

**T.C.  
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EKSTRAKSİYON YÖNTEMLERİNİN BİTKİLERİN  
ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTESİNE ETKİSİNİN  
İNCELENMESİ**

**Duygu DEMİRKAPI KALIN**

**Danışman  
Jüri Üyesi  
Jüri Üyesi**

**Doç. Dr. Ergin Murat ALTUNER  
Prof. Dr. Fatmagül GEVEN  
Dr. Öğr. Üyesi Kerim GÜNEY**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİYOLOJİ ANA BİLİM DALI**

**KASTAMONU-2018**

## TEZ ONAYI

Duygu DEMİRKAPI KALIN tarafından hazırlanan ve aşağıdaki jüri karşısında sunulan “Ekstraksiyon Yöntemlerinin Bitkilerin Antimikrobiyal Aktivitesine Etkisinin İncelenmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve oy birliği ile Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, **Biyoloji Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman

Doç. Dr. Ergin Murat ALTUNER  
Kastamonu Üniversitesi



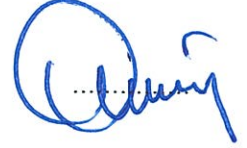
Jüri Üyesi

Prof. Dr. Fatmagül GEVEN  
Ankara Üniversitesi



Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Kerim GÜNEY  
Kastamonu Üniversitesi



28/06/2018

Enstitü Müdür V.

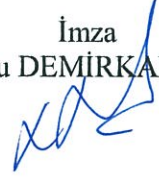
Doç. Dr. Mehmet Altan KURNAZ



## TAAHHÜTNAME

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu taahhüt ederim. Ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına atıf yapıldığını bildirir ve taahhüt ederim.

İmza  
Duygu DEMİRKAPI KALIN



## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### EKSTRAKSİYON YÖNTEMLERİNİN BİTKİLERİN ANTIMİKROBİYAL AKTİVİTESİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Duygu DEMİRKAPI KALIN

Kastamonu Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyoloji Ana Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ergin Murat ALTUNER

Bu çalışmanın amacı, farklı ekstraksiyon yöntemlerinin (çalkalama, maserasyon ve soxhlet) bitkilerin antimikrobiyal aktivitesine etkisini test etmektir. Tıbbi ve aromatik özelliğe sahip olan Zingiberaceae familyasından üç farklı rizom zencefil (*Zingiber officinale*), havlıcan (*Alpinia officinarum*) ve zerdeçal (*Curcuma longa*) ile çalışılmıştır. Bitki örneklerinden özütler, çalkalama ve maserasyon için % 70 etanol kullanılarak, soxhlet için petrol eteri, n-hekzan, kloroform, aseton, metanol ve su ile ekstrakte edildikten sonra antimikrobiyal aktivitesi belirlenmiştir. Bu özütler, 18 farklı mikroorganizmaya (*Bacillus subtilis* DSMZ 1971, *Enterobacter aerogenes* ATCC 13048, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Enterococcus faecium*, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* DSMZ 50071, *Pseudomonas fluorescens* P1, *Salmonella enteritidis* ATCC 13075, *Salmonella infantis*, *Salmonella kentucky*, *Salmonella typhimurium* SL 1344, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus epidermidis* DSMZ 20044, *Listeria innocua*, *Listeria monocytogenes*, *Enterococcus durans* ve *Candida albicans* DSMZ 1386) karşı test edilmiştir. Çalışmada, minimum inhibisyon konsantrasyonu (MİK) ve minimum bakterisidal/fungisidal konsantrasyonu MBK/MFK testleri kullanılmıştır.

Elde edilen sonuçlar; bitki örneklerinden aktif madde ekstraksiyon yönteminin etkiyi nasıl değiştirdiğini açıkça ortaya koymaktadır. Bu sebeple bitki kökenli bileşiklerin anti-infektif özellikleri ile ilgili yapılacak herhangi bir araştırmada tek bir yöntem ile ekstraksiyon yerine, birden fazla ekstraksiyon yönteminin kullanılması önem arz etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Zingiberaceae, zencefil, havlıcan, zerdeçal, antimikrobiyal aktivite, ekstraksiyon yöntemleri, çalkalama, maserasyon, soxhlet

**2018, 59 Sayfa**  
**Bilim Kodu: 203**

## ABSTRACT

MSc.Thesis

### INVESTIGATION OF THE EFFECT OF EXTRACTION METHODS TO THE ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF PLANTS

Duygu DEMİRKAPI KALIN

Kastamonu University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Biology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ergin Murat ALTUNER

The purpose of this study is to investigate the effects of different extraction methods (agitation, maceration and soxhlet) on the antimicrobial activity of plants. Zingiberaceae family, which has medicinal and aromatic properties, has been studied with three different rhizomes ginger (*Zingiber officinale*), galangal (*Alpinia officinarum*) and turmeric (*Curcuma longa*). The extracts of plant samples were prepared by 70% ethanol for agitation and maceration, and by petroleum ether, n-hexane, chloroform, acetone, methanol and water for the soxhlet. These extracts have been tested against 18 different microorganisms (*Bacillus subtilis* DSMZ 1971, *Enterobacter aerogenes* ATCC 13048, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Enterococcus faecium*, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* DSMZ 50071, *Pseudomonas fluorescens* P1, *Salmonella enteritidis* ATCC 13075, *Salmonella infantis*, *Salmonella kentucky*, *Salmonella typhimurium* SL 1344, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus epidermidis* DSMZ 20044, *Listeria innocua*, *Listeria monocytogenes*, *Enterococcus durans* and *Candida albicans* DSMZ 1386) In this study, minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal/fungicidal concentration (MBC/MFC) methods were used.

Obtained results; clearly demonstrates how the method of extracting active ingredients from plant samples changes the activity. For this reason, it is important to use more than one extraction method instead of extraction by a single method in any research related to the anti-infective properties of plant-derived compounds.

**Key Words:** Zingiberaceae, ginder, galangal, turmeric antimicrobial activity, extraction methods, agitation, maceration, soxhlet.

**2018, 59 Pages**

**Science Code: 203**

## TEŞEKKÜR

Öncelikle danışmanım Doç. Dr. Ergin Murat ALTUNER'e tez çalışmam boyunca yaptığı yorumları, sabrı, yönlendirmeleri ve tezime yaptığı olumlu katkıları için teşekkür ederim. Rehberliği, bana bu tezin araştırması ve yazımında yol gösterdi.

Ayrıca, Dr. Öğr. Üyesi Kerim GÜNEY'e bitki örneklerimin temini ve manevi desteği için teşekkür ederim. Doç. Dr. Talip ÇETER'e manevi desteği için teşekkür ederim.

Arkadaşım Esmâ Sena PATTABANOĞLU'na laboratuvar çalışmamdaki yardımları ve eşi Hakan PATTABANOĞLU ile gösterdikleri tüm destekler için teşekkür ederim.

Kıymetli aileme her zaman her koşulda desteklerini esirgemedikleri için teşekkür ederim.

Canım eşim Nebi KALIN'a hayatımda olduğu için ve tüm destekleri için teşekkür ederim.

Son olarak, tüm Kastamonu Üniversitesi ailesine teşekkürlerimi sunarım.

Duygu DEMİRKAPI KALIN  
Kastamonu, Haziran, 2018

# İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	v
TEŞEKKÜRLER.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ.....	xi
TABLolar DİZİNİ.....	xii
GRAFİKLER DİZİNİ.....	xiii
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Ekstraksiyon Yöntemleri .....	2
1.1.1. Çözeltilerle Yapılan Ekstraksiyonlar .....	2
1.1.2. Kimyasal Etkileşmeye Dayalı Ekstraksiyonlar.....	2
1.1.3. Sürekli Çekmeye Dayanan Sıvı-Sıvı Ekstraksiyonlar.....	3
1.1.4. Katılardan Yapılan Ekstraksiyonlar.....	3
1.2. Antimikrobiyal Etki Çalışmalarında Kullanılan Bazı Mikroorganizmalar..	3
1.2.1. Salmonella .....	3
1.2.2. Staphylococcus .....	4
1.2.3. Enterococcus.....	4
1.2.4. Listeria.....	4
1.2.5. Enterobacter.....	4
1.2.6. Pseudomonas .....	4
1.2.7. Klebsiella.....	4
1.2.8. Bacillus.....	5
1.2.9. Escherichia.....	5
1.2.10. Candida.....	5
1.3. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler.....	5
1.4. Tıbbi ve Aromatik Bitkilerdeki Temel Antimikrobiyal Etken Maddeler	6
1.5. Çalışmada Kullanılan Bitkiler .....	7

1.5.1. Zencefilgiller Familyası (Zingiberaceae) .....	7
1.5.1.1. <i>Zencefil (Zingiber officinale)</i> .....	7
1.5.1.2. <i>Havlıcan (Alpinia officinarum)</i> .....	7
1.5.1.3. <i>Zerdeçal (Curcuma longa)</i> .....	8
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	9
3. MATERYAL VE YÖNTEMLER .....	12
3.1. Materyal .....	12
3.1.1. Petri Kapları.....	12
3.1.2. Filtre Kağıdı.....	12
3.1.3. Deney Tüpleri .....	12
3.1.4. Steril Özeler .....	12
3.1.5. Cam Balonlar .....	12
3.1.6. Etanol.....	13
3.1.7. Distile Su .....	13
3.1.8. Metanol.....	13
3.1.9. Aseton.....	13
3.1.10. Kloroform .....	13
3.1.11. n-Heksan.....	13
3.1.12. Petrol Eteri.....	13
3.2. Mikroorganizmalar İçin Kullanılan Ortamlar .....	14
3.2.1. Nutrient Broth.....	14
3.2.2. Nutrient Agar .....	14
3.2.3. Saboraud Dekstrose Agar .....	14
3.3. Cihazlar ve Diğer Ekipmanlar .....	14
3.3.1. Çekiç.....	14
3.3.2. Havan.....	14
3.3.3. Hassas Terazî .....	14
3.3.4. Çalkalayıcı .....	15
3.3.5. Vorteks .....	15
3.3.6. Döner Buharlaştırıcı .....	15
3.3.7. Distile Su Cihazı .....	15
3.3.8. Otoklav .....	15
3.3.9. Liyoflizatör .....	15



3.3.10. Steril Kabin.....	15
3.3.11. Etüv.....	16
3.4. Kullanılan Bitkiler .....	16
3.5. Kullanılan Mikroorganizmalar .....	17
3.6. Bitkilerin Ekstraksiyona Hazırlanması .....	18
3.7. Ekstraksiyon Yöntemleri .....	18
3.7.1. Çalkalama .....	18
3.7.2. Maserasyon .....	19
3.7.3. Soxhlet (Tüketme Ekstraksiyonu) .....	20
3.8. Stok Hazırlanması .....	21
3.9. İnokulum Hazırlanması.....	22
3.10. İnkübasyon .....	23
3.11. Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu (MİK) .....	23
3.12. Minimum Bakterisidal/Fungisidal Konsantrasyonu (MBK/MFK) .....	25
3.13. İstatistiksel Analiz .....	25
4. BULGULAR .....	26
4.1. MİK Testlerinin Sonuçları .....	26
4.2. MBK/MFK Testlerinin Sonuçları .....	31
4.3. İstatistiksel Analiz Sonuçları.....	37
5. TARTIŞMA.....	38
6. SONUÇ .....	47
7. ÖNERİLER .....	48
KAYNAKLAR.....	57
EKLER.....	49
Ek.1.....	49
ÖZGEÇMİŞ.....	59

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ATCC	American Type Culture Collection
DMSO	Dimetil Sülfoksit
DSMZ	Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
K	Nerst Kanununa Göre Dağılma Sabitesi
MBK	Minimum Bakterisidal Konsantrasyonu
MFK	Mininum Fungisidal Konsantrasyonu
MIK	Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu
RSKK	Refik Saydam Ulusal Tıp Kültür Koleksiyonu

## FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Fotoğraf 3.1. <i>Zingiber officinale</i> .....	27
Fotoğraf 3.2. <i>Curcuma longa</i> .....	27
Fotoğraf 3.3. <i>Alpinia officinarum</i> .....	27
Fotoğraf 3.4. Toz haline getirilmiş zencefil, zerdeçal ve havlıcan örnekleri .....	28
Fotoğraf 3.5. Çalkalayıcıya konulmuş örnekler .....	28
Fotoğraf 3.6. Filtrelenmiş Ekstraktlar .....	28
Fotoğraf 3.7. Soxhlet ekstraksiyonu .....	29
Fotoğraf 3.8. Döner buharlaştırıcı .....	31
Fotoğraf 3.9. Dondurarak Kurutma İşlemi .....	31
Fotoğraf 3.10. İnkübasyon .....	32
Fotoğraf 3.11. MİK Testi .....	32
Fotoğraf 3.12. MBK/MFK Testi .....	32

## TABLULAR DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan maya ve gram-pozitif/gram-negatif bakteriler listesi .....	27
Tablo 3.2. Soxhlet ekstraksiyonunda kullanılan çözeltilerin polarite indeksleri ve kaynama noktaları .....	27
Tablo 3.3. Stok ekstrakt çözeltilerinde 10 mL %1'lik DMSO içinde çözünen ekstrakt miktarı (g) .....	27
Tablo 4.1. Zencefil ekstraktlarının mikroorganizmalara karşı gösterdiği MİK değerleri .....	27
Tablo 4.2. Havlıcan ekstraktlarının mikroorganizmalara karşı gösterdiği MİK değerleri .....	27
Tablo 4.3. Zerdeçal ekstraktlarının mikroorganizmalara karşı gösterdiği MİK değerleri .....	27
Tablo 4.4. Zencefil ekstraktlarının mikroorganizmalara karşı gösterdiği MBK/MFK değerleri .....	27
Tablo 4.5. Havlıcan ekstraktlarının mikroorganizmalara karşı gösterdiği MBK/MFK değerleri .....	27
Tablo 4.6. Zerdeçal ekstraktlarının mikroorganizmalara karşı gösterdiği MBK/MFK değerleri .....	27

## GRAFİKLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Tablo 4.1. Zencefil ekstraktlarının mikroorganizmalara karşı gösterdiği MİK değerleri .....	27
Tablo 4.2. Havlıcan ekstraktlarının mikroorganizmalara karşı gösterdiği MİK değerleri .....	27
Tablo 4.3. Zerdeçal ekstraktlarının mikroorganizmalara karşı gösterdiği MİK değerleri .....	27
Tablo 4.4. Zencefil ekstraktlarının mikroorganizmalara karşı gösterdiği MBK/MFK değerleri .....	27
Tablo 4.5. Havlıcan ekstraktlarının mikroorganizmalara karşı gösterdiği MBK/MFK değerleri .....	27
Tablo 4.6. Zerdeçal ekstraktlarının mikroorganizmalara karşı gösterdiği MBK/MFK değerleri .....	27

## 1. GİRİŞ

Günümüzde tıbbi ve aromatik bitkiler oldukça popüler hale gelmiş, hatta kullanımları statü göstergesi ve moda olarak lanse edilmeye başlanmıştır. Bugün sağlık ve günlük rutin hayat için vazgeçilmez olma özellikleri kitap, dergi, gazete, televizyon vb. yayın araçlarında sürekli olarak vurgulanmaya başlanmış olsa da aslında tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanımı çok eskiye hatta insanlığın varoluşuna dayanmaktadır.

Arkeolojik bulgulara göre insanlar, gıda temini ve hastalıklarının tedavisi için eski zamanlardan beri bitkilerden yardım almışlardır. Yüzyıllardan beri süregelen insan ve bitki arasındaki bağ sonucunda, günümüzde tüm dünyanın önemini kabul ettiği ve ciddi araştırmaların yapıldığı etnobotanik bilim dalı doğmuştur (Koçyiğit, 2005). Etnobotanik yıllarca toplanan bilgi birikimiyle bitkilerin bilimsel olarak araştırılıp tıbbi ve çeşitli alanlarda kullanılmasına katkı sağlamıştır (Faydaoğlu, 2011).

Bitkilerin mikroorganizmaları öldürücü ve sağlık için önemli olan özellikleri yüzyıllardır araştırmalara konu edilmiştir. Yapılan çeşitli araştırmalar sonucunda bitkilerin ürettiği doğal ürünler olan primer ve sekonder metabolitler doğrudan ve dolaylı olarak endüstrinin en temel ürünler olduğu saptanmıştır. Bitkiler, topraktan aldıkları su, mineral ve bazı öğeleri kendi metabolizmalarında insan vücudunun kullanabileceği bileşiklere dönüştürürler. Karbonhidratlar, proteinler, yağlar, vitaminler gibi bazı primer metabolitler ve sekonder metabolitler bunlara örnek verilebilir. Bunlar, bitkilerde metabolizma sonucu oluşan ve tıbbi amaçlı kullanılabilen etken maddelerdir. Bu etken maddeler vücudun savunma gücünü artırabilir, organların işleyişini destekleyebilir ya da işleyişi hızlandırabilirler. Böylece organizmadaki belirli doku ve organların işlevlerine olumlu etki yaparlar (Faydaoğlu, 2011).

Bitkilerden tıbbi amaçla yararlanmak için etken maddelerin izole edilmesi gerekmektedir ve ticari olarak sunulmuş tüm bitkisel ürünlerin etiketlerinde "Standart Haline Getirilmiş Öz" yazısının olması önemlidir (Johnson, Foster, Dog, Kiefer, 2016) Bu ifadenin yazılabilmesi için bitkilerin etken madde ekstraktları ve bunların ekstraksiyon yöntemleri büyük önem arz etmektedir.

## 1.1. Ekstraksiyon Yöntemleri

Ekstraksiyon, etken maddeyi sıvı ya da katı halde izole etmek için uygulanan yöntemlerdir. Temelinde dört farklı ekstraksiyon yöntemi vardır. Bunlar; kimyasal etkileşmeye dayanan ekstraksiyonlar, katılardan yapılan ekstraksiyonlar, çözeltilerle yapılan ekstraksiyonlar ve sürekli çekmeye dayanan sıvı-sıvı ekstraksiyonlar şeklindedir (Olgun, 2008).

