



T.C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SUMAK'IN ANTİMİKROBİYEL ÖZELLİĞİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

**Aycan YİĞİT**

**DOKTORA TEZİ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**BURSA-2007**

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

**SUMAK'IN ANTİMİKROBİYEL ÖZELLİĞİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

**Aycan YİĞİT**

**DOKTORA TEZİ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Bu tez 25.06.2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Yrd. Doç Dr. Mihriban  
KORUKLUOĞLU  
(Danışman)

Prof. Dr. Fikri BAŞOĞLU

Prof. Dr. Ö. Utku ÇOPUR

Prof. Dr. Kadir HALKMAN

Doç Dr. Himmet TEZCAN

## ÖZET

Bu çalışmada sumakın (*Rhus coriaria* L.) farklı (aseton, dietil eter, etil alkol, etil asetat, kloroform, metanol ve su) ekstraktlarının antibakteriyel ve antifungal etkileri incelenmiştir. Bu amaçla disk difüzyon ve tüp seyreltme yöntemleri kullanılmıştır. Denemede yer alan mikroorganizmalar için, Minimum İnhibitör Konsantrasyon (MİK) ve Minimum Bakterisidal Konsantrasyon (MBK) veya Minimum Fungisidal Konsantrasyon (MFK) değerleri belirlenmiştir. Test bakterileri olarak *Bacillus cereus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli* ATCC 25922, *E. coli* ATCC 35218, *E. coli* O157, *E. coli* Tipl, *Listeria monocytogenes*, *Proteus mirabilis*, *Salmonella enteritidis* ATCC 13076, *Salmonella enteritidis*, *Staphylococcus aureus* ATCC 33862, *Yersinia enterocolitica* kullanılmıştır. Bunlar arasından, *Y. enterocolitica* ve *S. aureus* ATCC 33862 sumak ekstraktlarına en duyarlı türler olarak belirlenmişken, en dirençli türlerin *Bacillus cereus* ve *Escherichia coli* ATCC 25922 olduğu saptanmıştır. Bakteriler üzerindeki MİK ve MBK aralığının sırasıyla 5-150 ve 8-600 mg/mL olduğu kaydedilmiştir. Antibakteriyel etki bakımından en güçlü ekstraktın metanollü örnek olduğu tespit edilmiştir.

Denemede antifungal aktivite 12 maya (*Candida albicans* ATCC 10231, *C. oleophila*, *Kloeckera apiculata*, *Kluyveromyces lactis*, *K. marxianus*, *Metschnikowia fructicola*, *Pichia angusta*, *P. anomalo*, *Saccharomyces cerevisiae*<sub>1</sub>, *S. cerevisiae*<sub>2</sub>, *S.uvarum* ve *Schizosaccharomyces pombe*) ve 13 küf (*Alternaria alternata*, *Fusarium semitectum*, *F. oxysporium*, *Aspergillus fumigatus*, *A.niger* ATCC 16604, *A. niger*, *A. parasiticus*<sub>1</sub>, *A. parasiticus*<sub>2</sub>, *A. oryzae*, *A. versicolor*, *Penicillium chrysogenum*, *P.citrinum* ve *P. roqueforti*) türü üzerinde test edilmiştir. Sumak ekstraktlarına en duyarlı ve dirençli mayalar sırasıyla *P. anomalo* ve *C. albicans* ATCC 10231 olarak kaydedilmiştir. İnhibisyon etkisi bakımından aseton ekstraktının mayalar üzerinde en güçlü etkiyi oluşturduğu, buna karşılık en zayıf aktivitenin kloroform ve sulu ekstraktlar tarafından açığa çıktığı saptanmıştır. Mayalar üzerinde belirlenmiş MİK ve MFK düzeyleri sırasıyla 4–2200 ve 6–2800 mg/mL olarak kaydedilmiştir. Bununla birlikte,

genellikle sumak ekstraktlarının küfler üzerinde zayıf antifungal etki gösterdiği belirlenmiştir. Test küfleri arasından *A. niger* ATCC 16604 en dayanıklı tür olarak belirlenmişken, *A. alternata*'nın ise en duyarlı olduğu tespit edilmiştir. En düşük MİK ve MFK değerleri 250 ve 400 mg/mL olarak belirlenmişken, en yüksek dozda (3000 mg/mL) bile engellenemeyen türlerin olduğu saptanmıştır. Küfler üzerinde engelleyici etkiye sahip çözücü olarak, metanolün en başarılı ekstraktı verdiği gözlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Sumak, antimikrobiyel etki, MİK, MBK, MFK

