydrases. **Applied and Environmental Microbiology**, 71 (7): p.4149-4152.
- Calvo, C., Toledo, F. L., González-López, J., 2004. Surfactant activity of a naphthalene degrading Bacillus pumilus strain isolated from oil sludge. **Journal of Biotechnology**, 109 (3): p.255-262.
- Carolis, E. D., Posteraro, B., Lass-Flo, C., Vella, A., Florio, A. R., Torelli, R., Girmenia, C., Colozza, C., Tortorano, A. M., Sanguinetti, M., Fadda, G., 2012. Species identification of Aspergillus, Fusarium and Mucorales with direct surface analysis by matrix-assisted laser desorption ionization time-of-flight mass spectrometry. **Clinic Microbiology Infect**, 18, p.475-484.
- Chalupová, J., Raus, M., Sedlářová, M., Šebela, M., 2014. Identification of fungal microorganisms by MALDI-TOF mass spectrometry. **Biotechnology Advances**, 32 (1): p.230-241.
- Çelikten, M., Bozkurt, A. İ., 2018. Buğday kök bölgesinden izole edilen bakterilerin buğday gelişimine olan etkilerinin belirlenmesi. **Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 23 (1): p.33-48.
- Daßler, T., Maier, T., Winterhalter, C., Böck A., 2000. Identification of a major facilitator protein from Escherichia coli involved in efflux of metabolites of the cysteine pathway. **Molecular Microbiology**, 36 (5): p.1101-1112.
- Demirkol, O., Adams, C., Ercal, N., 2004. Biologically important thiols in various vegetables and fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 52 (26): p.8151-8154.

- Dominy, J., Simmons, C., Karplus, A., Gehring, A., Stipanuk, A., 2006. Identification and characterization of bacterial cysteine dioxygenases: a new route of cysteine degradation for Eubacteria. **Journal of Bacteriology**, 188 (15): p.5561-5569.
- Dudley, E. D., Hotchkiss, J. H., 1989. Cysteine as an inhibitor of polyphenol oxidase. **Journal of Food Biochemistry**, 13, p.65-75.
- Erbay, B., Demir, N. 2006. Taze kesilmis meyve ve sebzelerde esmerlesmenin engellenmesi. **Türkiye 9. Gıda Kongresi**, Bolu.
- Franke, I., Resch, A., Daßler, T., Maier, T., Böck, A., 2003. YfiK from *Escherichia coli* promotes export of o-acetylserine and cysteine. **Journal of Bacteriology**, 185 (4): p.1161-1166.
- Fujiwara, Y., Sahashi, Y., Aritro, M., Hasegawa, S., Akimoto, K., Ninomiya, S., Sakaguchi, Y., Seyama, Y., 2004. Effect of simultaneous administration of vitamin C, l-cysteine and vitamin E on the melanogenesis. **Biofactors**, 21 (1-4): p.415-418.
- Gaitonde, M. K., 1967. A Spectrophotometric method for the direct determination of cysteine in the presence of other naturally occurring amino acids. **Biochemical Journal**, 104 (2): p.627-633.
- Goluch-Koniuszy Z. S., 2016. Nutrition of women with hair loss problem during the period of menopause. **Menopause Review**, 15(1): p.56-61.
- Guédon, E., Verstraete, I. M., 2007. Cysteine metabolism and its regulation in bacteria. (V. F. Wendisch, Editör). In: **Aminoacid Biosynthesis-Pathways, Regulation and Metabolic Engineering**. Springer, Pub. No:5, p.195-215, ISBN:978-3-540-48595-7, Berlin.
- Haas, T., Kircher, M., Köhler, T., Wich, G., Schörken, U., Hagen, R., 2009. White Biotechnology. (R. Höfer, Editör). In: **Sustainable Solutions for Modern Economies**. The Royal Society of Chemistry, No:4, p.436-479, ISBN: 978-1-84755-905-0, Cambridge.