### 1.1.1. Çözeltilerle Yapılan Ekstraksiyonlar

Bu yöntemin temeli Nerst'in dağılma kanununa dayanır. Nerst'in dağılma kanununda seyreltik çözeltilerde bir limit değeri verir. Bu kanununa göre; bir madde, birbiriyle karışmayan iki sıvının bulunduğu ortama konulup çalkalandıktan sonra denge haline geldiğinde maddenin iki çözücü arasındaki dağılma oranı sabit bir değerdir (Özden, 2004).

$$K = \frac{C_{üst}}{C_{alt}}$$

*C<sub>üst</sub> = Üst Fazdaki Madde*

*C<sub>alt</sub> = Alt Fazdaki Madde*

Bu yöntemin amacı, organik maddeyi ayırmak ve fazla çözücü harcanmasının önüne geçmektir. Organik maddelerin suda değil de organik çözücülerde daha fazla çözümleri, organik maddelerin sulu çözeltilerden organik çözücüye çekilmeleri bu amaca uygundur (Özden, 2004).

### 1.1.2. Kimyasal Etkileşmeye Dayalı Ekstraksiyonlar

Kimyasal etkileşmeye dayalı olan ekstraksiyonlarda ayrılacak madde ekstraksiyon çözeltisi ile kimyasal reaksiyona girer ve bu yöntem, karışımlardan bileşenleri ayırmak ya da organik maddedeki safsızlığı ortadan kaldırmak için kullanılır (Özden, 2004).

### **1.1.3. Sürekli Çekmeye Dayanan Sıvı-Sıvı Ekstraksiyonlar**

Sürekli ekstraksiyon yöntemi, ekstraktlar suda diğer çözücülerden daha fazla çözündükleri durumlarda ya da bir katı fazda bulunup organik çözücülerde az çözündükleri zamanlarda uygulanır. Bu yöntemle az çözücü kullanılarak, çözünürlük organik çözücünün aleyhine olduğu halde daha fazla miktarda madde kazanılabilir (Özden, 2004).

### **1.1.4. Katılardan Yapılan Ekstraksiyonlar**

Uygun çözücü ile belirli şartlarda muamele edilen ham drogun ayrılma işlemidir. Bu yöntem kullanılarak droglardan bir sıvı yardımıyla etken maddelerin izolasyonu sağlanmış olur ve maserasyon da bunun ilk kullanılış şeklidir.

Etken maddeler katı droglarda hücre içerisinde bulunurlar. Drog, çözücü içine atıldığı zaman çözücü bir süre sonra hücrenin hemolize uğramasını sağlar. Çözücünün hücre içerisine girmesi hücre çeperi parçalanmadan önce yavaştır bu yüzden olayın hızlanması için hücre çeperinin parçalanması gerekmektedir.

Droglardan elde edilen ekstraksiyon uygulama biçimlerine göre; infüzyon, dekoksasyon, dijestiyon, perkolasyon, soxhlet apareyi, maserasyon, ile yapılan sürekli ekstraksiyon olarak belirtilen yöntemlerle gerçekleştirilebilir (Özden, 2004).

## **1.2. Antimikrobiyal Etki Çalışmalarında Kullanılan Bazı Mikroorganizmalar**

### **1.2.1. Salmonella**

Gram-negatif bakterilerdir. Hidrojen sülfür üretirler. Hareketlidirler. Gıda zehirlenmesine ve tifoya sebep olurlar. Enfeksiyona en çok sebep olan Salmonella serotipi *Salmonella enteritidis*'dir (Johnson, 2000).



### **1.2.2. Staphylococcus**

Gram-pozitif bakterilerdir. Anaerob solunum yaparlar. Gıda zehirlenmesi, yara enfeksiyonları, farenjit, menenjit, idrar yolu enfeksiyonuna sebep olurlar (Küçükçetin, 2015).

### **1.2.3. Enterococcus**

Gram-pozitif bakterilerdir. Bağırsağın doğal florası içinde bulunurlar. Ancak antibiyotiklere dirençli hale gelerek hastane enfeksiyonlarını oluştururlar. Menenjit, solunum yolu ve idrar yolu enfeksiyonuna sebep olurlar (Johnson, 2000).

### **1.2.4. Listeria**

Gram-pozitif bakterilerdir. Hareketlidirler. Kapsül ve spor bulundurmazlar. Genel olarak omurgalı evcil hayvanları enfekte ederler. İnsanlarda menenjite sebep olurlar (Johnson, 2000).

### **1.2.5. Enterobacter**

Gram-negatif bakterilerdir. Doğada ve gübrelerde doğal olarak bulunurlar. Anaerob solunum yaparlar. Hareketlidirler. Menenjit, yara enfeksiyonu, idrar yolu enfeksiyonu ve üst solunum yolu enfeksiyonuna sebep olurlar (Johnson, 2000).

### **1.2.6. Pseudomonas**

Gram-negatif bakterilerdir. Basil şekillidir. Bitkilerde ve insanlarda yara enfeksiyonuna sebep olurlar (Johnson, 2000).

### **1.2.7. Klebsiella**

Gram-negatif bakterilerdir. Hareketsizdirler. Spor bulundurmazlar. İnsanların üst solunum yollarında ve dışkılarında bulunurlar. Bağışıklık sisteminin zayıflaması

pnömonilere yol açar. İdrar yolu enfeksiyonu ve menenjitte sebep olurlar (Johnson, 2000).

### **1.2.8. Bacillus**

Gram-pozitif bakterilerdir. Hareketlidirler. Dayanıklı spor bulundururlar, kapsül bulundurmazlar. Aerobik solunum yaparlar. Besin zehirlenmesine sebep olurlar. Bağışıklık sisteminin zayıflamasına bağlı olarak patojen etki göstermeyen Bacilluslar da enfeksiyona sebep olabilirler (Johnson, 2000).

### **1.2.9. Escherichia**

Gram-negatif bakterilerdir. Basil şeklindedir. Bağırsak florasında doğal olarak bulunurlar, ancak bağışıklık sisteminin zayıflaması ve sayılarının çoğalması enfeksiyonlara sebep olur. Hayvanlarda meme bezi, idrar yolu ve yara enfeksiyonlarına sebep olurlar. İnsanlarda dizanteriye sebep olur (Johnson, 2000).

### **1.2.10. Candida**

Maya mantarıdır. Eşeyli çoğalır. Diploittir. Bağışıklık sisteminin zayıflaması herhangi bir türünün enfeksiyonuna sebep olabilir. *Candida albicans* türü; deri, tırnak, vajinal ve oral enfeksiyonlara sebep olur (Johnson, 2000).

## **1.3. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler**

Tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanımı insanlığın varoluşu ile başlar. Pek çok kültür ve medeniyet tıbbi ve aromatik bitkileri baharat olarak, kozmetik, eczacılık, tıp vb. alanlarda kullanmışlardır. Bu medeniyetlere; Sümerler, Asurlular, Yunanlılar, Mısırlılar ve Hititler örnek verilebilir (Büyükhan, 2016).

Günümüzde tüm dünyada sentetik ilaçlara olan güven azalmakla birlikte doğal olana dönmeye çalışma eğilimi artmaktadır. Bitkilerin doğal olarak kullanımı tıp ve eczacılık alanlarındaki bilim insanlarının tartışma konusu haline gelmiştir. Bu

tartışma bitkilerin kullanımının tıp eğitim sistemi içinde bulunmamasından kaynaklanmaktadır (Johnson, Foster, Dog ve Kiefer, 2016).

Andrew Weil, M.D.'ye göre; bitkilerin rafine ve yoğunlaştırılmış türevleri bitkinin tümünden hazırlanan tedavilerden daha fazla toksiktir ve genel sağlık sorunlarını tedavide daha masraflıdır. Bazı bitkilerin kimyasal ilaçlarda bulunmayan olumlu etkileri vardır. Örnek olarak; peygamber diken ( *Silybum marianum* ) karaciğer hücrelerinin metabolizmasını hızlandırarak onları toksik yaralanmalardan (aşırı alkol alımından, uçucu maddelerin dumanından ve asetaminofen gibi ilaçlardan ve bazı kemoterapik etkenlerden) korur ve bunu sağlayan herhangi bir eczacılık ürünü yoktur (Johnson, Foster, Dog ve Keiefer, 2016).

Tıbbi ve aromatik bitkilerin pek çok kullanım şekli vardır. Çay olarak hazırlanıp tüketilmesi en yaygın kullanımıdır. Bitki çayları temelde iki farklı şekilde hazırlanır; bitkiler sıcak suyun içerisinde birkaç dakika demlenir veya kaynatılır. Şeker ya da balla karıştırılarak şurup şeklinde kullanılabilir. Toz halinde baharat şeklinde, suda veya alkolde çözdürerek tentür şeklinde, bitkisel ya da hayvansal yağ, balmumu ile karıştırılarak merhem şeklinde kullanımları mevcuttur. Yağları ayrıştırılarak yağları kullanılabilir. Cilt için doğrudan kullanılabilir (Johnson, Foster, Dog ve Keiefer, 2016).

Tıbbi ve aromatik bitkilerin tedavi amaçlı kullanılmasını sağlayan temel faktör; bitkilerin ürettiği kimyasal maddelerdir. Tıbbi ve aromatik bitkilerin bulundurduğu etkili maddelerin yapılarının ve bu maddelerin etki mekanizmalarının anlaşılması, bu bitkilerin tedavi amacıyla kullanımına önemli katkı sağlar. Bu amaçla etken maddenin saflaştırılması ve saflaştırma teknikleri önem arz etmektedir (Johnson, Foster, Dog ve Keiefer, 2016).

#### **1.4. Tıbbi ve Aromatik Bitkilerdeki Temel Antimikrobiyal Etken Maddeler**

Tıbbi ve aromatik bitkilerin bulundurduğu temel antimikrobiyal etken maddelerden bazıları şunlardır; kinonlar, basit fenoller, polifenoller, alkaloidler, flavonlar, flavanoidler, flavonoller, tanenler.

## 1.5. Çalışmada Kullanılan Bitkiler

### 1.5.1. Zencefilgiller Familyası (*Zingiberaceae*)

Tropiklerde yetişen, etli ve sürünücü rizomlu ya da yumrulu, çok yıllık bitkilerdir. Gövde kısa, çoğunlukla yapraksızdır, yaprak varsa saplı, eliptik veya linear vaginalıdır. Bu familya bitkilerinden ilaç, baharat, süs olarak ve parfümeri ve boya sanayisinde yararlanılır (Tanker, 2007).

Zingiberaceae familyasında bir kaç bitki daha vardır ki, Hindistan ve Tropikal Asya'da yetiştirilir ve rizomları baharat ve stomaşik olarak kullanılır. Bu rizomlar nışaşa, uçucu yağ ve reçine içerirler (Tanker, 2007).

#### 1.5.1.1. Zencefil (*Zingiber officinale*)

Kullanılan kısım: Rizom

Doğal Yetişme Alanı: Tropikal Asya

Zencefil otsu ve çok yıllık bir bitkidir. Boyları 50 cm'ye kadar uzanabilir. Yerin altındaki köksapların ticari önemi vardır. Zencefil, antiseptik özellik gösterir. Bu sebeple gıda zehirlenmelerinde ve sindirim sistemi enfeksiyonlarının tedavisinde tavsiye edilir. Taze zencefil rizomlarının çiğnenmesi boğaz enfeksiyonlarının tedavisinde kullanılır. Soğuk algınlığı ve grip gibi virütik enfeksiyonlar için ise zencefil çayı tavsiye edilir (Johnson, Foster, Dog ve Keiefer, 2016).

#### 1.5.1.2. Havlıcan (*Alpinia officinarum*)

Kullanılan kısım: Rizom

Doğal Yetişme Alanı: Güneydoğu Asya (özellikle Çin)

Boyları genellikle 1-2 metre kadardır. Yerin altındaki köksapların ticari önemi vardır. Bileşenleri; Diarylheptanoidler; 3-hidroxy-5-heptanon, 3-metoxy-heptanon,

3-keton-heptanon, uçucu yağlar, Phenylalkanonlar; 4-hidroxy-3-methoxyphenyl, Flavonitler; trihidroxyflavon, Galongin-3-methyleter, 4-methoyl-3,5,7-trihidroksflavon'dur. Antimikrobiyal etkisinin yanında mantar önleyici, iltihap önleyici ve hazmettirici etkisi de vardır. Çay, yağ, baharat ve sirke şeklinde kullanılır (Tanker, 2007).

### **1.5.1.3. Zerdeçal (*Curcuma longa*)**

Kullanılan kısım: Rizom

Doğal Yetiştirme Alanı: Doğu Asya

Zerdeçal otsu ve çok yıllık bir bitkidir, fakat genellikle tek yıllık yetiştirilir. Boyları 1 metreyi geçebilir. Yerin altındaki köksapların ticari önemi vardır. Asya'da çok kullanılan Kōri (Curry) adlı baharata renk ve koku verir. Boya sanayisinde de kullanılır. İçerdiği kurkumin bileşenleri ve Beta amyloid protein parçaları tıbbi açıdan çok önemlidir. Kurkumin bileşenleri özellikle ülsere iyi gelmektedir. Günde 1-2 gr kurkumin tüketen hastaların bağırsak iltihaplarında azalma görülmüştür (Johnson, Foster, Dog ve Keiefer, 2016).

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Srividya, Dhanabal, Misra ve Suja (2010), havlıcanın (*Alpinia officinarum*) kurutulmuş rizomlarını toz haline getirip, sıcak ve soğuk maserasyon ile % 50 etanol ile ekstrakte edildikten sonra, *Alpinia officinarum* rizom ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesini belirlemiştir. Ekstraktlar, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Escherichia coli*'ye karşı orta ile güçlü arasında antibakteriyel aktivite gösterirken, ekstraktların hiçbiri *Aspergillus niger* ve *Candida albicans*'a karşı antifungal aktivite sergilememiştir. Sıcak maserasyon ile hazırlanan ekstrakt, 31,25 ile 500 µg/mL aralığında minimum inhibitör konsantrasyon gösterirken, soğuk maserasyonla hazırlanan ekstrakt 125 ile 1000 µg/mL aralığında etki göstermiştir.

Abd-Alrahman, Salem-Bekhit, Yakout ve Elhalwagy (2013), zencefil (*Zingiber officinale*) ekstraktlarının antibakteriyel aktivitesini test etmiştir. Ekstrakt, % 50 sulu-etanol kullanılarak 40°C'de çalkalama ile elde edilmiş, *Bacillus subtilis* IMG 22, *Staphylococcus aureus* ATCC 2491, *Proteus vulgaris* FMC1, *Escherichia coli* ATCC 25912, *Pseudomonas aeruginosa* DSM 50071, *Klebsiella pneumoniae* FMC 5 ve *Listeria monocytogenes* SCOOT A olmak üzere yedi bakteri suşuna karşı antimikrobiyal aktivite açısından değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmada ekstraktların MİK değerinin 31,25 ile 62,50 µg /mL arasında olduğunu gözlenmiştir.

Naji ve Jassemi (2010), zencefilin etanolik ve 7:3 izopropil-heksan karışımı ekstraktlarının antibakteriyel etkilerini üç Gram pozitif bakteriye, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus* ve üç Gram negatif bakteriye *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* ve *Pseudomonas aeruginosa*'ya karşı değerlendirmiştir. Bu çalışmada, zencefilin etanolik rizom ekstraktının, izopropil-heksan ekstraktından anlamlı derecede daha etkili olduğu gösterilmiş ve etanol ekstraktının MİK değerleri 0,015 ile 0,125 ppm arasında, MBK ise 0,031 ile 0,5 ppm arasında bulunmuştur.

Taura, Lawan, Gumel, Umar ve Sadiu (2014), maserasyon ile hazırlanan zencefil etanol ekstraktının *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* ve *Proteus sp.* klinik izolatları üzerine *in vitro* antimikrobiyal etkisini değerlendirmişlerdir. *Proteus sp.*, *Staphylococcus aureus* ve *Klebsiella pneumoniae* için etanol ekstraksiyonun gözlenen MİK değerleri sırasıyla 50, 100 ve 200 µg/mL olarak bulunmuştur. Ancak, zencefilin etanol ekstraktı, tüm konsantrasyonlar için *Pseudomonas aeruginosa* ve *Escherichia coli* üzerinde öldürücü veya inhibe edici bir aktivite göstermemiştir.

Ashgar (2017) hem zencefilin hem de zerdeçaldan %70'lik etanol ve etil asetat ile elde edilen ekstraktlarının antimikrobiyal etkisini gram negatif *Salmonella typhimurium* ATCC 12228, *Klebsiella pneumoniae* (ESBL) ATCC 14028, *Klebsiella pneumoniae* (CRE) ATCC 700603, *Acinetobacter baumannii* ATCC 1705, *Shigella sonnei* ATCC 19605, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 25931, *Proteus mirabilis* ATCC 27853 ve *Escherichia coli* ATCC 43071 ile gram pozitif *Enterococcus faecalis* ATCC 35218, *Enterococcus faecalis* (VRE) ATCC 29212, *Staphylococcus aureus* ATCC 51299, *Staphylococcus aureus* (MRSA) ATCC 43300 ve *Staphylococcus epidermidis* ATCC 43300 üzerinde test etmiştir. Sonuçlar zerdeçalın etil asetat ekstraktının diğer çözücülere göre *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecalis* (VRE), *Staphylococcus aureus* (MRSA) ve *Staphylococcus epidermidis* üzerinde 25 - 50 mg/mL MİK değeri ile en yüksek aktiviteyi göstermiştir. *Acinetobacter baumannii*, zerdeçalın tüm ekstraktlarına karşı bir duyarlılık göstermiştir. Zerdeçal ekstraktları için MBK değerleri 50 mg/mL olarak bulunmuştur. Öte yandan, zencefilin etil asetat ekstraktı, *E. faecalis*, *S. aureus* ve *Staphylococcus aureus* (MRSA) üzerine sırasıyla 100, 12,5 ve 25 mg/mL'lik bir MBK değeri ile etki göstermiştir.