**ABSTRACT****RESEARCH ON ANTIMICROBIAL EFFECT OF SUMAC**

In this study, different extracts (acetone, diethyl ether, ethyl alcohol, ethyl acetate, methanol, chloroform and water) of sumac (*Rhus coriaria* L.) were used to determine the antibacterial and antifungal effect. It was used disk diffusion and macrodilution method. Minimum inhibitory concentration (MIC) and Minimum Bactericidal Concentration (MBC) or Minimum Fungicidal Concentration (MFC) of all samples were determined. As test bacteria, *Bacillus cereus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli* ATCC 25922, *E. coli* ATCC 35218, *E. coli* O157, *E. coli* Type I, *Listeria monocytogenes*, *Proteus mirabilis*, *Salmonella enteritidis* ATCC 13076, *Salmonella enteritidis*, *Staphylococcus aureus* ATCC 33862, *Yersinia enterocolitica* were used. Among these bacteria *S. aureus* ATCC 33862 and *Y. enterocolitica* were the most resistant strains whereas *B. cereus* and *E. coli* ATCC 25922 were the most sensitive. MIC and MBC values of sumac extract were 5-150 and 8-600 mg/mL, respectively. The highest antibacterial activity was exhibited by methanol extract.

Antifungal activity was determined against 12 yeast- *Candida albicans* ATCC 10231, *C. oleophila*, *Kloeckera apiculata*, *Kluyveromyces lactis*, *K. marxianus*, *Metschnikowia fructicola*, *Pichia angusta*, *P. anomalo*, *Saccharomyces cerevisiae*<sub>1</sub>, *S. cerevisiae*<sub>2</sub>, *S.uvarum* ve *Schizosaccharomyces pombe*- and 13 fungi- *Alternaria alternata*, *Fusarium semitectum*, *F. oxysporium*, *Aspergillus fumigatus*, *A.niger* ATCC 16604, *A. niger*, *A. parasiticus*<sub>1</sub>, *A. parasiticus*<sub>2</sub>, *A. oryzae*, *A. versicolor*, *Penicillium chrysogenum*, *P.citrinum* ve *P. roqueforti*- species. Among the yeasts, *P. anomalo* ve *C. albicans* ATCC 10231 were determined as the most sensitive and resistant microorganisms, respectively. Acetone extract indicated the best inhibition effect, whereas chloroform and aqueous extracts of sumac had low activity against test yeasts. MIC and MFC levels were recorded 4–2200 and 6–2800 mg/mL, respectively. In addition, generally sumac extracts showed weak antifungal effect against fungi. In

present study, *A. niger* ATCC 16604 was the most resistant strain to all test extracts while *A. alternata* was susceptible. The lowest MIC and MFC values of test fungi were 250 and 400 mg/mL. On the other hand, it was observed that maximum dose (3000 mg/mL) also had no inhibition effect some fungi. Among extracts which have inhibition effect, methanol was determined the best one against fungi.

**Key words:** Sumac, antimicrobial effect, MIC, MBC, MFC

<b>İÇİNDEKİLER</b>	<b>Sayfa No:</b>
<b>1. GİRİŞ</b>	1
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI</b>	3
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM</b>	
3.1. Materyal	15
3.2. Yöntem	15
3.2.1. Bitki Ekstraktlarının Hazırlanması ve Sterilizasyonu	15
3.2.2. Test Mikroorganizmalarının Hazırlanması	17
3.2.3. Antimikrobiyel Etkinin Belirlenmesi	18
3.2.3.1. Disk Difüzyon Yöntemi	18
3.2.3.2. Tüp Seyreltme Yöntemi ile Minimum İnhibitör Konsantrasyonu (MİK) Belirlenmesi	18
3.2.3.3. Minimum Bakterisidal (MBK) Konsantrasyon ve Minimum Fungisidal (MFK) Konsantrasyon Belirlenmesi	19
3.3. İstatistiksel Değerlendirme	19
<b>4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI</b>	
4.1. Antimikrobiyel Etkinin Disk Difüzyon Yöntemi ile Değerlendirilmesi	20
4.1.1. Test Bakterilerine ait Sonuçlar	20
4.1.1.1. Test Bakterilerine ait Sonuçların İstatistiksel Değerlendirilmesi	28