- Helgason, E., Caugant, D. A., Lecadet, M. M., Chen, Y., Mahillon, J., Lövgren, A., Hegna, I., Kvaløy, K., Kolstø1, K., 1998. Genetic diversity of *Bacillus cereus*/*B. thuringiensis* isolates from natural sources. **Current Microbiology**, 37 (2): p.80-87.
- Hullo, M. F., Auger, S., Soutourina, O., Barzu, O., Yvon, M., Danchin, A., Martin-Verstraete, I., 2007. Conversion of methionine to cysteine in *Bacillus subtilis* and its regulation. **Journal of Bacteriology**, 189 (1): p.187-197.
- Ishiwata, K., Nakamura, T., Shimada, M., Makiguchi, N., 1989. Enzymatic production of l-cysteine with tryptophan synthase of *Escherichia coli*. **Journal of Fermentation and Bioengineering**, (67)3: p.169-172.
- Ismail, N., Hashim, Y., Jamal, P., Othman, R., Salleh, H., 2014. Production of cysteine: approaches, challenges and potential solution. **International Journal of Biotechnology for Wellness Industries**, 3, p.95-101.
- Ivanov, K., Stoimenova, A., Obreshkova, D., Saso, L., 2013. Biotechnology in the production of pharmaceutical industry ingredients: amino acids. **Biotechnology & Biotechnological Equipment**, 27 (2): p.3620-3626.
- İyidogan, N. F., Bayındırlı, A., 2004. Effect of L-cysteine, kojic acid and 4-hexylresorcinol combination on inhibition of enzymatic browning in Amasya apple juice. **Journal of Food Engineering**, 62 (3): p.299-304.

- Jeelani, G., Sato, D., Soga, T., Watanabe, H., Nozakia, T., 2014. Mass spectrometric analysis of l-cysteine metabolism: physiological role and fate of l-cysteine in the enteric protozoan parasite *Entamoeba histolytica*. **American Academy of Microbiology**, 5(6): p.1995-2014.
- Karabulut, H., Gülay, M. Ş., 2016. Antioksidanlar. **Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi**, 1(1): p.65-76.
- Kawano, Y., Ohtsu, I., Takumi, K., Tamakoshi, A., Nonaka, G., Funahashi, E., Ihara, M., Takagi, H., 2015. Enhancement of l-cysteine production by disruption of *yciW* in *Escherichia coli*. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, 119(2): p.176-179.
- Kullman, J. P., Yu, T., Chen, X., Neal, R., Ercal, N., Armstrong, D. W., 2000. Resolution of chiral thiol compounds derivatized with N-(1-pyrenyl)maleimide and thioglutathione. **Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies**, 23 (13): p.1941-1952.
- Kwiecien', I., Iciek, M., Włodek, L., 2012. Acceleration of anaerobic cysteine transformations to sulfane sulfur consequent to  $\gamma$ -glutamyl transpeptidase inhibition. **The ScientificWorld Journal**, 2012: p.253-724.
- Lee, A., Cheng, K. K., Liu, J. R., 2017. Isolation and characterization of a *Bacillus amyloliquefaciens* strain with zearalenone removal ability and its probiotic potential. **Plos one**, 12 (8): p.1-21.
- Leuchtenberger, W., Huthmacher, K., Drauz, K., 2005. Biotechnological production of amino acids and derivatives: current status and prospects. **Applied and Microbiological Biotechnology**, 69 (1): p.1-8.
- Liu, Z., Dong, S., Xu, J., Zeng, M., Song, H., Zhao, Y., 2008. Production of cysteine-rich antimicrobial peptide by digestion of oyster (*Crassostrea gigas*) with alcalase and bromelin. **Food Control**, 19(3): p.231-235.
- Liu, Y., Sieprawska-Lupa, M., Whitman, W. B., White, R. H., 2010. Cysteine is not the sulfur source for iron-sulfur cluster and methionine biosynthesis in the methanogenic archaeon *Methanococcus maripaludis*. **The Journal of Biological Chemistry**, 285(42): p.31923–31929.