Fazreen ve Jeyalakshmi (2012) metanol ve kloroform kullanarak maserasyon yöntemiyle zerdeçal ekstraktı hazırlamış ve bu ekstraktların *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp* ve *Shigella spp* üzereine etkisini incelemiştir. %100 (1 g/mL), %50 (0,5 g/mL) ve %25 (0,25 g/mL) olmak üzere üç farklı konsantrasyon MİK testi ile denenmiş ve %25'lik konsantrasyonun denenen bütün mikroorganizmalar için MİK değeri olduğu bulunmuştur.

Igwo-Ezikpe, Imaga, Ogbunugafor, Osuntoki, Adeleye ve Ipadeola (2013), *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas putida*, *Bacillus subtilis* ve *Candida albicans* olmak üzere beş patojenik mikroorganizmaya karşı maserasyon ile elde edilen zencefilin n-heksan, kloroform, etil asetat, petrol eteri, bütanol, metanol ve su ekstraktının antimikrobiyal etkilerini test etmiştir. Etil asetat ekstraktı, beş patojenik mikroorganizmanın hepsine karşı en belirgin antimikrobiyal aktiviteyi sergilemiştir. Etil asetat ekstraktı, *P. putida*, *B. subtilis* ve *C. albicans*'a karşı 50 mg/mL'lik bir MİK değeri ile antibakteriyel ve antifungal etkinlik gösterirken; kloroform ekstraktı, *C. albicans*'a karşı 100 mg/mL'de etkili olmuştur. Ayrıca, butanol ve etil asetat ekstraktları, sırasıyla *C. albicans* ve *E. coli*'ye karşı antimikrobiyal etkinliklerini 100 mg/mL'lik bir MİK değeri ile göstermiştir. MBK testi, butanol ekstraktının *B. subtilis*'e karşı 25 mg/mL konsantrasyonunda bakterisidal etkinliğe sahip olduğunu göstermiştir. Öte yandan etil asetat özütü, *P. putida*, *B. subtilis* ve *S. aureus*'a karşı 50 mg/mL, *E. coli*'ye karşı ise 100 mg/mL MBK sergilemiştir. Ayrıca, butanol, etil asetat ve kloroform ekstraktları, sırasıyla 100 mg/mL, 50 mg/mL ve 100 mg/mL MİK ile *C. albicans*'a karşı etkili olmuştur.



### **3. MATERYAL VE YÖNTEMLER**

#### **3.1. Materyal**

Çalışma prosedürü içinde kullanılan tüm materyaller, cihazlar ve diğer ekipmanlar aşağıda detaylı olarak belirtilmiştir.

##### **3.1.1. Petri Kapları**

Çeşitli ebatlarda laboratuvarımızda bulunan cam petri kapları (İldam, Türkiye) sterilize edilerek mikroorganizma kültürü elde etme amaçlı kullanılmıştır.

##### **3.1.2. Filtre Kağıdı**

Filtre kağıdı (Schleicher & Schüll) bitki ekstraktlarını balonlara süzme amaçlı kullanılmıştır.

##### **3.1.3. Deney Tüpleri**

Kullanılan deney tüplarinin boyutları 18 x 100 mm olup Isolab'dan temin edilmiştir. Deney tüpleri mikroorganizma ekimi ve stoklanması amacıyla kullanılmıştır.

##### **3.1.4. Steril Özeler**

Loop Plast'tan (İtalya) temin edilen özeler mikroorganizma ekimi ve izolasyonu için kullanılmıştır.

##### **3.1.5. Cam Balonlar**

S&H Labware'den (ABD) temin edilen cam balonlar dondurarak kurutma işlemi ve ekstrakttaki çözücüyu buharlaştırma işlemi için kullanılmıştır.

### **3.1.6. Etanol**

Merck (Almanya) (Emsure), etken madde ekstraksiyonunda kullanılmıştır.

### **3.1.7. Distile Su**

Kastamonu Üniversitesi Biyoloji Bölümü Araştırma Laboratuvarları'nda ürettiği olan distile su (Human Corporation, Kore) hem etken madde ekstraksiyonunda, hem de çözelti ve besi yerlerinin hazırlanmasında kullanılmıştır.

### **3.1.8. Metanol**

Merck (Almanya) (Emsure), etken madde ekstraksiyonunda kullanılmıştır.

### **3.1.9. Aseton**

Merck (Almanya) (Emsure), etken madde ekstraksiyonunda kullanılmıştır.

### **3.1.10. Kloroform**

Sigma-Aldrich (Almanya) etken madde ekstraksiyonunda kullanılmıştır.

### **3.1.11. n-Heksan**

Merck (Almanya) etken madde ekstraksiyonunda kullanılmıştır.

### **3.1.12. Petrol eteri**

Sigma-Aldrich (Almanya) petrol eteri, etken madde ekstraksiyonunda kullanılmıştır.

## **3.2. Mikroorganizmalar İçin Kullanılan Ortamlar**

### **3.2.1. Nutrient Broth**

Merck (Almanya) marka Nutrient Broth besiyeri, bakterileri sayıca çoğaltmak amaçlı ve minimum inhibisyon konsantrasonu (MİK) testinde kullanılmıştır.

### **3.2.2. Nutrient Agar**

Merck (Almanya) marka Nutrient Agar besiyeri, bakterilerden tek koloni dışürmek amaçlı kullanılmıştır.

### **3.2.3. Saboraud Dextrose Agar**

Merck (Almanya) marka Saboraud Dextrose Agar, mantarları sayıca çoğaltmak amaçlı kullanılmıştır.

## **3.3. Cihazlar ve Diğer Ekipmanlar**

### **3.3.1. Çekiç**

Bu çalışmada kullanılan örnekler rizom olduğu için toz haline getirmek amaçıyla önce eki yardımı ile ezilerek küçültülmüş ve sonra havan kullanılmıştır.

### **3.3.2. Havan**

RTM (Almanya) marka havan bitki örneklerini toz haline getirmek amaçlı kullanılmıştır.

### **3.3.3. Hassas Teraz**

Hassas terazi (Precisa, İsviçre), deney prosedürü içinde bulunan her tür malzemeyi tartmak amaçlı kullanılmıştır.

#### **3.3.4. Çalkalayıcı**

Laboratuvarımızda bulunan alkalayıcı (WiseShake, Korea), toz halindeki bitki örneklerinden etken maddelerin ekstraksiyonu amaçlı kullanılmıştır.

#### **3.3.5. Vorteks**

Vorteks (Velp Scientific, Avrupa), 0.5 McFarland standartlarına uygun mikroorganizma kültürü elde etme amaçlı kullanılmıştır.

#### **3.3.6. Döner Buharlaştırıcı**

Döner buharlaştırıcı (Heidolph, Almanya), ekstrakttaki alkolün ve çalışmada kullanılan su hariç diğer çözücülerin buharlaştırılması amaçlı kullanılmıştır.

#### **3.3.7. Distile Su Cihazı**

Distile su cihazı (Human Corporation, Kore), saf su elde etmek amaçlı kullanılmıştır.

#### **3.3.8. Otoklav**

Otoklav (Wise Clave, Kore), tüm sterilizasyon işlemleri için kullanılmıştır.

#### **3.3.9. Liyofilizatör**

Liyofilizatör (Christ, Almanya), ekstrakt içinde kalan suyun düşük sıcaklıklarda kurutulması amaçlı kullanılmıştır.

#### **3.3.10. Steril Kabin**

Steril kabin (Heal Force, in), çalışmadaki tüm steril çalışmaların yürütülmesi amaçlı kullanılmıştır.

### 3.3.11. Etüv

Etüv (Selecta, İspanya), bakterilerin ve mantarların sabit sıcaklıkta inkübe edilmeleri amaçlı kullanılmıştır.

### 3.4. Kullanılan Bitkiler

Yapılan tez çalışmasında kullanılan bitkiler şu şekildedir:

- *Zingiber officinale* (Zencefil) (Fotoğraf 3.1),
- *Curcuma longa* (Zerdeçal) (Fotoğraf 3.2),
- *Alpinia officinarum* (Havlican) (Fotoğraf 3.3).



Fotoğraf 3.1 *Zingiber officinale*



Fotoğraf 3.2. *Curcuma longa*



Fotoğraf 3.3. *Alpinia officinarum*

### 3.5. Kullanılan Mikroorganizmalar

Bu çalışmada, on yedi bakteri ve bir mantar olmak üzere, toplam on sekiz mikroorganizma farklı ekstraksiyon yöntemleri kullanılarak üç farklı bitki ekstraktının antimikrobiyal etkisini incelemek amaçlı kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan maya ve gram-pozitif/gram-negatif bakteriler Tablo 3.1’de belirtilmiştir.

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan maya ve gram-pozitif/gram-negatif bakteriler listesi

Mikroorganizma	Suş Numarası	Gram Pozitif/Gram Negatif/Maya
<i>Bacillus subtilis</i>	DSMZ 1971	Gram Pozitif
<i>Candida albicans</i>	DSMZ 1386	Maya
<i>Enterobacter aerogenes</i>	ATCC 13048	Gram Negatif
<i>Enterococcus durans</i>	Gıda izolatı	Gram Pozitif
<i>Enterococcus faecalis</i>	ATCC 29212	Gram Pozitif
<i>Enterococcus faecium</i>	Gıda izolatı	Gram Pozitif
<i>Escherichia coli</i>	ATCC 25922	Gram Negatif
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Gıda izolatı	Gram Negatif
<i>Listeria innocua</i>	Gıda izolatı	Gram Pozitif
<i>Listeria monocytogenes</i>	ATCC 7644	Gram Pozitif
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	DSMZ 50071	Gram Negatif
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	P1	Gram Negatif
<i>Salmonella enteritidis</i>	ATCC 13075	Gram Negatif
<i>Salmonella infantis</i>	Gıda izolatı	Gram Negatif
<i>Salmonella kentucky</i>	Gıda izolatı	Gram Negatif
<i>Salmonella typhimurium</i>	SL 1344	Gram Negatif
<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC 25923	Gram Pozitif
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	DSMZ 20044	Gram Pozitif

### 3.6. Bitkilerin Ekstraksiyona Hazırlanması

Bitki örnekleri Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dr. Öğr. Üyesi Kerim GÜNEY tarafından temin edilmiştir. Bu bitki örnekleri ekstraksiyona hazırlanırken havan ve çekiç kullanılarak toz haline getirilmiştir.



Fotoğraf 3.4. Toz haline getirilmiş zencefil, zerdeçal ve havlıcan örnekleri

### 3.7. Ekstraksiyon Yöntemleri

#### 3.7.1. Çalkalama

Çalkalama işlemi için steril üç erlen seçilmiştir. Erlenlerin herbirine toz haline getirilmiş zencefil, havlıcan ve zerdeçal örneklerinden 300'er gram konmuştur. Toz halindeki örneklerin üzerlerine 300 mL %70'lik etil alkol eklenmiştir. Ağzları parafilm ile kapatılıp, karıştırılmıştır (Cowan, 1999). Sonrasında, çalkalayıcıya konulup, 24 saat oda sıcaklığında çalkalanmıştır (Fotoğraf 3.5.) (Altuner, 2008).



Fotoğraf 3.5. alkalayıcıya konulmuş örnekler

24 saatin sonunda örnekler filtre kağıdı ile 250 mL'lik buharlaştırma balonlarına süzülmüştür (Fotoğraf 3.6.).



Fotoğraf 3.6. Filtrelenmiş ekstraktlar

### 3.7.2. Maserasyon

Maserasyon işlemi için steril üç erlen seçilmiştir. Erlenlerin herbirine toz haline getirilmiş zencefil, havlıcan ve zerdeçal örneklerinden 300'er gram konmuştur. Toz halindeki örneklerin üzerlerine 300 mL %70'lik etil alkol eklenmiştir. Ağızları parafilm ile kapatılıp, 24 saat bekletilmiştir. 24 saatin sonunda örnekler, filtre kağıdı ile 250 mL'lik balonlara süzülmüştür (Özden, 2004).



### 3.7.3. Soxhlet (Tüketme Ekstraksiyonu)

Bu yöntemde, çözücünün polaritesi kademeli olarak artırılarak çözücünün polaritesine uygun bileşikler ekstrakte edilmeye çalışılmıştır. Çalışma sırasında çözücülerin polaritelerinin yanı sıra, kaynama noktalarına da dikkat edilmiştir. Bu sayede düşük sıcaklıklarda buharlaşabilen çözücüler seçilerek etken maddelerde sıcaklığa bağlı bozulma engellenmiştir.

Bu yöntem için kullanılan çözücülerin polarite indeksleri ve kaynama noktaları Tablo 3.2.'de verilmiştir.

Tablo 3.2. Soxhlet ekstraksiyonunda kullanılan çözücülerin polarite indeksleri ve kaynama noktaları

Çözücü	Polarite İndeksi (p1)	Kaynama Noktası (°C)
n-Heksan	0,1	69
Petrol Eteri	0,1	40-60
Kloroform	4,1	61,7
Aseton	5,1	56,2
Metanol	5,1	64,6
Su	10,2	100

Soxhlet ekstraksiyonu için 250 mL'lik steril balonlar seçilmiş ve tartılmıştır. Bitki örneklerini koymak için steril selüloz kartuşlar alınmış ve ayrı ayrı kartuşlara 35 gr zencefil, 30 gr havlican ve 35 gr zerdeçal konulmuştur. Soxhlet cihazına takılan örnekler her bir çözücü için 10 saat ekstraksiyona bırakılmıştır. Her bitki için bu işlem üçer kez uygulanmış ve elde edilen ekstraktlar birleştirilmiştir. Çözücülerin uygulama sırası aşağıdaki şekildedir:

- n-Heksan + petrol eteri (polariteleri çok yakın olduğu için maksimum ekstraksiyonu sağlamak amacıyla beraber kullanılmıştır),
- Kloroform,
- Aseton,
- Metanol
- Su.



Fotoğraf 3.7. Soxhlet ekstraksiyonu

### 3.8. Stok Hazırlanması

Ekstrakt stokları hazırlanırken, önce elde edilen ekstraktların içindeki çözücüler uzaklaştırılmıştır. Bunun için ekstraktlar döner buharlaştırıcıya (Heidolph, Almanya) takılmıştır. 35 - 45 °C sıcaklık arasında buharlaştırma balonları döndürülerek, ekstrakt içindeki çözücüler uzaklaştırılmıştır (Fotoğraf 3.8.).



Fotoğraf 3.8. Döner buharlaştırıcı

İçinde su bulunan ekstraktlar döner buharlaştırıcı sonrası derin dondurucuda 24 saat bekletilmiştir. 24 saatin sonunda ekstraktların toz haline gelebilmesi için balonlar

lyofilizatöre (Christ, Almanya) takılmıştır. Ekstraktlar 0.12 atm, -80 °C'de 6 gün boyunca kurutulmuştur (Fotoğraf 3.9.).



Fotoğraf 3.9. Dondurarak kurutma işlemi

Kurutma işleminin sonunda örnekler spatül yardımıyla buharlaştırma balonlarından kazınarak steril tüplere aktarılmış ve tartımları hassas terazide yapılarak MİK işlemi için derin dondurucuda saklanmıştır.

MİK testi öncesi toz haline getirilmiş ekstraktlar 10 mL %1'lik DMSO içinde çözülerek Tablo 3.3.'de belirtilen stok ekstrakt çözeltileri hazırlanmıştır.

Tablo 3.3. *Stok ekstrakt çözeltilerinde 10 mL %1'lik DMSO içinde çözünen ekstrakt miktarı (g)*

Bitkiler	Çalkalama	Maserasyon	Soxhlet
Zencefil	6,3633	1,2784	71,71
Zerdeçal	2,1022	0,9728	51,41
Havlican	3,6346	1,5215	49,205

### 3.9. İnokulum Hazırlanması

Çalışma sırasında kullanılacak inokulum hazırlanırken mikroorganizmalar kültüre edilmiş ve kültürde yapı olarak benzer olan koloniler % 0,9'luk NaCl (serum fizyolojik) içinde süspansiyon edilmiş ve bu inokulumun bulanıklığı daha önce hazırlanmış olan 0,5 McFarland standardı ile karşılaştırılarak ayarlanmıştır (Altuner, 2008).

### 3.10. İnkübasyon

Bakteriler 37°C’de 24 saat süre ile mayalar ise 27°C’de 48 saat inkübe edilmiştir (Fotoğraf 3.10.).



Fotoğraf 3.10. İnkübasyon.

### 3.11. Minimum İnhibitör Konsantrasyonu (MİK)

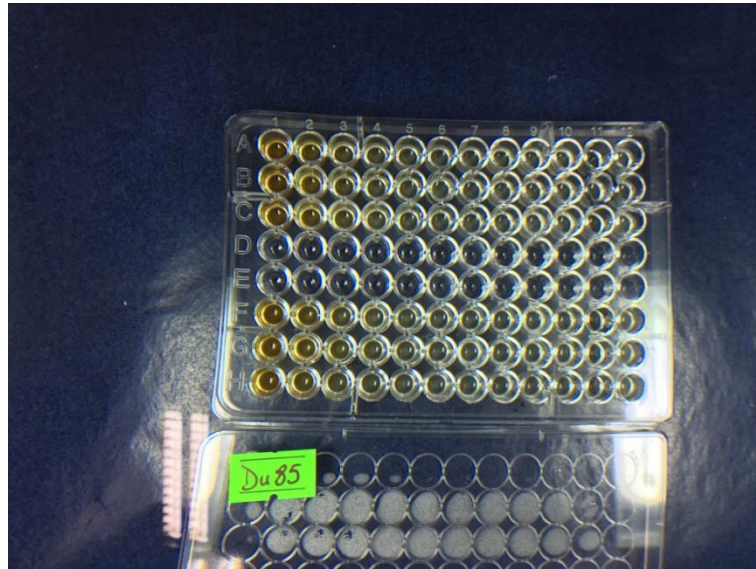
Test edilen antimikrobiyal maddelerin, mikrobiyal gelişimini tamamen yok eden ya da engelleyen en düşük konsantrasyon Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu (MİK) olarak tanımlanmaktadır. Antimikrobiyal etkisi olan bileşiklerin seyreltilip sıvı besiyeri ya da katı besiyerine belirli oranlarda eklenmesi ile hazırlanan besi ortamları kullanılarak MİK belirlenir. Antimikrobiyal özelliğe sahip bir madde için MİK değeri, inkübasyon sıcaklığı, inokulum miktarı, mikroorganizma vb. analiz koşullarına bağlı olarak değişir (Courvalin, 2010). Bu çalışmadaki MİK değerleri, seri dilüsyon yapılmış ekstraktlar içinde mikroorganizmaların inkübe edilmesiyle belirlenmiştir. İnkübasyon sırasında inkübasyon sıcaklığı ve inokulum miktarı sabit tutulmuştur.