4.1.2. Test Mayalarına ait Sonuçlar	30
4.1.2.1. Test Mayalarına ait Sonuçların İstatistiksel Değerlendirilmesi	39
4.1.3. Test Küflerine ait Sonuçlar	41
4.1.3.1. Test Küflerine ait Sonuçların İstatistiksel Değerlendirilmesi	48
4.2. Tp Seyreltme Yöntemi ile Belirlenen Sonuçlar	50
4.2.1. Test Bakterilerine ait Minimum İnhibitör Konsantrasyon (MİK) ve Minimum Bakterisidal Konsantrasyon Değerleri	50
4.2.2. Test Mayalarına ait Minimum İnhibitör Konsantrasyon (MİK) ve Minimum Fungisidal Konsantrasyon Değerleri	58
4.2.3. Test Kf ait Minimum İnhibitör Konsantrasyon (MİK) ve Minimum Bakterisidal Konsantrasyon Değerleri	65
4.3. Kümeleme Analizi Sonuçları	73
4.3.1. Bakterilere ait Kümeleme Analizi	73
4.3.2. Mayalara ait Kümeleme Analizi	74
4.3.3. Küflere ait Kümeleme Analizi	76
<b>5. TARTIŞMA</b>	<b>78</b>
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER</b>	<b>89</b>
6.1. Sonuç	89
6.2. Öneriler	91
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>92</b>
<b>TEŞEKKÜR</b>	<b>101</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>102</b>



**ŞEKİLLER DİZİNİ****Sayfa No**

Şekil 4.1. Sumak'ın Farklı Ekstraktlarının Test Bakterileri Üzerindeki MİK Değerleri	55
Şekil 4.2. Sumak'ın Farklı Ekstraktlarının Test Bakterileri Üzerindeki MBK Değerleri	56
Şekil 4.3. Sumak'ın Farklı Ekstraktlarının Test Mayaları Üzerindeki MİK Değerleri	62
Şekil 4.4. Sumak'ın Farklı Ekstraktlarının Test Mayaları Üzerindeki MFK Değerleri	63
Şekil 4.5. Sumak'ın Farklı Ekstraktlarının Test Küfleri Üzerindeki MİK Değerleri	70
Şekil 4.6. Sumak'ın Farklı Ekstraktlarının Test Küfleri Üzerindeki MFK Değerleri	71
Şekil 4.7. Bakterilere ait MİK Değerlerine Uygulanan Ağaç Diyagramı	73
Şekil 4.8. Bakterilere ait MBK Değerlerine Uygulanan Ağaç Diyagramı	74
Şekil 4.9. Mayalara ait MİK Değerlerine Uygulanan Ağaç Diyagramı	75
Şekil 4.10. Mayalara ait MFK Değerlerine Uygulanan Ağaç Diyagramı	75
Şekil 4.11. Küflere ait MİK Değerlerine Uygulanan Ağaç Diyagramı	76
Şekil 4.12. Küflere ait MFK Değerlerine Uygulanan Ağaç Diyagramı	77

**ÇİZELGELER DİZİNİ****Sayfa No**

Çizelge 2.1. Sumak Fraksiyonlarında Bulunan Fenolik Asitlerin Miktarları	7
Çizelge 2.2. Sumak Meyvelerinden Elde Edilen Ekstre ve Fraksiyonların Verimleri ve Toplam Fenol Miktarları	8
Çizelge 2.3. Farklı İki Bitki Ekstraktlarının Bakteriler Üzerindeki İnhibisyon Zon Çapları(mm)	13
Çizelge 2.4. Kombine Bitki Ekstraktlarının Bakteriler Üzerindeki İnhibisyon Zon Çapları (mm)	14
Çizelge 3.1. Test materyali bakteriler ve temin edildiği kaynaklar	16
Çizelge 3.2. Test materyali mayalar ve temin edildiği kaynaklar	16
Çizelge 3.3. Test materyali küfler ve temin edildiği kaynaklar	16
Çizelge 3.4. Sumakın farklı çözücü ekstraktlarının oleorezin verimi.	17
Çizelge 3.5. Ekstraktların seyreltme oranları ve disk başına düşen oleorezin miktarları.	18
Çizelge 4.1. Sumak'ın Farklı Ekstraktlarının Test Bakterileri Üzerindeki İnhibisyon Zon Çapları (mm)	21
Çizelge 4.2. Çözücü, Konsantrasyon ve Bakteriye ait Varyans Analizleri	28
Çizelge 4.3. Bakterilere Uygulanan Çözücülere ait Varyans Değerleri	29
Çizelge 4.4. Bakterilere ait Varyans Analiz Değerleri	30
Çizelge 4.5. Bakterilere Uygulanan Konsantrasyonlara ait Varyans Analiz Değerleri	30
Çizelge 4.6. Sumak'ın Farklı Ekstraktlarının Test Mayaları Üzerindeki İnhibisyon Zon Çapları (mm)	31
Çizelge 4.7. Çözücü, Konsantrasyon ve Mayaya ait Varyans Analizleri	39
Çizelge 4.8. Mayalara Uygulanan Çözücülere ait Varyans Değerleri	39
Çizelge 4.9. Mayalara ait Varyans Değerleri	40