- Liu, S., Xin, D., Wang, L., Zhang, T., Bai, X., Li, T., Xie, Y., Xue, H., Bo, S., Liu, D., Wang, Z., 2017. Therapeutic effects of l-cysteine in newborn mice subjected to hypoxia-ischemia brain injury via the CBS/H<sub>2</sub>S system: Role of oxidative stress and endoplasmic reticulum stress. **Redox Biology**, 13, p.528-540.
- Majzoobi, M., Farahnaky, A., Jamalian, J., Radi, M., 2011. Effects of l-cysteine on some characteristics of wheat starch. **Food Chemistry**, 124 (3): p.795-800.
- Millea, P. J., 2009. N-Acetylcysteine: Multiple clinical applications. **American Family Physician**, 80 (3): p.265-69.
- Molnar-Perl, I., Friedman, M., 1990. Inhibition of browning by sulfur amino acids. Part 3. Apples and potatoes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 38 (8): p.1652-1656.
- Munimbazi, C., Bullerman, L. B., 1998. Isolation and partial characterization of antifungal metabolites of *Bacillus pumilus*. **Journal of Applied Microbiology**, 84 (6): p.959-968.
- Nakamori, S., Kobayashi, S. I., Kobayashi, C., Takagi, H., 1998. Overproduction of l-cysteine and l-cystine by *Escherichia coli* strains with a genetically altered serine acetyltransferase. **Applied Environmental Microbiology**, 64 (5): p.1607-1611.

- Nakatani, T., Ohtsu, I., Nonaka, G., Wiriyanawudhiwong, N., Morigasaki, S., Takagi, H., 2012. Enhancement of thioredoxin/glutaredoxin-mediated l-cysteine synthesis from S-sulfocysteine increases l-cysteine production in *Escherichia coli*. **Microbial Cell Factories**, 11:62.
- Ohmachi, T., Nishino, M., Kawata, M., Edo, N., Funaki, H., Narita, M., Mori, K., Tamura, Y., Asada, Y., 2002. Identification, cloning, and sequencing of the genes involved in the conversion of D,L-2-amino- $\Delta^2$ -thiazoline-4-carboxylic acid to l-cysteine in *Pseudomonas* sp. strain ON-4a. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, 66 (5): p.1097-1104.
- Özoğlu, H., Bayındırlı, A., 2002. Inhibition of enzymatic browning in cloudy apple juice with selected antibrowning agents. **Food Control**, 13 (4): p.213-221.
- Pae, K. M., Ryo, O.H., Yoon, H. S., Schin, C. S., 1992. Kinetic properties of a l-cysteine desulfhydrase-deficient mutant in the enzymatic formation of l-cysteine from DL-ATC. **Biotechnology Letters**, 14 (12): p.1143-1148.
- Parvathi, A., Krishna, K., Jose, J., Joseph, N., Nair, S., 2009. Biochemical and molecular characterization of *Bacillus pumilus* isolated from coastal environment in cochin, India. **Brazilian Journal of Microbiology**, 40 (2): p.269-275.
- Phelps, R. J., McKillip, J. L., 2002. Enterotoxin production in natural isolates of Bacillaceae outside the *Bacillus cereus* group. **Applied and environmental microbiology**, 68 (6): p.3147-3151.
- Qanungoa, S., Uys, J. D., Manevich, Y., Distler, A. M., Shaner, B., Hill, E. G., Mieval, J. J., Lemasters, J. J., Townsend, D. M., Nieminen, A. L., 2015. N-acetyl-l-cysteine sensitizes pancreatic cancers to gemcitabine by targeting the NF $\kappa$ B pathway. **Biomed Pharmacother**, 68 (7): p.855-864.