MİK testi sırasında ilk önce, 100 µL Nutrient Broth (NB) besiyeri 96 kuyucuklu plakanın 1 ile 12 arasında numaralandırılmış kuyucuklarına uygulanmıştır. Test edilecek ekstrakt stoğundan 100 µL alınarak 1 numaralı kuyucuğa aktarıldıktan sonra

dikkatli bir şekilde karıştırılıp, 1 numaralı kuyucuğun içeriğinin 100 µL'si 2 numaralı kuyucuğa aktarılmıştır. 2 numaralı kuyucuğun içeriği yine dikkatli bir şekilde karıştırıldıktan sonra da bu kuyucuğun da içeriğinin 100 µL'si 3 numaralı kuyucuğa aktarılmıştır. Bu işlem 10 numaralı kuyucuğa kadar tekrar edilmiş ve en son 10 numaralı kuyucuğun içeriğinden alınan 100 µL dışarı atılmıştır.

Seri dilüsyon tamamlandıktan sonra 12 numaralı kuyucuk hariç tüm kuyucuklara 50 µL inokulum aktarılmıştır. Böylece, 1 - 10 arasındaki kuyucuklar bitki ekstraktının aktivitesi test edilmesi için kullanılırken; 11 numaralı kuyucuğa mikroorganizmanın pozitif kontrolü için NB kültür ortamı ve mikroorganizma, 12 numaralı kuyucuğa ise NB kültür ortamının negatif kontrolü için sadece besiyeri konulmuştur.

Çalışılan bu plakalar, bakteriler için 24 saat boyunca  $37 \pm 1$  °C'de, mantar için 48 boyunca  $27 \pm 1$  °C'de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyonun ardından MİK değerleri, mikroorganizmanın görsel çoğalmasını tamamen inhibe eden ekstraktın en düşük konsantrasyonu olarak tanımlanmıştır (Fotoğraf 3.11.) (Hammer, Carson ve Riley, 1999).



Fotoğraf 3.11. MİK Testi

### 3.12. Minimum Bakterisidal/Fungisidal Konsantrasyonu (MBK/MFK)

Bir mikroorganizmanın canlılığını tamamen yok eden en düşük antibiyotik veya antifungal konsantrasyonu minimum bakterisidal/fungisidal konsantrasyonu (MBK/MFK) olarak kabul edilir. MBK/MFK testi öncesi MİK testi uygulanır, bunun sonucunda üremenin olmadığı kuyucuklardan örnekler alınarak katı besiyerine ekim yapılır. Katı besiyerinde üremenin gözlenmediği ilk antibiyotik veya antifungal konsantrasyonu MBK/MFK değeri olarak belirlenmiştir (Fotoğraf 3.11.) (Altuner, 2008).



Fotoğraf 3.11. MBK/MFK Testi

### 3.13. İstatistiksel Analiz

Bu çalışmada, her durum üç paralel olarak çalışılmış olup, paralel çalışmalarını ile farklı konsantrasyonlar arasındaki farkları karşılaştırmak için tek yönlü ANOVA kullanılmıştır ve  $p$  değeri 0,05 olarak kabul edilmiştir.

İstatistiksel analizi yapmak R Studio, 3.3.2 versiyonu (R Core Team, 2016).

## 4. BULGULAR

Bu tez çalışmasındaki deneylerin bulguları aşağıda gösterilmiştir. Bu bölümde gösterilen tüm bulgular, üç paralel bulgunun ortalama değerleri ve eğer varsa standart sapma değeriyle gösterilmiştir.

### 4.1. MİK Testlerinin Sonuçları

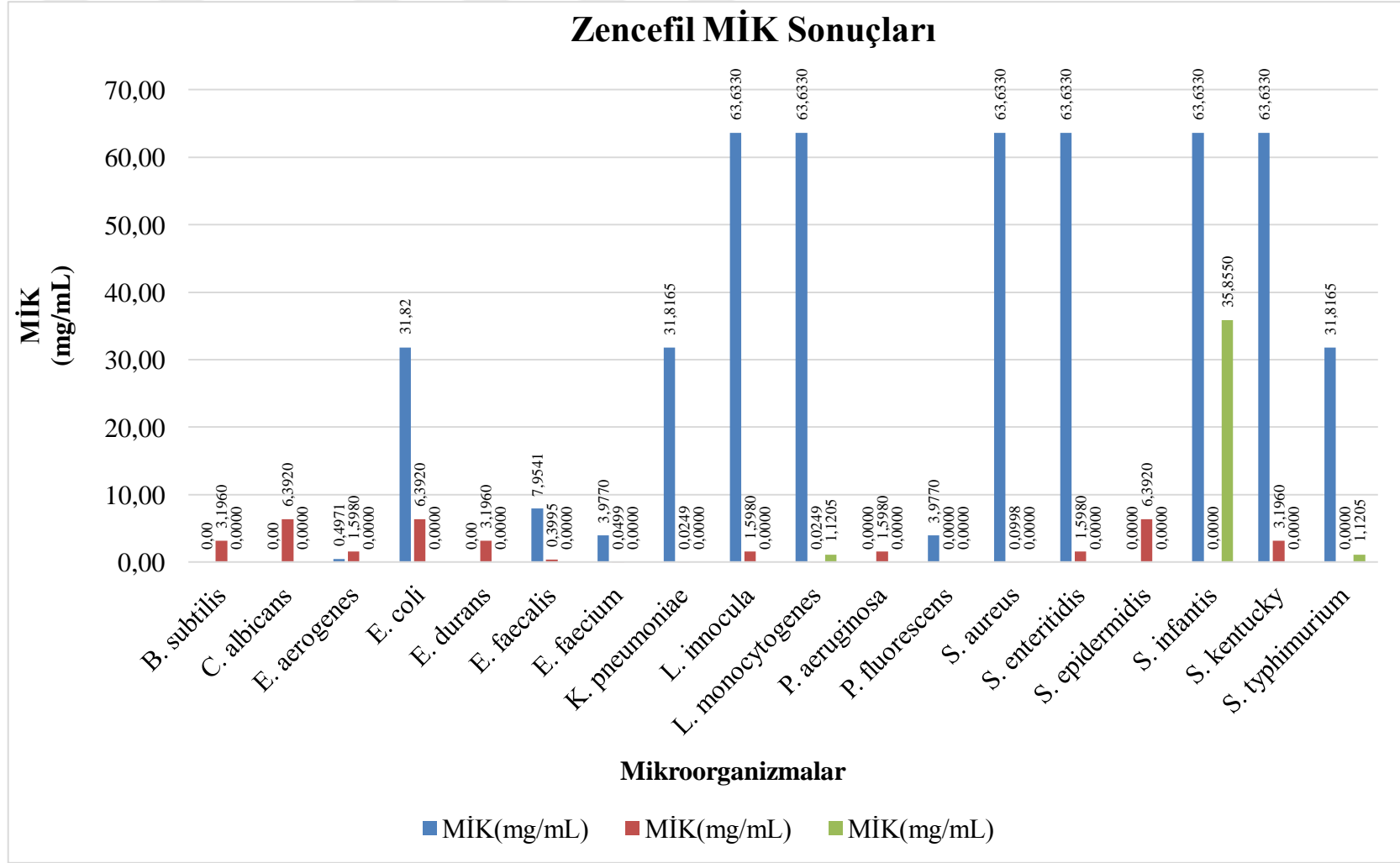
MİK testlerinin sonuçları Tablo 4.1., Tablo 4.2. ve Tablo 4.3.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1 ve Grafik 4.1.'de gösterildiği gibi çalkalama yöntemi ile elde edilen zencefil ekstraktlarının mikroorganizmalar üzerine etkileri 0,4971 - 63,633 mg/mL arasında bulunmuştur. Maserasyon yöntemi ile elde edilen zencefil ekstraktlarının mikroorganizmalar üzerine etkileri ise 0,029 - 12,78 mg/mL arasında iken, Soxhlet yöntemi ile elde edilen zencefil ekstraktlarının mikroorganizmalar üzerine etkileri 1,1205 - 35,855 mg/mL arasında bulunmuştur. Öte yandan, denenen aralıkta herhangi bir etkinin gözlenmediği durumlar “>” işareti ile gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Zencefil ekstraktlarının mikroorganizmalara karşı gösterdiği MİK değerleri

	MİK Değerleri (mg/mL)		
	Çalkalama	Maserasyon	Soxhlet
<i>B. subtilis</i>	>63,633	3,196	>71,71
<i>C. albicans</i>	>63,633	6,392	>71,71
<i>E. aerogenes</i>	0,4971	1,598	17,9275
<i>E. coli</i>	31,8165	6,392	>71,71
<i>E. durans</i>	>63,633	3,196	>71,71
<i>E. faecalis</i>	7,9541	0,3995	>71,71
<i>E. faecium</i>	3,9770	0,0499	>71,71
<i>K. pneumoniae</i>	31,8165	0,0249	>71,71
<i>L. innocula</i>	63,633	1,598	>71,71
<i>L. monocytogenes</i>	63,633	0,0249	1,1205
<i>P. aeruginosa</i>	>63,633	1,598	>71,71
<i>P. fluorescens</i>	3,9770	0,0249	>71,71
<i>S. aureus</i>	63,633	0,0998	>71,71
<i>S. enteritidis</i>	63,633	1,598	>71,71
<i>S. epidermidis</i>	>63,633	6,392	>71,71
<i>S. infantis</i>	63,633	>12,784	35,855
<i>S. kentucky</i>	63,633	3,196	>71,71
<i>S. typhimurium</i>	31,8165	>12,784	1,1205

“>” Etki gözlenmemiştir, şayet bir etki varsa belirtilen değerden daha yukarıda olmalıdır.



Grafik 4.1. Zencefil MİK sonuçları (mg/mL)



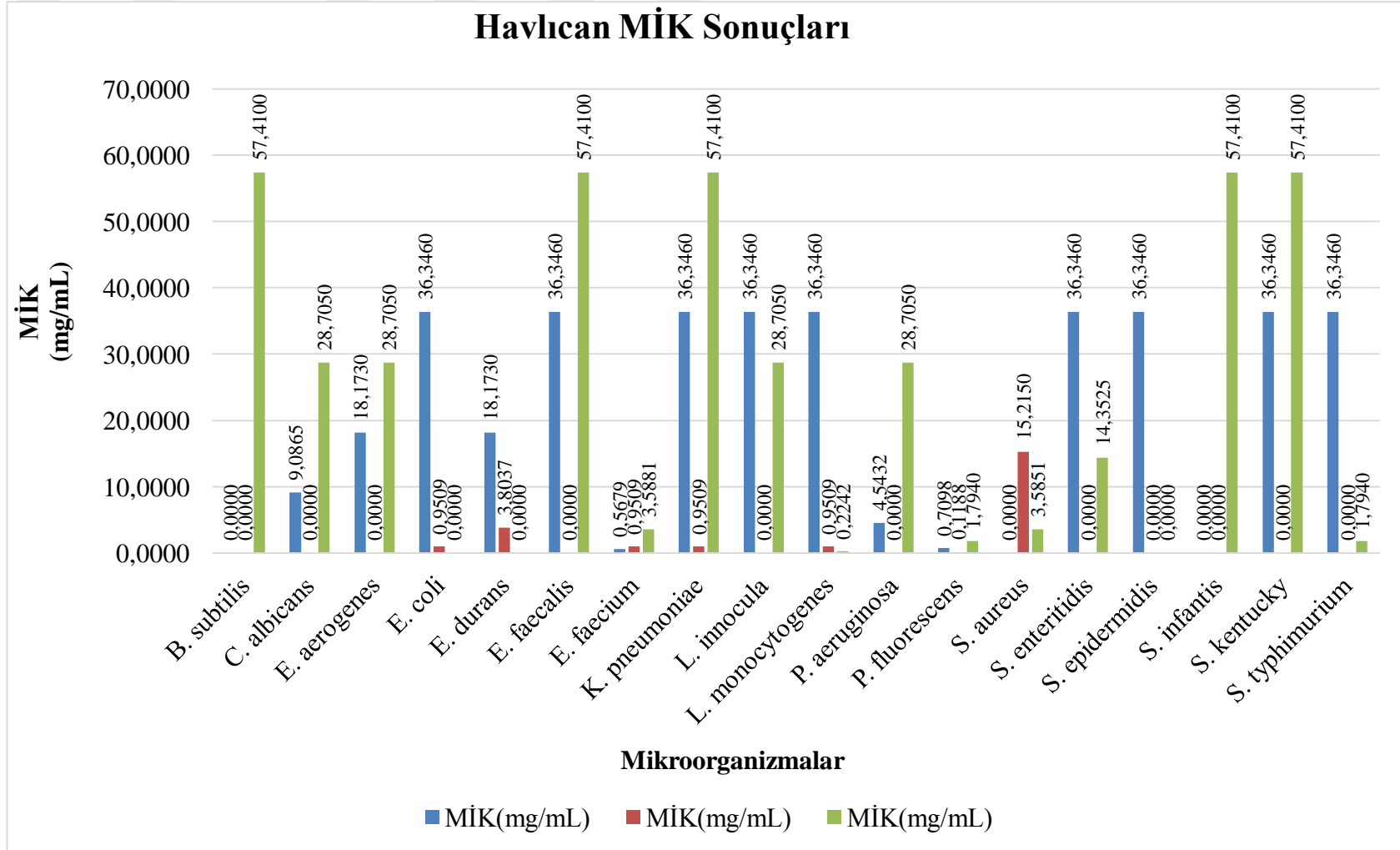
Tablo 4.2. ve Grafik 4.2.'de gösterildiği gibi çalkalama yöntemi ile elde edilen havlıcan ekstraktlarının mikroorganizmalar üzerine etkileri 0,5679 - 36,346 mg/mL arasında bulunmuştur. Maserasyon yöntemi ile elde edilen havlıcan ekstraktlarının mikroorganizmalar üzerine etkileri 0,1188 - 15,215 mg/mL arasında iken, Soxhlet yöntemi ile elde edilen havlıcan ekstraktlarının mikroorganizmalar üzerine etkileri 0,2242 - 57,41 mg/mL arasında gözlenmiştir.

Tablo 4.2. *Havlıcan ekstraktlarının mikroorganizmalara karşı gösterdiği MİK değerleri*

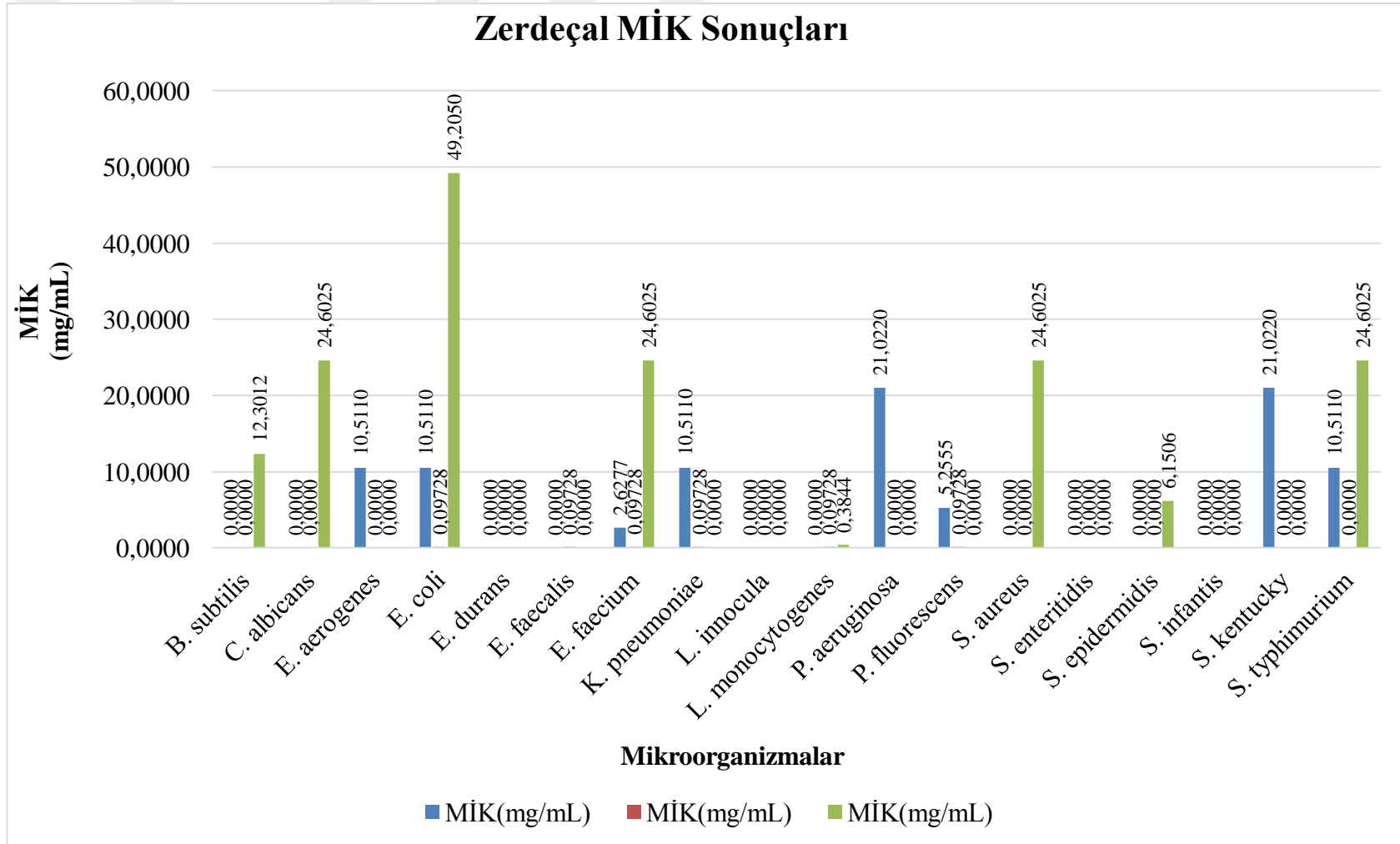
	MİK Değerleri (mg/mL)		
	Çalkalama	Maserasyon	Soxhlet
<i>B. subtilis</i>	>36,346	>15,215	57,41
<i>C. albicans</i>	9,0865	>15,215	28,705
<i>E. aerogenes</i>	18,173	>15,215	28,705
<i>E. coli</i>	36,346	0,9509	>57,41
<i>E. durans</i>	18,173	3,8037	>57,41
<i>E. faecalis</i>	36,346	>15,215	57,41
<i>E. faecium</i>	0,5679	0,9509	3,5881
<i>K. pneumoniae</i>	36,346	0,9509	57,41
<i>L. innocua</i>	36,346	>15,215	28,705
<i>L. monocytogenes</i>	36,346	0,9509	0,2242
<i>P. aeruginosa</i>	4,5432	>15,215	28,705
<i>P. fluorescens</i>	0,7098	0,1188	1,7940
<i>S. aureus</i>	>36,346	15,215	3,5851
<i>S. enteritidis</i>	36,346	>15,215	14,3525
<i>S. epidermidis</i>	36,346	>15,215	>57,41
<i>S. infantis</i>	>36,346	>15,215	57,41
<i>S. kentucky</i>	36,346	>15,215	57,41
<i>S. typhimurium</i>	36,346	>15,215	1,7940

“>” Etki gözlenmemiştir, şayet bir etki varsa belirtilen değerden daha yukarıda olmalıdır.