Çizelge 4.10. Mayalara Uygulanan Konsantrasyonlara ait Varyans Analiz Değerleri	40
Çizelge 4.11. Sumak'ın Farklı Ekstraktlarının Test Küfleri Üzerindeki İnhibisyon Zon Çapları (mm)	42
Çizelge 4.12. Çözücü, Konsantrasyon ve Küfe ait Varyans Analizleri	48
Çizelge 4.13. Küflere Uygulanan Çözücülere ait Varyans Değerleri	48
Çizelge 4.14. Küflere ait Varyans Değerleri	49
Çizelge 4.15. Küflere Uygulanan Konsantrasyonlara ait Varyans Analiz Değerleri	49
Çizelge 4.16. Sumak'ın Farklı Ekstraktlarının Test Bakterileri Üzerindeki Minimum İnhibisyon Konsantrasyon ve Minimum Bakterisidal Konsantrasyon Değerleri (mg/mL)	51
Çizelge 4.17. Sumak'ın Farklı Ekstraktlarının Test Mayaları Üzerindeki Minimum İnhibisyon Konsantrasyon ve Minimum Fungisidal Konsantrasyon Değerleri (mg/mL)	59
Çizelge 4.18. Sumak'ın Farklı Ekstraktlarının Test Küfleri Üzerindeki Minimum İnhibisyon Konsantrasyon ve Minimum Fungisidal Konsantrasyon Değerleri (mg/mL)	66

## 1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun giderek artış göstermesi, beraberinde birçok hastalığın ortaya çıkışı ile bilim adamları, ilaç tedavilerinin yanı sıra doğal ürünlerle tedaviyi destekleme arayışına girmişlerdir. Bu amaçla günümüzde birçok tıbbi bitki ve baharatın antimikrobiyel etkileri araştırılmaktadır.

Baharatın genellikle toksik etkiye sahip olmaması, kolay temin edilebilir olması ve yapılan birçok çalışmada antimikrobiyel etki göstermesi nedeniyle son yıllarda gıdalarda kimyasal koruyucuların yerine kullanımını ön plana çıkarmaktadır. Ayrıca mide-barsak florasındaki zararlı mikroorganizmalar üzerine engelleyici etki göstermesi, katıldığı ürüne aroma ve lezzet kazandırması nedeniyle gıdalarda kullanımı yaygınlaşmaktadır.

Bu grup arasında yer alan sumak yaprak ve meyveleri, içerdikleri çeşitli etken madde gruplarından dolayı uzun yıllardan bu yana ilaç hammaddesi olarak kullanıldığı ifade edilmektedir. Yaprakların; ishal, hemoroit, ağız yaralarında, göz hastalıklarında, el ve ayak çatlaklarında, meyve ve yapraklarının ise şeker hastalığına karşı halk ilacı olarak kullanıldığı bildirilmektedir. Bunun yanı sıra Anadolu'da hayvanlarda görülen ağız yaraları, ishal ve şap hastalıklarına karşı da kullanıldığı belirtilmiştir. Koyunların tırnaklarında bulunan *Stomatitis aphthosa epizootica* virüsünün neden olduğu hastalığa karşı, sumakın sulu ekstraktının kullanıldığı bildirilmiştir (Al-Shabibi ve ark. 1982, Başoğlu ve Cemeroğlu 1984, Verzele ve ark. 1985, Kurucu ve ark. 1993, Dolaz ve ark. 2002). Sumakın, hazmı kolaylaştırıcı, peklilik verici, kanama durdurucu, idrar sökücü, ateş düşürücü ve antiseptik özelliklere de sahip olduğu belirtilmektedir. Meyvelerinin içerdiği tanen, uçucu yağ ve organik asitlerin antimikrobiyel etki oluşumunda önemli rol oynadığı bildirilmiştir (Yalçın 2000, Dolaz ve ark. 2002).

Sevilerek tüketilen bir baharat olan sumak, birçok mahalli ve etnik yemekte aroma ve lezzetin yanı sıra ekşilik ve renk vermek amacıyla da kullanılmaktadır. Ayrıca ekonomik anlamda yaprak ve meyvelerinden farklı alanlarda da yararlanıldığı ifade edilmiştir. *Rhus coriaria*'dan edilen tanenlerin gıda (bira), farmasötik ve deri endüstrisinde kullanıldığı bildirilmektedir (Verzele ve ark.1985).