- Renneberg, R., Berkling, V., Loroch, V., 2016. High grade cysteine no longer has to be extracted from hair. (A. L. Demain, Editör). In: **Biotechnology for Beginners**, Academic Press, Pub. No: 2, p.132, ISBN: 978-0-12-801224-6, Amsterdam.
- Richard-Forget, F. C., Goupy, P. M., Nicolas, J. J., Lacombe, J. M., Pavia, A. A., 1991. Cysteine as an inhibitor of enzymatic browning. 1. Isolation and characterization of addition compounds formed during oxidation of phenolics by apple polyphenol oxidase. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, 39 (5): p.841-847.
- Richard-Forget, F. C., Goupy, P. M., & Nicolas, J. J., 1992. Cysteine as an inhibitor of enzymatic browning. 2. Kinetic studies. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, 40(11): p.2108-2113.
- Roberts, M. S., Cohan, F. M., 1995. Recombination and migration rates in natural populations of *Bacillus subtilis* and *Bacillus mojavensis*. **Evolution**, 49 (6): p.1081-1094.
- Ruzanna, M., 2007. L-cysteine Another Pandora's Box?. **The Halal Journal**, 40-43.
- Ryu, O. H., Ju, J. Y., Shin, C. S., 1997. Continuous l-cysteine production using immobilized cell reactors and product extractors. **Process Biochemistry**, 32 (3) : p.201-209.
- Shakoori, F. R., Butt, A. M., Ali, N. M., Zahid, M. T., Rehman, A., Shakoori, A. R., 2012. Optimization of fermentation media for enhanced amino acids production by Bacteria isolated from natural sources. **Pakistan Journal of Zoology**, 44 (4): p.1145-1157.

- Shiba, T., Takeda, K., Yajima, M., Tadano, M., 2002. Genes from *Pseudomonas* sp. strain BS involved in the conversion of L-2- amino- $\Delta^2$ -thiazolin-4-carbonic acid to l-cysteine. **Applied and Environmental Microbiology**, 68 (5): p.2179-2187.
- Shivaji, S., Chaturvedi, P., Suresh, K., Reddy, G. S. N., Dutt, C. B. S., Wainwright, M., Narlikar, J. V., Bhargava, P. M., 2006. *Bacillus aerius* sp. nov., *Bacillus aerophilus* sp. nov., *Bacillus stratosphericus* sp. nov. And *Bacillus altitudinis* sp. nov., isolated from cryogenic tubes used for collecting air samples from high altitudes. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, 56, p.1465–1473.
- Srinivasan, S., Kapila, S., Forciniti, D., Nam, P., 2017. Efficacy of l-cysteine as an anti-oxidant in papain catalyzed synthesis of oligopeptides in organic solvent system. **Biochemistry & Analytical Biochemistry**, 6 (3): p.1-9.
- Sunar, K., Dey, P., Chakraborty, U., Chakraborty, B., 2015. Biocontrol efficacy and plant growth promoting activity of *Bacillus altitudinis* isolated from Darjeeling hills, India. **Journal of Basic Microbiology**, 55 (1): p.91–104.
- Takagi, H., Ohtsu, I., 2003. L-cysteine metabolism and fermentation in microorganism. (A. Yokota, M. Ikeda, Editör). In: **Advances in biochemical engineering/biotechnology**. Springer, No: 79, p.130-147, New York.
- Takumi, K., Ziyatdinov, M. K., Samsonov, V., Nonaka, G., 2017. Fermentative production of cysteine by *Pantoea ananatis*. **Applied and Environmental Microbiology**, 83 (5): p.2502-2516.
- Temiz, A., 2010. **Genel Mikrobiyoloji Uygulama Teknikleri**. Hatipoğlu Yayınevi, s.291, ISBN: 975-7527-76-9, Ankara.
- Townsenda, D. M.,Tewa, K. D., Tapierob, H., 2004. Sulfur containing amino acids and human disease. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, 58 (1): p.47-55.