Tablo 4.3. ve Grafik 4.3.'te gösterildiği gibi çalkalama yöntemi ile elde edilen zerdeçal ekstraktlarının mikroorganizmalar üzerine etkileri 2,6277 - 21,022 mg/mL arasında bulunmuştur. Maserasyon yöntemi ile elde edilen zerdeçal ekstraktlarının mikroorganizmalar üzerine etkileri 0,09728 mg/mL değerinde iken, Soxhlet yöntemi ile elde edilen zerdeçal ekstraktlarının mikroorganizmalar üzerine etkileri 0,3844 - 49,205 mg/mL arasında gözlenmiştir.



Grafik 4.2. Havlıcan MİK sonuçları (mg/mL)



Grafik 4.3. Zerdeçal MİK sonuçları (mg/mL)

Tablo 4.3. Zerdeçal ekstraktlarının mikroorganizmalara karşı gösterdiği MİK değerleri

	MİK Değerleri (mg/mL)		
	Çalkalama	Maserasyon	Soxhlet
<i>B. subtilis</i>	>21,022	>0,09728	12,3012
<i>C. albicans</i>	>21,022	>0,09728	24,6025
<i>E. aerogenes</i>	10,511	>0,09728	>49,205
<i>E. coli</i>	10,511	0,09728	49,205
<i>E. durans</i>	>21,022	>0,09728	>49,205
<i>E. faecalis</i>	>21,022	0,09728	>49,205
<i>E. faecium</i>	2,6277	0,09728	24,6025
<i>K. pneumoniae</i>	10,511	0,09728	>49,205
<i>L. innocua</i>	>21,022	>0,09728	>49,205
<i>L. monocytogenes</i>	>21,022	0,09728	0,3844
<i>P. aeruginosa</i>	21,022	>0,09728	>49,205
<i>P. fluorescens</i>	5,2555	0,09728	>49,205
<i>S. aureus</i>	>21,022	>0,09728	24,6025
<i>S. enteritidis</i>	>21,022	>0,09728	>49,205
<i>S. epidermidis</i>	>21,022	>0,09728	6,1506
<i>S. infantis</i>	>21,022	>0,09728	>49,205
<i>S. kentucky</i>	21,022	>0,09728	>49,205
<i>S. typhimurium</i>	10,511	>0,09728	24,6025

“>” Etki gözlenememiştir, şayet bir etki varsa belirtilen değerden daha yukarıda olmalıdır.

#### 4.2. MBK/MFK Testlerinin Sonuçları

MBK/MFK testlerinin sonuçları Tablo 4.4., Tablo 4.5. ve Tablo 4.6.’de gösterilmiştir.

Tablo 4.4. ve Graifk 4.4.’de gösterildiği gibi çalkalama yöntemi ile elde edilen zencefil ekstraktlarının mikroorganizmalar üzerine MBK/MFK etkileri 7,9541 - 63,633 mg/mL arasında bulunmuştur. Maserasyon yöntemi ile elde edilen zencefil ekstraktlarının mikroorganizmalar üzerine MBK/MFK etkileri 1,598 - 12,784 mg/mL arasında iken, Soxhlet yöntemi ile elde edilen zencefil ekstraktlarının mikroorganizmalar üzerine MBK/MFK etkileri 35,855 - 71,71 mg/mL arasında bulunmuştur.

Tablo 4.4. Zencefil ekstraktlarının mikroorganizmalara karşı gösterdiği MBK/MFK değerleri

	MBK/MFK Değerleri (mg/mL)		
	Çalkalama	Maserasyon	Soxhlet
<i>B. subtilis</i>	-	>12,784	-
<i>C. albicans</i>	-	>12,784	-
<i>E. aerogenes</i>	31,8165	12,784	71,71
<i>E. coli</i>	31,8165	6,392	-
<i>E. durans</i>	-	>12,784	-
<i>E. faecalis</i>	63,633	6,392	-
<i>E. faecium</i>	7,9541	3,196	-
<i>K. pneumoniae</i>	31,8165	0,3995	-
<i>L. innocula</i>	63,633	12,784	-
<i>L. monocytogenes</i>	63,633	3,196	35,855
<i>P. aeruginosa</i>	-	1,598	-
<i>P. fluorescens</i>	7,9541	3,196	-
<i>S. aureus</i>	63,633	>12,784	-
<i>S. enteritidis</i>	63,633	>12,784	-
<i>S. epidermidis</i>	-	>12,784	-
<i>S. infantis</i>	63,633	-	>71,71
<i>S. kentucky</i>	63,633	>12,784	-
<i>S. typhimurium</i>	31,8165	-	-

“>” Etki gözlenmemiştir, şayet bir etki varsa belirtilen değerden daha yukarıda olmalıdır.

- MİK değeri tespit edilemediği için MBK/MFK testi uygulanmamıştır.

Tablo 4.5. ve Grafik 4.5.’te gösterildiği gibi çalkalama yöntemi ile elde edilen havlıcan ekstraktlarının mikroorganizmalar üzerine MBK/MFK etkileri 18,173 - 36,346 mg/mL arasında bulunmuştur. Maserasyon yöntemi ile elde edilen havlıcan ekstraktlarının mikroorganizmalar üzerine MBK/MFK etkileri 0,9509 - 15,215 mg/mL arasında bulunmuştur. Soxhlet yöntemi ile elde edilen havlıcan ekstraktlarının mikroorganizmalar üzerine MBK/MFK etkileri 28,705 - 57,41 mg/mL arasında bulunmuştur.

Tablo 4.6. Grafik 4.6.’da gösterildiği gibi çalkalama yöntemi ile elde edilen zerdeçal ekstraktlarının mikroorganizmalar üzerine MBK/MFK etkisi 21,022 mg/mL değerinden yukarıda olduğu tespit edilmiştir. Maserasyon yöntemi ile elde edilen zerdeçal ekstraktlarının mikroorganizmalar üzerine MBK/MFK etkisi 0,09728 mg/mL değerinden yukarıda olduğu tespit edilirken, Soxhlet yöntemi ile elde edilen zerdeçal ekstraktlarının mikroorganizmalar üzerine MBK/MFK etkisi 49,205 mg/mL ve yukarısında olduğu bulunmuştur.

Tablo 4.5. Havlıcan ekstraktlarının mikroorganizmalara karşı gösterdiği MBK /MFK değerleri

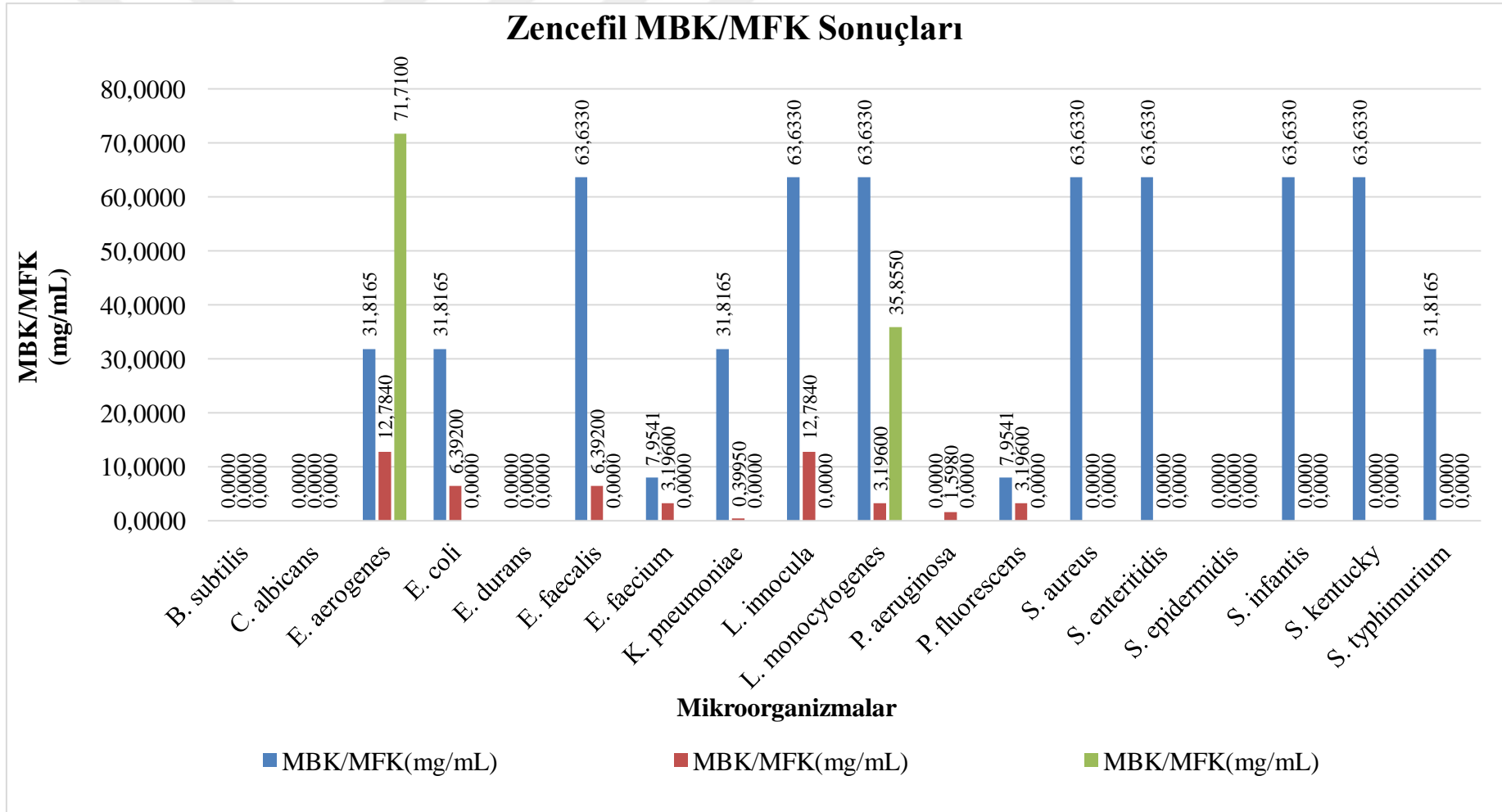
	MBK/MFK Değerleri (mg/mL)		
	Çalkalama	Maserasyon	Soxhlet
<i>B. subtilis</i>	-	-	>57,41
<i>C. albicans</i>	>36,346	-	>57,41
<i>E. aerogenes</i>	36,346	-	>57,41
<i>E. coli</i>	36,346	0,9509	-
<i>E. durans</i>	36,346	7,6075	-
<i>E. faecalis</i>	36,346	-	>57,41
<i>E. faecium</i>	36,346	3,8037	>57,41
<i>K. pneumoniae</i>	36,346	>15,215	>57,41
<i>L. innocula</i>	36,346	-	>57,41
<i>L. monocytogenes</i>	36,346	>15,215	28,705
<i>P. aeruginosa</i>	>36,346	-	>57,41
<i>P. fluorescens</i>	18,173	3,8037	57,41
<i>S. aureus</i>	-	>15,215	57,41
<i>S. enteritidis</i>	36,346	-	>57,41
<i>S. epidermidis</i>	>36,346	-	-
<i>S. infantis</i>	-	-	>57,41
<i>S. kentucky</i>	>36,346	-	>57,41
<i>S. typhimurium</i>	>36,346	-	>57,41

“>” Etki gözlenememiştir, şayet bir etki varsa belirtilen değerden daha yukarıda olmalıdır.  
- MİK değeri tespit edilemediği için MBK/MFK testi uygulanmamıştır.

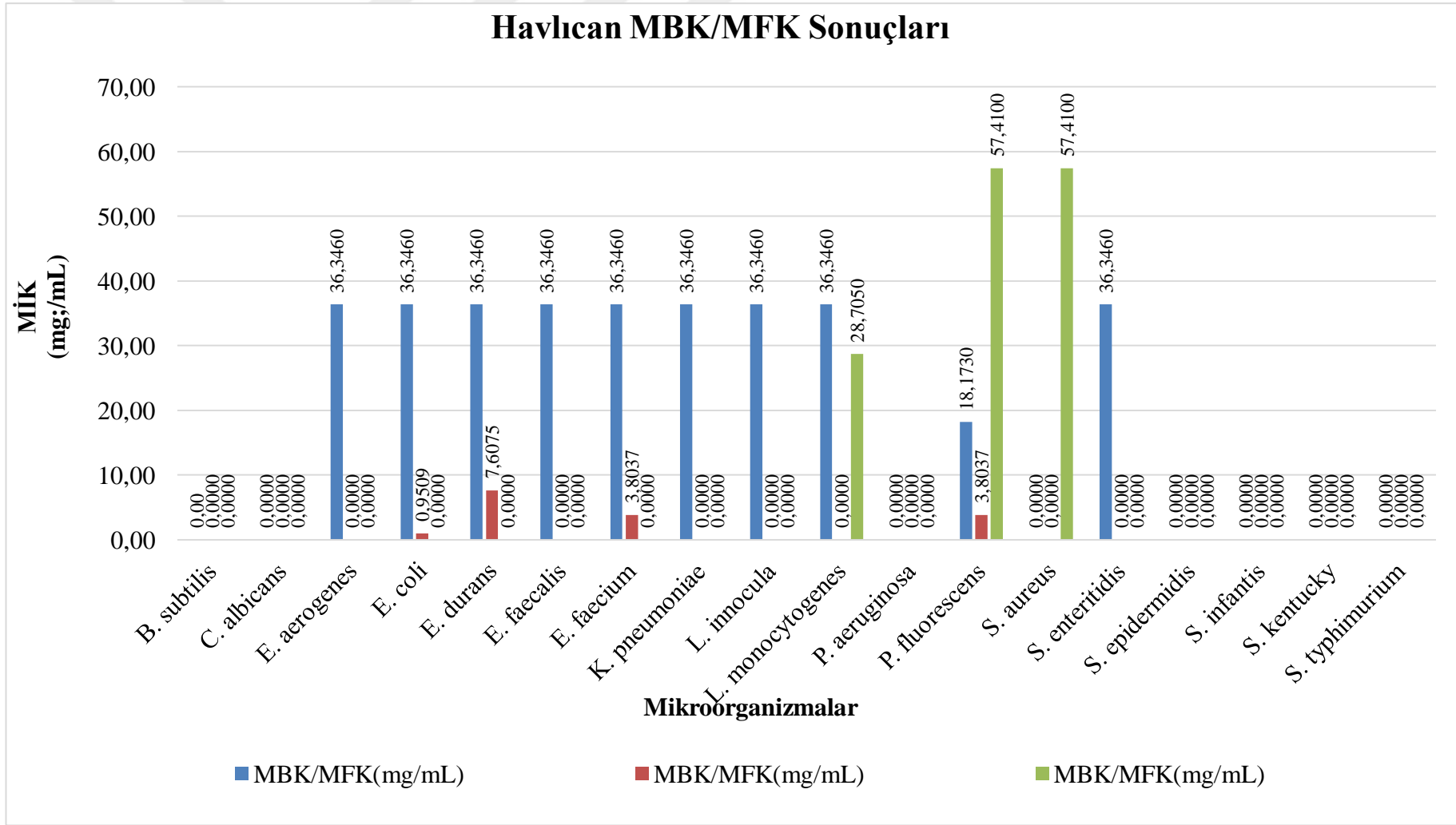
Tablo 4.6. Zerdeçal ekstraktlarının mikroorganizmalara karşı gösterdiği MBK/MFK değerleri

	MBK/MFK Değerleri (mg/mL)		
	Çalkalama	Maserasyon	Soxhlet
<i>B. subtilis</i>	-	-	>49,205
<i>C. albicans</i>	-	-	>49,205
<i>E. aerogenes</i>	>21,022	>0,09728	-
<i>E. coli</i>	>21,022	-	49,205
<i>E. durans</i>	-	-	-
<i>E. faecalis</i>	-	-	-
<i>E. faecium</i>	>21,022	>0,09728	>49,205
<i>K. pneumoniae</i>	>21,022	>0,09728	-
<i>L. innocula</i>	-	-	-
<i>L. monocytogenes</i>	-	-	>49,205
<i>P. aeruginosa</i>	>21,022	>0,09728	-
<i>P. fluorescens</i>	>21,022	>0,09728	-
<i>S. aureus</i>	>21,022	>0,09728	>49,205
<i>S. enteritidis</i>	-	-	-
<i>S. epidermidis</i>	-	-	>49,205
<i>S. infantis</i>	-	-	-
<i>S. kentucky</i>	>21,022	>0,09728	-
<i>S. typhimurium</i>	>21,022	>0,09728	>49,205

“>” Etki gözlenememiştir, şayet bir etki varsa belirtilen değerden daha yukarıda olmalıdır.  
- MİK değeri tespit edilemediği için MBK/MFK testi uygulanmamıştır.