Bu alışma, dünyada çok az bölgede ve ülkemizde de genellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yetişmekte olan sumakın, antimikrobiyel etkilerini belirlenmek üzere planlanmıştır. Baharatın farklı ekstraktlarının, gıda sanayi için sorun yaratan ve hastalık etmeni olan bakteri, maya ve küfler üzerindeki inhibisyon etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca her bir ekstraktın, test mikroorganizmaları için Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu (MİK) ve Minimum Bakterisidal (MBK) Konsantrasyonu veya Minimum Fungisidal Konsantrasyonunun (MFK) belirlenmesi hedeflenmiştir.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Tarımsal ürünlerin üretiminden tüketime kadar geçen işlem aşamalarında mikroorganizmalarla kontamine olma riski oldukça yüksektir. Mikrobiyel gelişim, üründe bozulmalara ve sonuç olarak nitelik ve niceliğinde kalite kayıplarına neden olmaktadır (Soliman ve Badeaa 2002). Gıda kaynaklı hastalıkların oluşumu; bakteri, maya, küf ve virüs gibi patojen mikroorganizmalarla bulaşmış gıdanın tüketimi ile gerçekleşmektedir (Vattem ve ark. 2004). Bunun yanı sıra, tüketim öncesi ürünlerin uygun olmayan depolama koşullarında muhafazasının, patojen mikroorganizma yükü artışında önemli bir faktör olduğu bildirilmiştir. Gıdalarda mikrobiyel gelişimin kontrol altına alınması, halk sağlığı ve ekonomik kayıpların önlenmesi açısından son derece önemlidir (Madigan ve ark. 1997, Tepe ve ark. 2004).

Her yıl tahmin edilen 76 milyon gıda zehirlenmesinin 325.000'i hastanede tedavi edilmekte ve 5000'i ölümlle sonuçlanmaktadır. Yapılan istatistiksel çalışmalar, zehirlenmelerinin %70'nin mikrobiyel kaynaklı olduğunu göstermektedir (Badrie ve ark. 2006, Baş ve ark. 2006). ABD'de yapılan bir çalışmada, gıda zehirlenmelerinin %75'ne bakteriyel patojenlerin neden olduğu ve bunlar arasında *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* ve *Escherichia coli*'nin en sık karşılaşılan (%86) bakteriler olarak belirlendiği ifade edilmiştir. Bunun yanı sıra zehirlenmelerde ikinci sırayı *Bacillus cereus*, *Shigella* spp. ve *Staphylococcus aureus*'un aldığı açıklanmıştır. Kanada'da et ve ürünlerinin neden olduğu, gıda kaynaklı hastalıkların maliyetinin yıllık 500 milyon dolar olarak tahmin edildiği bildirilmiştir (Gaulin ve ark. 2002, Prado ve ark. 2002, Di Pietro ve ark. 2004, Branham ve ark. 2005, Hall ve ark. 2005, Oussalah ve ark 2007).

Gıda sanayinde sorunlara yol açan ve yüksek oranda ürün kayıplarına neden olan maya ve küflerin, kontaminasyonlarının ve gelişimlerinin önlenmesi gerekmektedir. Belirtilen mikroorganizmaların, genellikle düşük pH ve koruyucu içeren ürünlerde, bakterilere kıyasla daha dayanıklı oldukları bilinmektedir. Mayaların genellikle meyve, meyve suyu, sebze ve süt ürünlerinde sorun yarattığı ifade edilmektedir (Fleet 1992, Deak ve Beuchat 1996). Söz konusu mikroorganizmaların gıdalardaki etkilerine bir başka açıdan bakıldığında; çeşitli fermente gıdaların üretimi için zorunlu olan *S.*