- Tozawa, K., Okamoto, T., Hayashi, Y., Sasaki, S., Kawai, N., Kohri, K., 2002. N-acetyl-l-cysteine enhances chemotherapeutic effect on prostate cancer cells. **Urological Research**, 30 (1): p.53-58.
- Türker, S., Ertağ, M., Demir K., 2013. Helal gıda açısından tahıl ve tahıl ürünlerine bakış. **International 2nd Halal and Healthy Food Congress**, s.503-517, Konya.
- Uysal, A., Kurt, Ş., Soylu E. M., Kara M., Soylu S., 2018. Evaluation of the Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Time-Of-Flight (MALDI-TOF) mass spectrometry for identification of some plant fungal pathogenic species. **International Agricultural Science Congress**. Van.
- Vilas-Boas, E. V., Kader A. A., 2006. Effect of atmospheric modification, 1-MCP and chemicals on quality of fresh-cut banana. **Postharvest Biology and Technology**, 39 (2): p.155-162.
- Wada, M., Awano, N., Haisa, K., Takagi, H., Nakamori, S., 2002. Purification, characterization and identification of cysteine desulfhydrase of *Corynebacterium glutamicum*, and its relationship to cysteine production. **FEMS Microbiology Letters**, 217(1): p.103-107.
- Wada, M., Takagi, H., 2006. Metabolic pathways and biotechnological production of L-cysteine. **Applied Microbiology Biotechnology**, 73 (1): p.48–54.
- Wiriyathanawudhiwong, N., Ohtsu, I., Li, Z. D., Mori, H., Takagi, H., 2009. The outer membrane TolC is involved in cysteine tolerance and overproduction in

- Escherichia coli. **Applied Genetics and Molecular Biotechnology**, 81 (5): p.903-913.
- Wirtz, M., Hell, R., 2003. Production of cysteine for bacterial and plant biotechnology: Application of cysteine feedback-insensitive isoforms of serine acetyltransferase. **Amino Acids**, 24 (1-2): p.195-203.
- Wirtz, M., Droux, M., 2005. Synthesis of the sulfur amino acids: cysteine and methionine. **Photosynthesis Research**, 86 (3): p.345-362.
- Yamada, S., Awano, N., Inubushi, K., Maeda, E., Nakamori, S., Nishino, K., Yamaguchi, A., Takagi, H., 2006. Effect of drug transporter genes on cysteine export and overproduction in Escherichia coli. **Applied and Environmental Microbiology**, 72 (7): p.4735-4742.
- Yin, J., Ren, W., Yang, G., Duan, J., Huang, X., Fang, R., Li, C., Li, T., Yin, Y., Hou, Y., Kim, S. W., Wu, G., 2015. L-Cysteine metabolism and its nutritional implications. **Molecular Nutrition & Food Research**, 60 (1): p.134-146.
- Xiong, H., Li, Y., Cai, Y., Cao, Y., Wang, Y., 2015. Isolation of Bacillus amyloliquefaciens JK6 and identification of its lipopeptides surfactin for suppressing tomato bacterial wilt. **RSC Advances**, 100, p.1-22.

## ÖZGEÇMİŞ

Yazar, 1988 yılında Gülşehir’de doğdu. İlkokul’u 1999’da Van Atatürk İlkokulu’nda, ortaokulu 2002’de Merzifon Gazi Ortaokulu’nda, lise öğrenimini 2006’da Merzifon Yabancı Dil Ağırlıklı Lisesi’nde tamamladı. Anadolu Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü’nden 2012 yılında mezun oldu. 2010-2011 eğitim öğretim yılında Erasmus öğrenci değişim programıyla gittiği İtalya’da Università degli Studi di Perugia’da Doğa Bilimleri alanında eğitim aldı. 1 yıl 8 ay boyunca Mustafa Kemal Üniversitesi Araştırma Ve Uygulama Hastanesi merkez laboratuvarında biyolog olarak çalıştı. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında 2015 yılında yüksek lisansa başladı.