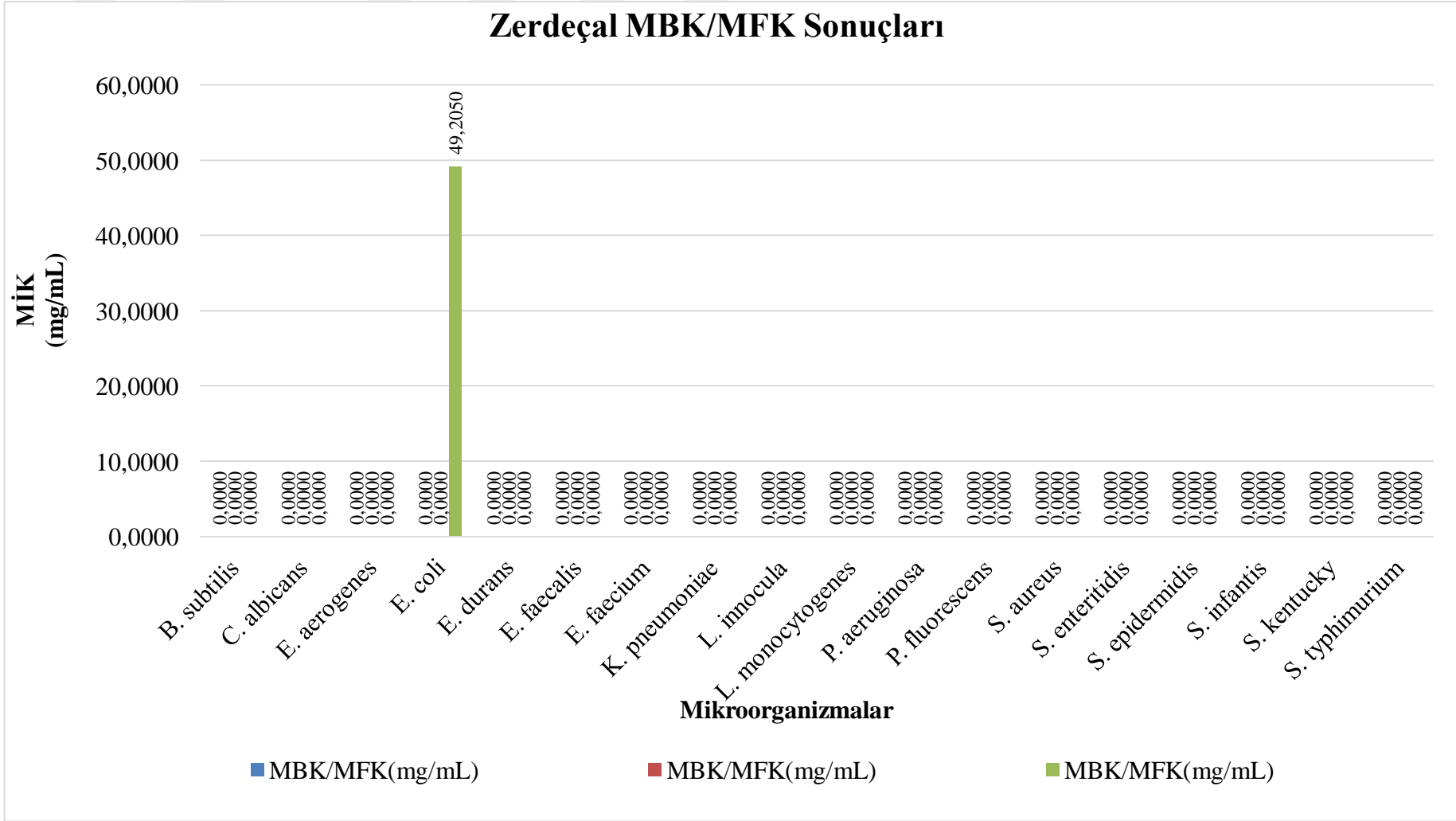


Grafik 4.4. Zencefil MBK/MFK sonuçları (mg/mL)



Grafik 4.5. Havlıcan MBK/MFK sonuçları (mg/mL)





Grafik 4.6. Zerdeçal MBK/MFK sonuçları (mg/mL)

### 4.3. İstatistiksel Analiz Sonuçları

Yapılan tez çalışmasında bütün deneyler üçer tekrar (paralel) şeklinde yürütülmüştür. Detaylı istatistiksel analiz sonuçları Ekler bölümünde verilmiştir.

Paralel çalışmalar için  $H_0$  hipotezi “Üç paralel çalışmanın sonuçları istatistiksel olarak benzerdir” şeklinde kabul edilmiştir.

İstatistiksel analiz sonuçları incelendiğinde, bütün paralel çalışmalar için  $p$ -değeri  $> 0,05$  olduğu için,  $H_0$  hipotezi kabul edilmiştir, bu da paralel sonuçlar arasında bir fark olmadığını göstermektedir. Ekler bölümünde analiz detaylı bir şekilde verilmiştir.

İstatistiksel analiz sonuçlarına göre zencefilin çalkalama, maserasyon ve soxhlet ekstraktlarının MİK değerleri karşılaştırıldığında  $p$ -değerinin  $4,4e-05$ ; havlicanın çalkalama, maserasyon ve soxhlet ekstraktlarının MİK değerleri karşılaştırıldığında  $p$ -değerinin  $0,0003$ ; zerdeçalın çalkalama, maserasyon ve soxhlet ekstraktlarının MİK değerleri karşılaştırıldığında ise  $p$ -değerinin  $0,01624$  olarak gözlenmiştir. Bu üç durum için de  $p$ -değeri  $< 0,05$  olduğu için  $H_0$  hipotezi reddedilmiştir. Üç farklı ekstraksiyonun sonuçlarındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı olarak gözlenmiştir.

Öte yandan istatistiksel analiz sonuçlarına göre zencefilin çalkalama, maserasyon ve soxhlet ekstraktlarının MBK/MFK değerleri karşılaştırıldığında  $p$ -değerinin  $3,0e-05$  ve havlicanın çalkalama, maserasyon ve soxhlet ekstraktlarının MBK/MFK değerleri karşılaştırıldığında  $p$ -değerinin  $0,00315$  olarak gözlenmiştir. Bu üç durum için de  $p$ -değeri  $< 0,05$  olduğu için  $H_0$  hipotezi reddedilmiştir. Üç farklı ekstraksiyonun sonuçlarındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı olarak gözlenmiştir. Ancak, istatistiksel analizler zerdeçalın çalkalama, maserasyon ve soxhlet ekstraktlarının MBK/MFK değerleri karşılaştırıldığında ise  $p$ -değerinin  $> 0,05$  olarak gözlenmiştir. Dolayısıyla zerdeçal için  $H_0$  hipotezi kabul edilmiş, bu sebeple zerdeçal için elde edilen sonuçların istatistiksel olarak benzer olduğu görülmüştür.

## 5. TARTIŞMA

Yapılan alışmalar bölümünde belirtildiği gibi Abd-Alrahman, Salem-Bekhit, Yakout ve Elhalwagy (2013), zencefil (*Zingiber officinale*) ekstraktlarının antibakteriyel aktivitesini test etmiştir. Ekstrakt, % 50 sulu-etanol kullanılarak 40°C'de çalkalama ile elde edilmiş, *Bacillus subtilis* IMG 22, *Staphylococcus aureus* ATCC 2491, *Proteus vulgaris* FMC1, *Escherichia coli* ATCC 25912, *Pseudomonas aeruginosa* DSM 50071, *Klebsiella pneumoniae* FMC 5 ve *Listeria monocytogenes* SCOOT A olmak üzere yedi bakteri suşuna karşı antimikrobiyal aktivite açısından değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmada ekstraktların MİK değerinin 31,25 ile 62,50 µg /mL arasında olduğu gözlenmiştir.

Yapılmış olan tez çalışmasında, zencefilin (*Zingiber officinale*) kurutulmuş rizomları toz haline getirip, üç ayrı yöntemle ekstrakte edildikten sonra, antimikrobiyal aktivitesi belirlenmiştir. Sonuçlara göre *Bacillus subtilis*'e karşı MİK değeri maserasyon yöntemi ile 3,196 mg/mL; *Staphylococcus aureus*'a karşı MİK değeri çalkalama yöntemi ile elde edilen ekstrakt için 63,633 mg/mL, maserasyon yöntemi ile elde edilen ekstrakt için 0,0998 mg/mL; *Escherichia coli*'ye karşı MİK değeri çalkalama yöntemi ile elde edilen ekstrakt için 31,8165 mg/mL, maserasyon yöntemi ile elde edilen ekstrakt için 6,392 mg/mL; *Pseudomonas aeruginosa*'ya karşı MİK değeri maserasyon yöntemi ile elde edilen ekstrakt için 1,598 mg/mL; *Klebsiella pneumoniae*'ye çalkalama yöntemi ile elde edilen ekstrakt için 31,8165 mg/mL, maserasyon yöntemi ile elde edilen ekstrakt için 0,0249 mg/mL ve *Listeria monocytogenes*'e karşı çalkalama yöntemi ile elde edilen ekstrakt için 63,633 mg/mL, maserasyon yöntemi ile elde edilen ekstrakt için 0,0249 mg/mL olarak bulunmuştur. İki alışma arasındaki farkın en önemli sebebi her iki çalışmada kullanılan mikroorganizmaların aynı suşlar olmamasıdır. Ekstraksiyon için kullanılan yöntemler benzer olmasına rağmen suşların farklılığı, sonuçlar arasında farklılığa sebep olabilir.

Yapılan alışmalar bölümünde belirtildiği gibi Taura, Lawan, Gumel, Umar ve Sadişu (2014), maserasyon ile hazırlanan zencefil etanol ekstraktının *Staphylococcus*

*aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* ve *Proteus* sp. klinik izolatları üzerine *in vitro* antimikrobiyal etkisini değerlendirmişlerdir. *Proteus* sp., *Staphylococcus aureus* ve *Klebsiella pneumoniae* için etanol ekstraksiyonun gözlenen MİK değerleri sırasıyla 50, 100 ve 200 µg/mL olarak bulunmuştur. Ancak, zencefilin etanol ekstraktı, tüm konsantrasyonlar için *Pseudomonas aeruginosa* ve *Escherichia coli* üzerinde öldürücü veya inhibe edici bir aktivite göstermemiştir.

Yapılmış olan tez çalışmasında elde edilen sonuçlara göre *Staphylococcus aureus*'a karşı MİK değeri maserasyon yöntemi ile elde edilen ekstrakt için 0,0998 mg/mL; *Escherichia coli*'ye karşı MİK değeri maserasyon yöntemi ile elde edilen ekstrakt için 6,392 mg/mL; *Pseudomonas aeruginosa*'ya karşı MİK değeri maserasyon yöntemi ile elde edilen ekstrakt için 1,598 mg/mL ve *Klebsiella pneumoniae*'ye maserasyon yöntemi ile elde edilen ekstrakt için 0,0249 mg/mL olarak bulunmuştur. Her iki çalışmada da maserasyon yöntemi kullanılmış olup, etanol ekstaksiyonda çözücü olarak seçilmiştir. Ancak iki çalışma arasında MİK değerleri açısından bir fark söz konusudur. Çalışmalarda kullanılmış olan suşların farklılığı, sonuçlar arasında farklılığa sebep olabilir.

Yapılan çalışmalar bölümünde belirtildiği gibi Srividya, Dhanabal, Misra ve Suja (2010), zerdeçalın (*Alpinia officinarum*) kurutulmuş rizomlarını toz haline getirip, sıcak ve soğuk maserasyon ile % 50 etanol ile ekstrakte edildikten sonra, *Alpinia officinarum* rizom ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesini belirlemiştir. Ekstraktlar, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Escherichia coli*'ye karşı orta ile güçlü arasında antibakteriyel aktivite gösterirken, ekstraktların hiçbiri *Aspergillus niger* ve *Candida albicans*'a karşı antifungal aktivite sergilememiştir. Sıcak maserasyon ile hazırlanan ekstrakt, 31,25 ile 500 µg/mL aralığında minimum inhibitör konsantrasyon gösterirken, soğuk maserasyonla hazırlanan ekstrakt 125 ile 1000 µg/mL aralığında etki göstermiştir.

Ayrıca Naji ve Jassemi (2010), zencefilin etanolik ve 7:3 izopropil-hekzan karışımı ekstraktlarının antibakteriyel etkilerini üç Gram pozitif bakteriye, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus* ve üç Gram negatif bakteriye

*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* ve *Pseudomonas aeruginosa*'ya karşı değerlendirmiştir. Bu çalışmada, zencefilin etanolik rizom ekstraktının, izopropilheksan ekstraktından anlamlı derecede daha etkili olduğu gösterilmiş ve etanol ekstraktının MİK değerleri 0,015 ile 0,125 ppm arasında, MBK ise 0,031 ile 0,5 ppm arasında bulunmuştur.

Yapılmış olan tez çalışmasında elde edilen sonuçlara göre *Staphylococcus aureus*'a karşı MİK değeri maserasyon yöntemi ile elde edilen ekstrakt için 0,0998 mg/mL; *Escherichia coli*'ye karşı MİK değeri maserasyon yöntemi ile elde edilen ekstrakt için 6,392 mg/mL ve *Pseudomonas aeruginosa*'ya karşı MİK değeri maserasyon yöntemi ile elde edilen ekstrakt için 1,598 mg/mL olarak bulunmuştur. Her iki çalışmada da maserasyon yöntemi kullanılmış olup, etanol ekstaksiyonda çözücü olarak seçilmiştir. Her iki çalışmada elde edilen sonuçlar birbirine yakındır. Ancak iki çalışma arasında MİK değerleri açısından bulunabilecek ufak farkların sebebi maserasyonda kullanılan yöntemdir. Yapılan tez çalışmasında oda sıcaklığında maserasyon yapılırken, Srividya, Dhanabal, Misra ve Suja (2010) maserasyonda iki farklı sıcaklık kullanmıştır. Öte yandan Srividya, Dhanabal, Misra ve Suja (2010) *Candida albicans*'a karşı herhangi bir aktivite gözlemlememişken, yapılan tez çalışmasında bu mikroorganizmaya karşı 6,392 mg/mL MİK değerine sahip bir aktivite gözlenmiştir. Bu farkın sebebi kullanılmış olan *Candida albicans* suşları arasındaki farklılık olabilir.

Igwo-Ezikpe, Imaga, Ogbunugafor, Osuntoki, Adeleye ve Ipadeola (2013), *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas putida*, *Bacillus subtilis* ve *Candida albicans* olmak üzere beş patojenik mikroorganizmaya karşı maserasyon ile elde edilen zencefilin n-heksan, kloroform, etil asetat, petrol eteri, bütanol, metanol ve su ekstraktının antimikrobiyal etkilerini test etmiştir. Etil asetat ekstraktı, beş patojenik mikroorganizmanın hepsine karşı en belirgin antimikrobiyal aktiviteyi sergilemiştir. Etil asetat ekstraktı, *Pseudomonas putida*, *Bacillus subtilis* ve *Candida albicans*'a karşı 50 mg/mL'lik bir MİK değeri ile antibakteriyel ve antifungal etkinlik gösterirken; kloroform ekstraktı, *Candida albicans*'a karşı 100 mg/mL'de etkili olmuştur. Ayrıca, butanol ve etil asetat ekstraktları, sırasıyla *C. albicans* ve *E. coli*'ye karşı antimikrobiyal etkinliklerini 100 mg/mL'lik bir MİK değeri ile

göstermiştir. MBK testi, butanol ekstraktının *Bacillus subtilis*'e karşı 25 mg/mL konsantrasyonunda bakterisidal etkinliğe sahip olduğunu göstermiştir. Öte yandan etil asetat özütü, *Pseudomonas putida*, *Bacillus subtilis* ve *Staphylococcus aureus*'a karşı 50 mg/mL, *Escherichia coli*'ye karşı ise 100 mg/mL MBK sergilemiştir. Ayrıca, butanol, etil asetat ve kloroform ekstraktları, sırasıyla 100 mg/mL, 50 mg/mL ve 100 mg/mL MFK ile *Candida albicans*'a karşı etkili olmuştur.