*cerevisiae* ile benzer şekilde geleneksel peynirlerin olgulaşma sürecinde önemli etkilere sebep olan bazı *Pichia* ve *Kluyveromyces* türlerinin, belirtilen ürünler dışında gelişimlerinin önlenmesi gerekmektedir (Gardini ve ark. 2006). Yapılan bir çalışmada, meyve konsantrelerinden *Candida* spp., *Kloeckera* spp., *Kluyveromyces marxianus*, *Pichia anomala*, *Saccharomyces* spp.'nin izole edildiği bildirilmiştir (Maimier ve Busse 1992). Özellikle *Saccharomyces cerevisiae*'nin meyve suyu ve konsantresi ile meyveli içeceklerde baskın tür olduğu açıklanmıştır (Deak ve Beuchat 1993). Süt ürünlerinde sorun yaratan mayaların belirlendiği bir başka araştırmada ise *S. cerevisiae*, *P. anomala* ve *K. marxianus*'un sıklıkla karşılaşılan türler olduğu belirlenmiştir (Mayoral ve ark. 2005). Bölgemiz açısından önem taşıyan siyah zeytinin doğal fermentasyonla üretiminde, mayaların başlangıç aşamasında bulanabildiği ve mayalar arasında yaygın olarak *P. anomala*'nın varlığından söz edilmektedir (Coton ve ark. 2006). Bunun yanı sıra birçok maya türünün de gıdalarda bozulma etkeni olarak karşımıza çıktığı bilinmektedir. Yakın geçmişe kadar sadece neden oldukları ekonomik kayıplar yönüyle düşünülen küf sorunu, oluşturdukları toksik etkili ikincil metabolitlerin fark edilmesiyle bir başka boyut kazanmıştır. Mikotoksin olarak adlandırılan bu metabolitlerin vücuda alınmasıyla meydana gelen hastalıklar mikotoksikozis olarak adlandırılmaktadır. Mikotoksinler çeşitli organ, doku ve canlılarda önemli mikotoksikozlara neden olmaktadır. Bunlar kanserojenik, mutajenik, teratojenik (kusurlu oluşum), tremorjenik (istem dışı titreme), hemerolijik (kanama yapıcı), nefrotoksik (böbrek dokusunu parçalayıcı) ve hepatotoksik etkiler olup, karaciğer, kas, sinir dokularında ve hormon sisteminde önemli kronik zararlanmalar yaparlar ve zaman zaman akut ölümcül etkileri görülebilmektedir. Mikotoksinlerin en önemli özellikleri vücutta biriken (kümülatif) toksitesisi olması ve zamana bağlı olarak geri dönüşümü olmayan lezyon ve sekeller bırakmasıdır (Topal 1996, Bennett ve Klich 2003, Wangikar ve ark. 2005).

En önemli mikotoksin üreticisi küflerin *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Alternaria* cinslerine ait türler olduğu ifade edilmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda yeni mikotoksin çeşitlerinin bulunmasıyla 400'e yakın mikotoksinin varlığından söz edilmektedir. Bunlardan en önemlileri; aflatoksinler, okratoksin A, patulin, penisilik asit, sitrinin, zearalenon ve trikotesenler olarak gösterilebilir. Kanserojenik etkiye sahip olduğu kanıtlanmış aflatoksinlerin *Aspergillus flavus* ve *A. parasiticus* tarafından sentezlendiği bilinmektedir. Bunun yanı sıra, *Penicillium*

*roqueforti*, *Alternaria alternata*, *Aspergillus niger* ve *Fusarium semitectum*'un sırasıyla rokfortin C, PR-toksin, alternariol, okratoksin A, trikotesen tip A ve zearalenon gibi önemli mikotoksinleri oluşturma yeteneğinde olduğu belirtilmektedir (Marasas ve ark. 1984, Delgado ve Gomez-Cordoves 1998, Rundberget ve ark. 2004, Bau ve ark. 2005). Yukarıda bildirilen söz konusu küf, maya ve bakteri türlerinin insan sağlığını bu denli tehdit etmesi ve ekonomik olarak da ciddi kayıplara yol açması, araştırmada deneme materyali olarak tercih edilmesinde etken olmuştur.

Endüstride gıdaların raf ömrünün uzatılması ve risk oluşturan mikroorganizmaların engellenmesi amacıyla koruyucu kullanımı yaygındır. Ancak günümüzde tüketici, katkısız veya düşük oranda kimyasal koruyucu içeren ürünleri tercih etmektedir. Tüketicilerin bu taleplerini yerine getirmek amacıyla, doğal antimikrobiyellerin kullanımı giderek önem kazanmıştır. Yapılan araştırmalar, baharat ve esansiyel yağlar ile tıbbi bitkilerin antimikrobiyel bileşikler içerdiğini ve mikroorganizmaların neden olduğu sağlık riskleri ile ekonomik kayıpları azaltmada kullanılabileceğini göstermektedir (Conner 1993, Dorman ve Deans 2000, Burt ve Reinders 2003).

Antimikrobiyel aktivitesi olduğu bilinen sumakın, ülkemizde derici (*R. coriaria* L.) ve boyacı sumağı (*R. cotinus* L.) olmak üzere iki türünün bulunduğu ifade edilmiştir (Başoğlu ve Cemeroğlu 1984). Baharat olarak kullanılan türün *R. coriaria* L. olduğu belirtilmiştir (Akgül, 1993). *Anacardiaceae* familyasına bağlı, 1-3m boyunda çalı veya ağaççık şeklinde olan bitkinin, genç dalları koyu kahverengi ve tüylüdür. Yaprakları 9-15 mm testere kenarlı, retaları (taç yaprakları) ise yeşilimsi beyaz ve 3-4.5mm boyutundadır. Meyveleri 4-7mm büyüklükte, yuvarlak veya hafif basık mercimek şeklindedir; tek tohumludur. Basık, böbrek şekilli gri, kahverenginde son derece sert bir taş çekirdeği vardır. Çekirdek etrafını, ekşi ve hafif baharatımsı lezzette, koyu kıvamlı bir özsuyu içeren meyve eti sarar. Meyveler olgunlaşınca esmer kırmızı renkli olup üzeri tüylüdür. Kuru, taşlı ve kayalık yerlerde, çalılıklarda, yol kenarlarındaki yamaçlarda ve ormanlık yerlerde 600-1900 m yüksekliğe kadar yetişir. Haziran-Temmuz aylarında çiçek açar ve yabancı tohum veya çelikle çoğaltılabilir (Davis 1967, Başoğlu ve Cemeroğlu 1984, Akgül, 1993).