Ashgar (2017) hem zencefilin hem de zerdeçaldan %70'lik etanol ve etil asetat ile elde edilen ekstraktlarının antimikrobiyal etkisini gram negatif *Salmonella typhimurium* ATCC 12228, *Klebsiella pneumoniae* (ESBL) ATCC 14028, *Klebsiella pneumoniae* (CRE) ATCC 700603, *Acinetobacter baumannii* ATCC 1705, *Shigella sonnei* ATCC 19605, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 25931, *Proteus mirabilis* ATCC 27853 ve *Escherichia coli* ATCC 43071 ile gram pozitif *Enterococcus faecalis* ATCC 35218, *Enterococcus faecalis* (VRE) ATCC 29212, *Staphylococcus aureus* ATCC 51299, *Staphylococcus aureus* (MRSA) ATCC 43300 ve *Staphylococcus epidermidis* ATCC 43300 üzerinde test etmiştir. Sonuçlar zerdeçalın etil asetat ekstraktının diğer çözücülere göre *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecalis* (VRE), *Staphylococcus aureus* (MRSA) ve *Staphylococcus epidermidis* üzerinde 25 - 50 mg/mL MİK değeri ile en yüksek aktiviteyi göstermiştir. *Acinetobacter baumannii*, zerdeçalın tüm ekstraktlarına karşı bir duyarlılık göstermiştir. Zerdeçal ekstraktları için MBK değerleri 50 mg/mL olarak bulunmuştur. Öte yandan, zencefilin etil asetat ekstraktı, *E. faecalis*, *S. aureus* ve *Staphylococcus aureus* (MRSA) üzerine sırasıyla 100, 12,5 ve 25 mg/mL'lik bir MBK değeri ile etki göstermiştir.

Yapılan tez çalışmasında, zencefilin kurutulmuş rizomları toz haline getirip, çalkalama ile % 70 etanol ile ekstrakte edildikten sonra antimikrobiyal aktivitesi belirlenmiştir. *Enterococcus faecium* ve *Pseudomonas fluorescens* için 3,9770 mg/mL ile üremeyi durdurucu etki gösterirken, 7,9541 mg/mL ile öldürücü etki göstermiştir. *Enterococcus aerogenes* için 0,4971 mg/mL ile üremeyi durdurucu etki gösterirken, 31,8165 mg/mL ile öldürücü etki göstermiştir. *Enterococcus faecalis* için 31,8165 mg/mL ile üremeyi durdurucu etki gösterirken, 63,633 mg/mL ile öldürücü etki göstermiştir. *Salmonella typhimurium*, *Klebsiella pneumoniae* ve

*Escherichia coli* için 31,8165 mg/mL ile öldürücü etki göstermiştir. *Salmonella enteritidis*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella infantis*, *Salmonella kentucky* ve *Listeria innocula* için 63,633 mg/mL ile öldürücü etki göstermiştir. Uygulanan yöntemde ve hazırlanan ekstraktta *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus durans*'a karşı antimikrobiyal aktivite göstermemiştir. *Candida albicans*'a karşı da antifungal aktivite göstermemiştir.

Ayrıca kuru zencefilin maserasyon ekstraktı ile elde edilen sonuçlarda *Enterococcus faecium* için 0,0499 mg/mL ile üremeyi durdurucu etki gösterirken, 3,196 mg/mL ile öldürücü etki göstermiştir. *Enterococcus faecalis* için 0,3995 mg/mL ile üremeyi durdurucu etki gösterirken, 6,392 mg/mL ile öldürücü etki göstermiştir. *Listeria monocytogenes* ve *Pseudomonas fluorescens* için 0,0249 mg/mL ile üremeyi durdurucu etki gösterirken, 3,196 mg/mL ile öldürücü etki göstermiştir. *Klebsiella pneumoniae* için 0,0249 mg/mL ile üremeyi durdurucu etki gösterirken, 0,3995 mg/mL ile öldürücü etki göstermiştir. *Escherichia coli* için 6,392 mg/mL ile hem durdurucu hem de öldürücü etki göstermiştir. *Enterococcus aerogenes* için 1,598 mg/mL ile üremeyi durdurucu etki gösterirken, 12,784 mg/mL ile öldürücü etki göstermiştir. *Bacillus subtilis* için 3,196 mg/mL ile üremeyi durdurucu etki göstermiştir. *Staphylococcus aureus* için 0,0998 mg/mL ile üremeyi durdurucu etki göstermiştir. *Salmonella kentucky* için 3,196 mg/mL ile üremeyi durdurucu etki gösterirken, 12,784 mg/mL ile öldürücü etki göstermiştir. *Listeria innocula* için 1,598 mg/mL ile üremeyi durdurucu etki gösterirken, 12,784 mg/mL ile öldürücü etki göstermiştir. *Staphylococcus epidermidis* için 6,392 mg/mL ile üremeyi durdurucu etki göstermiştir. *Pseudomonas aeruginosa* için 1,598 mg/mL ile üremeyi durdurucu etki göstermiştir. *Enterococcus durans* için 3,196 mg/mL ile üremeyi durdurucu etki gösterirken, 12,784 mg/mL ile öldürücü etki göstermiştir. *Candida albicans* için 6,392 mg/mL ile üremeyi durdurucu etki göstermiştir. *Salmonella enteritidis* için 1,598 mg/mL ile üremeyi durdurucu etki gösterirken, 12,784 mg/mL ile öldürücü etki göstermiştir. Uygulanan yöntemde ve hazırlanan ekstraktta *Salmonella infantis* ve *Salmonella typhimurium*'a karşı antimikrobiyal aktivite görülmemiştir.

Öte yandan zencefilin soxhlet ile petrol eteri + hekzan, kloroform, aseton, metanol ve su ekstraktları ile elde edilen sonuçlara göre 35,855 mg/mL ile *Listeria monocytogenes*'e karşı öldürücü etki gösterirken, 1,1205 mg/mL ile üremeyi durdurucu etki göstermiştir. 35,855 mg/mL ile *Salmonella infantis*'e karşı üremeyi durdurucu etki göstermiştir. 71,71 mg/mL ile *Enterococcus aerogenes*'e karşı öldürücü etki gösterirken, 17,9275 mg/mL ile üremeyi durdurucu etki göstermiştir. 1,1205 mg/mL ile *Salmonella typhimurium*'a karşı üremeyi durdurucu etki göstermiştir. Uygulanan diğer ekstrakt miktarlarının hiçbiri *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella kentucky*, *Listeria innocula*, *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Enterococcus durans*'a karşı antimikrobiyal aktivite göstermezken, *Candida albicans*'a karşı da antifungal aktivite gözlenmemiştir.

Yapılan tez çalışmasında, zerdeçalın (*Curcuma longa*) kurutulmuş rizomları toz haline getirip, soxhlet ile petrol eteri + hekzan, kloroform, aseton, metanol ve su ile ekstrakte edildikten sonra ekstraktın antimikrobiyal aktivitesi belirlenmiştir. Sonuçlara göre, 49,205 mg/mL ile *Escherichia coli*'ye öldürücü etki göstermiştir. 24,6025 mg/mL ile *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecium*, *Salmonella typhimurium* ve *Candida albicans*'a karşı üremeyi durdurucu etki; 12,3012 mg/mL ile *Bacillus subtilis*'e karşı üremeyi durdurucu; 6,1506 mg/mL ile *Staphylococcus epidermidis*'e karşı üremeyi durdurucu ve 0,3844 mg/mL ile *Listeria monocytogenes*'e karşı üremeyi durdurucu etki göstermiştir. Uygulanan diğer ekstrakt miktarlarının ve yöntemlerin hiçbiri *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterococcus aerogenes*, *Salmonella infantis*, *Salmonella kentucky*, *Listeria innocula*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus durans*'a karşı antimikrobiyal aktivite göstermemiştir.

Ayrıca, havlıcanın (*Alpinia officinarum*) maserasyon ile elde edilen ekstraktının antimikrobiyal aktivite sonuçlarına göre, *Enterococcus faecium* için 0,9509 mg/mL ile durdurucu etki gösterirken, 3,8037 mg/mL ile öldürücü etki göstermiştir. *Pseudomonas fluorescens* için 0,1188 mg/mL ile durdurucu etki gösterirken, 3,8037 mg/mL ile öldürücü etki göstermiştir. *Enterococcus durans* için 3,8037 mg/mL ile



durdurucu etki gösterirken, 7,6075 mg/mL ile öldürücü etki göstermiştir. *Staphylococcus aureus* için 15,215 mg/mL ile durdurucu etki göstermiştir. *Listeria monocytogenes*, *Klebsiella pneumoniae* ve *Escherichia coli* için 0,9509 mg/mL ile durdurucu etki göstermiştir. Uygulanan yöntemde ve hazırlanan ekstraktta *Salmonella enteritidis*, *Enterococcus faecalis*, *Salmonella typhimurium*, *Enterococcus aerogenes*, *Salmonella infantis*, *Salmonella kentucky*, *Listeria innocula*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus epidermidis* ve *Pseudomonas aeruginosa*'a karşı antimikrobiyal aktivite görülmemişken, *Candida albicans*'a karşı antifungal aktivite de gözlenmemiştir.

Buna ek olarak, havlıcanın (*Alpinia officinarum*) soxhlet ile elde edilen ekstraktının antimikrobiyal aktivite sonuçlarına göre, 57,41 mg/mL ile *Enterococcus faecalis*, *Salmonella infantis*, *Salmonella kentucky*, *Klebsiella pneumoniae*'ye karşı üremeyi durdurucu etki göstermiştir. 28,705 mg/mL ile *Enterococcus aerogenes*, *Listeria innocula*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Candida albicans*'a karşı üremeyi durdurucu etki göstermiştir. 14,3525 mg/mL ile *Salmonella enteritidis* ve *Salmonella typhimurium*'a karşı üremeyi durdurucu etki göstermiştir. 3,5881 mg/mL ile *Enterococcus faecium*'a karşı üremeyi durdurucu etki göstermiştir. 3,5881 mg/mL ile *Staphylococcus aureus*'a karşı üremeyi durdurucu etki gösterirken, 57,41 mg/mL ile öldürücü etki göstermiştir. *Listeria monocytogenes* için 28,705 mg/mL ile öldürücü etki gösterirken, 0,2242 mg/mL ile üremeyi durdurucu etki göstermiştir. *Pseudomonas fluorescens* için 57,41 mg/mL ile öldürücü etki gösterirken, 1,7940 mg/mL ile üremeyi durdurucu etki göstermiştir. 57,41 mg/mL ile *Bacillus subtilis*'e karşı üremeyi durdurucu etki göstermiştir. *Escherichia coli*, *Staphylococcus epidermidis* ve *Enterococcus durans*'a karşı antimikrobiyal aktivite göstermemiştir.

Ayrıca, havlıcanın (*Alpinia officinarum*) çalkalama ile elde edilen ekstraktının antimikrobiyal aktivite sonuçlarına göre, bu yöntemde öldürücü etkiye hiç rastlanmamıştır, buna ek olarak *Salmonella enteritidis*, *Enterococcus faecalis*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella infantis*, *Listeria innocula*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus epidermidis*, *Enterococcus durans* ve *Candida albicans*'da üremeyi durdurucu etki de görülmemiştir. Ancak, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella kentucky*, *Pseudomonas aeruginosa* için 21,022 mg/mL; *Klebsiella pneumoniae*,

*Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* ve *Enterococcus aerogenes* için 10,511 mg/mL ve *Enterococcus faecium* için 2,6277 mg/mL üremeyi durdurucu etki gözlenmiştir.

Literatürde bulunan çalışmalarla, bu tez çalışmasından elde edilen bulgular arasındaki farkın sebebi daha önce de belirtildiği gibi ekstraksiyon yöntemleri, ekstraksiyon çözücüleri ve kullanılan suşlar arasındaki farklılıklardır.

Fazreen ve Jeyalakshmi (2012) metanol ve kloroform kullanarak maserasyon yöntemiyle zerdaçal ekstraktı hazırlamış ve bu ekstraktların *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp* ve *Shigella spp* üzereine etkisini incelemiştir. %100 (1 g/mL), %50 (0,5 g/mL) ve %25 (0,25 g/mL) olmak üzere üç farklı konsantrasyon MİK testi ile denenmiş ve %25'lik konsantrasyonun denenen bütün mikroorganizmalar için MİK değeri olduğu bulunmuştur.

Yapılan tez çalışmasında, zerdeçalın (*Curcuma longa*) maserasyon ile elde edilen ekstraktının sonuçlarına göre *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecium*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas fluorescens*, *Klebsiella pneumoniae* ve *Escherichia coli* için 0,09728 mg/mL ile üremeyi durdurucu etki göstermiştir. Uygulanan yöntemde ve hazırlanan ekstraktta *Enterococcus durans*, *Salmonella enteritidis*, *Enterococcus faecalis*, *Salmonella typhimurium*, *Enterococcus aerogenes*, *Salmonella infantis*, *Salmonella kentucky*, *Listeria innocula*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus epidermidis* ve *Pseudomonas aeruginosa*'a karşı antimikrobiyal aktivite görülmemişken, *Candida albicans*'a karşı aktivite gözlenmiştir.

Ayrıca, zerdeçalın çalkalama ile elde edilen ekstraktının antimikrobiyal aktivitesi sonuçlarına göre *Pseudomonas fluorescens* için 0,0410 mg/mL ile üremeyi durdurucu etki gösterirken, 10,511 mg/mL ile öldürücü etki göstermiştir. *Enterococcus faecium* için 0,328 *Enterococcus* üremeyi durdurucu etki gösterirken, 21,022 mg/mL ile öldürücü etki göstermiştir. *Enterococcus aerogenes* ve *Enterococcus durans* için 10,511 mg/mL ile üremeyi durdurucu etki gösterirken, 21,022 mg/mL ile öldürücü etki göstermiştir. *Salmonella enteritidis*, *Enterococcus faecalis*, *Listeria monocytogenes*, *Listeria innocula*, *Klebsiella pneumoniae* ve

*Escherichia coli* için 21,022 mg/mL ile öldürücü etki göstermiştir. *Salmonella typhimurium*, *Salmonella kentucky* ve *Staphylococcus epidermidis* için 21,022 mg/mL ile üremeyi durdurucu etki göstermiştir. *Pseudomonas aeruginosa* için 2,6277 mg/mL ile üremeyi durdurucu etki göstermiştir. *Candida albicans* için 5,2555 mg/mL ile durdurucu etki göstermiştir. *Staphylococcus aureus*, *Salmonella infantis* ve *Bacillus subtilis* diğer ekstrakt miktarlarının ve yöntemlerin hiçbiri antimikrobiyol aktivite göstermemiştir.



## 6. SONUÇ

Günümüzde farmasötik bitkiler bulaşıcı hastalıklar için alternatif tedavi yollarından biri olarak kabul edilmekte ve popülerliği gün geçtikçe artmaktadır. Bu bitkiler yeni anti-infektif ajanları için en iyi kaynaklardan biridir. Bitkilerin antimikrobiyal aktivitelerini belirlemek için yapılan çalışmalar, hastalıkları tedavi etmek veya olası yan etkilerini azaltmak için yeni alternatifler bulma konusunda hâlâ en çok araştırma yapılan alanlarından biridir. Maliyet ve bulunma açısından rahatlıkla bulunabilecek bu bitkiler insanların tercih edebileceği en iyi yollardan biri olmaya adaydır.

Çalışmanın sonuçları bitki örneklerinden aktif madde ekstraksiyon yönteminin etkiyi nasıl değiştirdiğini açıkça ortaya koymaktadır. Bu sebeple bitki kökenli bileşiklerin anti-infektif özellikleri ile ilgili yapılacak herhangi bir araştırmada tek bir yöntem ile ekstraksiyon yerine, birden fazla ekstraksiyon yönteminin kullanılması önem arz etmektedir.

## 7. ÖNERİLER

Bu çalışmada konu edilen bitki örnekleri için daha detaylı analizler yapılmalıdır. Ayrıca, çalışılan bu bitki ekstraktının etki şekli ve kimyasal bileşimi de araştırılmalıdır.

Buna ek olarak, çalışmada kullanılacak bitki örneğinin miktarı çok olduğu takdirde soxhlet ile yapılan çalışma çözeltileri ayrı ayrı da çalışılmak daha detaylı sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır. Ayrıca, çalkalama ve maserasyon ile yapılan çalışma soxhlet için kullanılan hekzan, petrol eteri, kloroform, aseton, metanol ve su ile de çalışılmalıdır.

Bu tez çalışmasında yürütülen ekstraksiyon yöntemlerine ek olarak başka yöntemler ve çözeltiler de çalışılarak yöntem ve çözeltiler çeşitlendirilmelidir.

## **EKLER**

**EK 1. Ayrıntılı İstatistiksel Analiz Sonuçları**

## EK 1. Ayrıntılı İstatiksel Analiz Sonuçları

### Zencefil Çalkalama MİK Paralel Sonuçların Karşılaştırılması

Varyans Tablosu Analizi

H<sub>0</sub>: Üç paralel çalışmanın sonuçları istatistiksel olarak benzerdir

	Df	Top Sq	Ort Sq	F değeri	Pr(>F)
Çalkalama	2	0	0,00	0	1
Kalanlar	51	42229	828,03		

$p$ -değeri < 0,05 olduğu için, H<sub>0</sub> sıfır hipotezi reddedilmiştir.

### Zencefil Maserasyon MİK Paralel Sonuçların Karşılaştırılması

Varyans Tablosu Analizi

H<sub>0</sub>: Üç paralel çalışmanın sonuçları istatistiksel olarak benzerdir

	Df	Top Sq	Ort Sq	F değeri	Pr(>F)
Maserasyon	2	0,00	0,00	0	1
Kalanlar	51	248,83	4,8791		

$p$ -değeri < 0,05 olduğu için, H<sub>0</sub> sıfır hipotezi reddedilmiştir.

### Zencefil Soxhlet MİK Paralel Sonuçların Karşılaştırılması

Varyans Tablosu Analizi

H<sub>0</sub>: Üç paralel çalışmanın sonuçları istatistiksel olarak benzerdir

	Df	Top Sq	Ort Sq	F değeri	Pr(>F)
Soxhlet	2	0,00	0,00	0	1
Kalanlar	51	4343,3	85,163		

$p$ -değeri < 0,05 olduğu için, H<sub>0</sub> sıfır hipotezi reddedilmiştir.

### Havlıcan Çalkalama MİK Paralel Sonuçların Karşılaştırılması

Varyans Tablosu Analizi

H<sub>0</sub>: Üç paralel çalışmanın sonuçları istatistiksel olarak benzerdir

	Df	Top Sq	Ort Sq	F değeri	Pr(>F)
Çalkalama	2	0	0,00	0	1
Kalanlar	51	13697	268,57		

$p$ -değeri < 0,05 olduğu için, H<sub>0</sub> sıfır hipotezi reddedilmiştir.

## EK 1'in devamı

### Havlican Maserasyon MİK Paralel Sonuçların Karşılaştırılması

Varyans Tablosu Analizi

H<sub>0</sub>: Üç paralel çalışmanın sonuçları istatistiksel olarak benzerdir

	Df	Top Sq	Ort Sq	F değeri	Pr(>F)
Maserasyon	2	0,00	0,00	0	1
Kalanlar	51	646,83	12,683		

$p$ -değeri < 0,05 olduğu için, H<sub>0</sub> sıfır hipotezi reddedilmiştir.

### Havlican Soxhlet MİK Paralel Sonuçların Karşılaştırılması

Varyans Tablosu Analizi

H<sub>0</sub>: Üç paralel çalışmanın sonuçları istatistiksel olarak benzerdir

	Df	Top Sq	Ort Sq	F değeri	Pr(>F)
Soxhlet	2	0,00	0,00	0	1
Kalanlar	51	29147	571,51		

$p$ -değeri < 0,05 olduğu için, H<sub>0</sub> sıfır hipotezi reddedilmiştir.

### Zerdeçal Çalkalama MİK Paralel Sonuçların Karşılaştırılması

Varyans Tablosu Analizi

H<sub>0</sub>: Üç paralel çalışmanın sonuçları istatistiksel olarak benzerdir

	Df	Top Sq	Ort Sq	F değeri	Pr(>F)
Çalkalama	2	0	0,00	0	1
Kalanlar	51	2727,3	53,477		

$p$ -değeri < 0,05 olduğu için, H<sub>0</sub> sıfır hipotezi reddedilmiştir.

### Havlican Maserasyon MİK Paralel Sonuçların Karşılaştırılması

Varyans Tablosu Analizi

H<sub>0</sub>: Üç paralel çalışmanın sonuçları istatistiksel olarak benzerdir

	Df	Top Sq	Ort Sq	F değeri	Pr(>F)
Maserasyon	2	0	0	0	
Kalanlar	51	0	0		

$p$ -değeri < 0,05 olduğu için, H<sub>0</sub> sıfır hipotezi reddedilmiştir.



## EK 1'in devamı

### Havlıcan Soxhlet MİK Paralel Sonuçların Karşılaştırılması

Varyans Tablosu Analizi

H<sub>0</sub>: Üç paralel çalışmanın sonuçları istatistiksel olarak benzerdir

	Df	Top Sq	Ort Sq	F değeri	Pr(>F)
Soxhlet	2	0,00	0,00	0	1
Kalanlar	51	10595	207,74		

$p$ -değeri < 0,05 olduğu için, H<sub>0</sub> sıfır hipotezi reddedilmiştir.

### Zencefil Çalkalama MBK/MFK Paralel Sonuçların Karşılaştırılması

Varyans Tablosu Analizi

H<sub>0</sub>: Üç paralel çalışmanın sonuçları istatistiksel olarak benzerdir

	Df	Top Sq	Ort Sq	F değeri	Pr(>F)
Çalkalama	2	0	0,00	0	1
Kalanlar	51	40277	789,75		

$p$ -değeri < 0,05 olduğu için, H<sub>0</sub> sıfır hipotezi reddedilmiştir.

### Zencefil Maserasyon MBK/MFK Paralel Sonuçların Karşılaştırılması

Varyans Tablosu Analizi

H<sub>0</sub>: Üç paralel çalışmanın sonuçları istatistiksel olarak benzerdir

	Df	Top Sq	Ort Sq	F değeri	Pr(>F)
Maserasyon	2	0,00	0,00	0	1
Kalanlar	51	922,83	18,095		

$p$ -değeri < 0,05 olduğu için, H<sub>0</sub> sıfır hipotezi reddedilmiştir.

### Zencefil Soxhlet MBK/MFK Paralel Sonuçların Karşılaştırılması

Varyans Tablosu Analizi

H<sub>0</sub>: Üç paralel çalışmanın sonuçları istatistiksel olarak benzerdir

	Df	Top Sq	Ort Sq	F değeri	Pr(>F)
Soxhlet	2	0,00	0,00	0	1
Kalanlar	51	17496	343,06		

$p$ -değeri < 0,05 olduğu için, H<sub>0</sub> sıfır hipotezi reddedilmiştir.

## EK 1'in devamı

### Havlican Çalkalama MBK/MFK Paralel Sonuçların Karşılaştırılması

Varyans Tablosu Analizi

H<sub>0</sub>: Üç paralel çalışmanın sonuçları istatistiksel olarak benzerdir

	Df	Top Sq	Ort Sq	F değeri	Pr(>F)
Çalkalama	2	0	0,00	0	1
Kalanlar	51	16470	322,94		

$p$ -değeri < 0,05 olduğu için, H<sub>0</sub> sıfır hipotezi reddedilmiştir.

### Havlican Maserasyon MBK/MFK Paralel Sonuçların Karşılaştırılması

Varyans Tablosu Analizi

H<sub>0</sub>: Üç paralel çalışmanın sonuçları istatistiksel olarak benzerdir

	Df	Top Sq	Ort Sq	F değeri	Pr(>F)
Maserasyon	2	0,00	0,00	0	1
Kalanlar	51	242,83	4,7614		

$p$ -değeri < 0,05 olduğu için, H<sub>0</sub> sıfır hipotezi reddedilmiştir.

### Havlican Soxhlet MBK/MFK Paralel Sonuçların Karşılaştırılması

Varyans Tablosu Analizi

H<sub>0</sub>: Üç paralel çalışmanın sonuçları istatistiksel olarak benzerdir

	Df	Top Sq	Ort Sq	F değeri	Pr(>F)
Soxhlet	2	0,00	0,00	0	1
Kalanlar	51	18609	364,88		

$p$ -değeri < 0,05 olduğu için, H<sub>0</sub> sıfır hipotezi reddedilmiştir.

### Zerdeçal Çalkalama MBK/MFK Paralel Sonuçların Karşılaştırılması

Varyans Tablosu Analizi

H<sub>0</sub>: Üç paralel çalışmanın sonuçları istatistiksel olarak benzerdir

	Df	Top Sq	Ort Sq	F değeri	Pr(>F)
Çalkalama	2	0	0	0	
Kalanlar	51	0	0		

$p$ -değeri < 0,05 olduğu için, H<sub>0</sub> sıfır hipotezi reddedilmiştir.

## EK 1'in devamı

### Zerdeçal Maserasyon MBK/MFK Paralel Sonuçların Karşılaştırılması

Varyans Tablosu Analizi

H<sub>0</sub>: Üç paralel çalışmanın sonuçları istatistiksel olarak benzerdir

	Df	Top Sq	Ort Sq	F değeri	Pr(>F)
Maserasyon	2	0	0	0	
Kalanlar	51	0	0		

$p$ -değeri < 0,05 olduğu için, H<sub>0</sub> sıfır hipotezi reddedilmiştir.

### Zerdeçal Soxhlet MBK/MFK Paralel Sonuçların Karşılaştırılması

Varyans Tablosu Analizi

H<sub>0</sub>: Üç paralel çalışmanın sonuçları istatistiksel olarak benzerdir

	Df	Top Sq	Ort Sq	F değeri	Pr(>F)
Soxhlet	2	0	0	0	
Kalanlar	51	0	0		

$p$ -değeri < 0,05 olduğu için, H<sub>0</sub> sıfır hipotezi reddedilmiştir.

### Zencefil Çalkalama-Maserasyon-Soxhlet Ekstraktlarının MİK Ortalama Değerlerinin Karşılaştırılması

Varyans Tablosu Analizi

H<sub>0</sub>: Üç farklı ekstraksiyonun sonuçları istatistiksel olarak benzerdir.

	Df	Top Sq	Ort Sq	F değeri	Pr(>F)
Zencefil	2	7528,9	3764,5	12,301	4,4e-05 ***
Kalanlar	51	15607,2	306,0		

Anlamlılık kodları: 0 '\*\*\*\*' 0.001 '\*\*\*' 0.01 '\*\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

$p$ -değeri < 0,05 olduğu için, H<sub>0</sub> hipotezi reddedilmiştir. Üç farklı ekstraksiyonun sonuçlarındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır.

## EK 1'in devamı

### Havlıcan Çalkalama-Maserasyon-Soxhlet Ekstraktlarının MİK Ortalama Değerlerinin Karşılaştırılması

Varyans Tablosu Analizi

H<sub>0</sub>: Üç farklı ekstraksiyonun sonuçları istatistiksel olarak benzerdir.

	Df	Top Sq	Ort Sq	F değeri	Pr(>F)
Havlıcan	2	5378,3	2689,13	9,4603	0,0003 ***
Kalanlar	51	14497,0	284,25		

Anlamlılık kodları: 0 '\*\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

$p$ -değeri < 0,05 olduğu için, H<sub>0</sub> hipotezi reddedilmiştir. Üç farklı ekstraksiyonun sonuçlarındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır.

### Zerdeçal Çalkalama-Maserasyon-Soxhlet Ekstraktlarının MİK Ortalama Değerlerinin Karşılaştırılması

Varyans Tablosu Analizi

H<sub>0</sub>: Üç farklı ekstraksiyonun sonuçları istatistiksel olarak benzerdir.

	Df	Top Sq	Ort Sq	F değeri	Pr(>F)
Zerdeçal	2	778,8	389,39	4,472	0,01624 *
Kalanlar	51	4440,7	87,07		

Anlamlılık kodları: 0 '\*\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

$p$ -değeri < 0,05 olduğu için, H<sub>0</sub> hipotezi reddedilmiştir. Üç farklı ekstraksiyonun sonuçlarındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır.

### Zencefil Çalkalama-Maserasyon-Soxhlet Ekstraktlarının MKB/MFK Ortalama Değerlerinin Karşılaştırılması

Varyans Tablosu Analizi

H<sub>0</sub>: Üç farklı ekstraksiyonun sonuçları istatistiksel olarak benzerdir.

	Df	Top Sq	Ort Sq	F değeri	Pr(>F)
Zencefil	2	9862,7	4931,4	12,854	3,0e-05 ***
Kalanlar	51	19565,4	383,6		

Anlamlılık kodları: 0 '\*\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

$p$ -değeri < 0,05 olduğu için, H<sub>0</sub> hipotezi reddedilmiştir. Üç farklı ekstraksiyonun sonuçlarındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır.

## EK 1'in devamı

### Havlıcan Çalkalama-Maserasyon-Soxhlet Ekstraktlarının MKB/MFK Ortalama Değerlerinin Karşılaştırılması

Varyans Tablosu Analizi

H<sub>0</sub>: Üç farklı ekstraksiyonun sonuçları istatistiksel olarak benzerdir.

	Df	Top Sq	Ort Sq	F değeri	Pr(>F)
Havlıcan	2	2983,4	1491,69	6,4614	0,00315 **
Kalanlar	51	11773,9	230,86		

Anlamlılık kodları: 0 '\*\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

$p$ -değeri < 0,05 olduğu için, H<sub>0</sub> hipotezi reddedilmiştir. Üç farklı ekstraksiyonun sonuçlarındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır.

### Zerdeçal Çalkalama-Maserasyon-Soxhlet Ekstraktlarının MKB/MFK Ortalama Değerlerinin Karşılaştırılması

Varyans Tablosu Analizi

H<sub>0</sub>: Üç farklı ekstraksiyonun sonuçları istatistiksel olarak benzerdir.

	Df	Top Sq	Ort Sq	F değeri	Pr(>F)
Zerdeçal	2	0	0	0	
Kalanlar	51	0	0		

$p$ -değeri < 0,05 olduğu için, H<sub>0</sub> sıfır hipotezi reddedilmiştir.

## KAYNAKLAR

- Abd- Alrahman, S. H., Salem-Bekhit, M.M., Yakout, S. M., Elhalwagy, M. E. A. (2013). Chemical composition and antimicrobial activity of various crude extracts of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe.), *Journal of pure and applied microbiology*, 7(Spl.Edn.), 309-316.
- Altuner EM. (2008) Bazı Karayosunu Türlerinin Antimikrobiyal Aktivitesinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Altuner, E. M., Ceter, T., and İşlek, C. (2010). Investigation of antifungal activity of *Ononis spinosa* L. ash used for the therapy of skin infections as folk remedies. *Mikrobiyoloji Bülteni*, 44(4), 633-639.
- Ashgar, S.S. (2017). Antibacterial activity of crude herbal extracts of *Zingiber officinale* and *Curcuma longa* against 13 reference bacterial species. *Global Advanced Research Journal of Medicine and Medical Sciences* 6(10), 240-244.
- Büyükhan, A. (2016). *Ankara İli Kızılcahamam İlçesi Tıbbi ve Aromatik Bitki Yetiştiriciliği Fizibilite Raporu.* (TR51/15/DFD/0045) <http://www.ankaraka.org.tr/tr/attachment/Fizibilite%20Raporu.pdf?i=0&newsId=3783>, Erişim tarihi: 18/06/2018
- Courvalin P, Leclercq R, Rice LB. Antibigram. In Phenotypic Techniques Chapter 6, p55-66, 2010, Eska Publishing, ASM press.
- Cowan, M.M. (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews*, 564-582.
- Faydaoğlu E. ve Sürücüoğlu M.S., (2011). Geçmişten Günümüze Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanılması ve Ekonomik Önemi. *Kastamonu Uni., Journal of Forestry*, 11(1), 52-67
- Fazreen, N. and Jeyalakshmi, R. (2014). Determination of antibacterial activity of *Curcuma longa* against selected food poisoning causing bacteria. *Faculty of Sciences and Biotechnology*, 1(1), 1.
- Hammer, K. A., Carson, C. F., and Riley, T. V. (1999). Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *Journal of applied microbiology*, 86(6), 985-990.
- Igwo-Ezikpe, M.N., Image N.O.A., Ogbunugafor, H.A., Osuntoki, A.A., Adeleye, S. (2013). Antimicrobial effects of *Zingiber officinale* rhizomes extracts on selected pathogenic clinical isolates. *The Bioscientist* 1(1), 73-79.
- Johnson, A.G., Zieger, R.J., Lukasewycz, O.A., Hawley L.B. (2000). Bakteriyoloji, Mustafa Öztürk, *Mikrobiyoloji ve İmmunoloji*, 2, İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri.

- Johnson, R. L., & Foster, S., & Dog T. L., & Kiefer D. (2016). *Şifalı Bitkiler Ansiklopedisi*. İstanbul: Promat Basım.
- Koçyiğit, M. 2005. Yalova İlinde Etnobotanik Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Küçükçetin A. (2015). *Staphylococcus aureus* ile kontamine olan peynirlerden kaynaklanan gıda zehirlenmeleri *gıda (2008)* 33 (3), 129-135.
- Naji, T. ve Jassemi M. (2010). Comparison between antibacterial effects of ethanolic and isopropyl: hexan (7:3) extracts of *Zingiber officinale* Rose. *World Academy of Science, Engineering and Technology* 70, 759-762.
- Olgun, E. (2008). Alkali çözeltilerden Sodyum Borhidrür Ekstraksiyonu Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Ankara.
- Özden, S., Ertan, R., Akı-Şener, E., Yalçın, İ. (2004). Ayırma ve Saflaştırma Yöntemleri, İsmail Yalçın, *Farmasötik Kimya Pratikleri*, Ankara, Ankara Üniversitesi Basımevi.
- R Core Team. R.A. (2016). language and environment for statistical computing. Vienna, R foundation for statistical computing, 2016.
- Srividya A.R., Dhanabal S.P., Misra V.K. ve Suja G. (2010). Antioxidant and antimicrobial activity of *Alpinia officinarum*. *Indian J Pharm Sciences*, 72(1), 145-148.
- Taura, D.W., Lawan, S., Gumel, S.M., Umar, S. (2014). Anti bacterial activity of ethanolic extract of *Zingiber officinale* and *Pipper nigrum* against some clinical isolates. *Communications in Applied Sciences* 2(1), 52-64.
- Tanker, N., Koyuncu, M., Coşkun M. (2007). Angiospermae, Tanker, N., Koyuncu, M., Coşkun M., *Farmasötik Botanik*, 3, Ankara, Ankara Üniversitesi Basımevi.

## ÖZGEÇMİŞ

Ad, Soyad : Duygu DEMİRKAPI KALIN  
Doğum Tarihi ve Doğum Yeri : 09.12.1987 Kocaeli  
Medeni Hali : Evli  
Yabancı Dil : İngilizce  
E-mail : duygu.rozi@windowslive.com



### Eğitim

Lise : Afyon Yabancı Dil Ağırlıklı Lisesi  
Lisans : Kastamonu Üniversitesi, Biyoloji Bölümü

### İş Deneyimi

İş Yeri : Şuhut Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi

### Yayınlar

- Altuner EM, Çeter T, Demirkapı D, Özkay K, Hayal U, Eser G. (2011) Investigation on Antimicrobial Effects of Some Lichen Species Collected From Kastamonu Region, Commun. Fac. Sci. Univ. Ank. Series C, 23(1-2): 21-31.
- Eser G, Demirkapı D, Özkay K, Yıldırım İ, Hayal U, Karakaya SS, Çeter T, Altuner EM. (2010) Maclura pomifera meyvesinin antimikrobiyal etkisi. 20. Ulusal Biyoloji Kongresi, Bildiri Kitabı, p.551-552.
- Demirkapı D, Eser G, Hayal U, Özkay K, Çeter T, Altuner EM. (2011) Kastamonu yöresine ait bazı liken türlerinin antimikrobiyal etkilerinin incelenmesi, Ekoloji 2011, Bildiri Kitabı, p.225.