Genel coğrafi dağılımı Akdeniz ülkeleri ve Kanarya adaları, doğuda İran ve Afganistan'a kadar uzanır. Ülkemizde Akdeniz, Ege, Güneydoğu Anadolu, Kuzey



Anadolu, Trakya ve İç Anadolu bölgelerinde yayılış gösterir (Başoğlu ve Cemeroğlu 1984, Koyuncu ve Köroğlu 1991).

Sumakın genellikle İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu'da yaygın olarak birçok geleneksel yemeğin lezzet unsuru olarak kullanılmasının yanı sıra, sulu ekstraktının halk hekimliğinde kullanıldığı belirtilmektedir (Güvenç ve Koyuncu 1994). Günümüzde sumak gibi birçok baharat ve tıbbi bitkiden, alternatif tıp adı altında hastalıkların tedavisini desteklemek amacıyla yararlanıldığı bilinmektedir. Özellikle son yıllarda hastalık etmeni mikroorganizmaların mevcut antibiyotiklere olan direncinin artması, yeni antimikrobiyel maddelerinin araştırılması konusunu gündeme getirmiştir. Bitkilerde bulunan birçok maddenin, kendisini bitki patojenine karşı koruduğu düşünüldüğünde, bitkilerin yeni potansiyel antimikrobiyel kaynaklar olabileceği fikrini uyandırmaktadır. Bitkilerden elde edilen temel antimikrobiyel bileşik gruplarının; basit fenoller ve fenolik asitler; kinonlar; flavonlar, flavonoidler ve flavonoller; tanenler; terpenoidler ve uçucu yağlar; alkaloidler; lektinler ve polipeptitler ve diğer fitokimyasallar olduğu ifade edilmektedir (Cowan 1999).

*Rhus coriaria* L.'nin meyve ve yapraklarındaki fenolik bileşikler, özellikle tanen içeriği ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Suriye kökenli *Rhus coriaria* L. üzerine yapılan bir araştırmada, sumak yapraklarının birincil polifenolik bileşik olarak; gallotanin, flavonoid glikozitlerden; isoquersetin ve myrisitrin, bunların yanı sıra gallik asitin metil ve etil esterlerini, m-digallik ve ellajik asidi içerdiği belirtilmiştir. Ayrıca çalışmada metil gallatin izolasyonu ve tanımlanmasının da yapıldığı ifade edilmiştir (El-Sissi ve ark. 1971, El-Sissi ve ark. 1972).

Güvenç ve Koyuncu (1994), Artvin ve Mersin yörelerinden alınan sumak meyve ve yapraklarında antrakinin, kumanin, alkaloid, flavonoid, antosiyanin, kardiyak gliseroller, saponin, tanen (kateşik, gallik), uçucu ve sabit yağ belirlenmesi üzerine bir inceleme yapmışlardır. Yaprak ve meyvelerde flavonoid, gallotanin ve uçucu yağ bulunduğunu, sadece perikarpın hem antosiyanin hem de sabit yağ içerdiğini belirlemişlerdir. Tohumlarında ise sadece sabit yağ bulunduğu açıklanmıştır. Artvin örneklerinde tanen ve antosiyaninlerin fazla olduğu belirtilmişken, Mersin örneklerinde ise uçucu yağ ve sabit yağların diğerine oranla daha fazla bulunduğu ifade edilmiştir.

Sumak meyvesinin perikarbinin Artvin örneğinde %11, Mersin örneğinde %8 oranlarında tanen içerdiği ve bu tanenlerin gallik tanen olduğu, sumak meyvesinde kateşik tanen olmadığı belirtilmiştir.

Sumak meyvesindeki fenolik bileşiklerin belirlenmesi amacıyla Koşar ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada, metanol, etil asetat ve su ekstraktları kullanılmıştır. Aynı zamanda etanol, metanol ve %50'lik aseton kullanılarak fraksiyonlama yapıldığı ve geri kazanımı %75 olan fraksiyonlamada 10 fraksiyon elde edildiği ifade edilmiştir. Elde edilen fraksiyonların fenolik asit miktarları ve verimleri sırasıyla Çizelge 2.1 ve Çizelge 2.2'de verilmiştir.

**Çizelge 2.1.** Sumak Fraksiyonlarında Bulunan Fenolik Asitlerin Miktarları (Koşar ve ark. 2006).

Fraksiyon	Gallik asit*	Protokateşik asit*	p-OH-benzoik asit*	Vanilik asit*	Toplam Fenolik asit*
1	1.52	0.04	0.09	0.05	1.70
2	4.14	0.41	0.81	0.19	5.55
3	4.13	0.27	0.59	-	4.99
4	4.77	0.21	0.48	-	5.46
5	0.15	0.08	0.35	-	0.58
6	0.12	-	-	-	0.12

\*g /100g<sub>ekstre</sub>

Sumak bileşiminde yer alan gallik ve elajik asit, kuarsetin, isokuarsetin, kuarsitrin myrisetin, myrisitrin ve tanen sebebiyle antibakteriyel, antiviral, antifungal, anti-candidal, antiülser, antiseptik, antihepatoksik etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Duke ve ark. 2003, Candan ve Sökmen 2004, Giancarlo ve ark. 2006, Gülmez ve ark. 2006).

**Çizelge 2.2.** Sumak Meyvelerinden Elde Edilen Ekstre ve Fraksiyonların Verimleri ve Toplam Fenol Miktarları (Koşar ve ark. 2006).

<b>Ekstreler ve Fraksiyonlar</b>	<b>(g<sub>ekstre</sub> /100g)*</b>	<b>Toplam Fenol (mg /g<sub>ekstre</sub>)</b>
<b>Metanol Ekstresi</b>	29.77	171.69 ± 2.41
<b>Etilasetat Ekstresi I</b>	5.86	540.65 ± 9.42
<b>Su Ekstresi</b>	15.68	5.15 ± 1.11
<b>Etilasetat Ekstresi II<sup>**</sup></b>	8.07	305.21 ± 2.83
<b>A1</b>	0.217	5.00 ± 1,96
<b>A2</b>	0.943	0.00 ± 0.00
<b>A3</b>	0.711	0.00 ± 0.00
<b>A4</b>	2.31	142.89 ± 2.35
<b>A5</b>	0.245	46.24 ± 4.25
<b>A6</b>	0.405	85.86 ± 1.57
<b>A7</b>	0.455	76.32 ± 7.98
<b>A8</b>	0.346	183.85 ± 3.02
<b>A9</b>	1.54	346.70 ± 2.12
<b>A10</b>	0.317	546.81 ± 4.56

\*Verimler kuru drog üzerinden hesaplanmıştır.

\*\* Drog hidroliz edildikten sonra etil asetat ile elde edilen ekstrakt.

Son yıllarda, baharat ekstraktlarının antimikrobiyel etkilerinin incelendiği çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Ancak sumakın dünyada belli bölgelerde yetişebilir olması ve çok bilinen bir bitki olmaması nedeniyle, yapılan kaynak taramalarında bu konuya dair incelemelerin çok sınırlı olduğu belirlenmiştir. Araştırmaya ışık tutması açısından, diğer baharat çeşitlerinin antimikrobiyel özelliklerinin belirlendiği çalışmaların da irdelenmesi gerektiği düşünülmektedir. Bu amaçla aşağıda öncelikli olarak sumak ile ilgili araştırmalara yer verilirken, farklı baharatların yer aldığı çalışmalara da değinilecektir.

Sumakın metanol ekstraktının *Aspergillus parasiticus* NRRL2999 suşu üzerindeki etkisi, Özcan ve Akgül (1998) tarafından araştırılmıştır. Belirtilen ekstraktın misel gelişimini teşvik ettiği bildirilmiştir. Ancak, bu konudaki çalışmaların farklı küf türleri

ve sumakın farklı çözücülerden elde edilmiş ekstraktlar ile denenmesi konusundaki çalışmalara ihtiyaç duyulduğu ifade edilmektedir.

Ekmeklerden izole edilen küfler arasında yer alan *Penicillium commune*, *P. roqueforti*, *Aspergillus flavus* ve *Endomyces fibuliger*'e karşı baharat uçucu yağları ve oleozinlerinin kullanıldığı çalışmada, hardal uçucu yağının en kuvvetli etkiyi gösterdiği, bunu tarçın, sarımsak ve karanfilin izlediği saptanmıştır. Vanilya uçucu yağının belirtilen küflere karşı etki göstermediği belirlenmiştir (Nielsen ve Rios, 2000).

Mikotoksijenik küflerden olan *Aspergillus parasiticus*, *A. ochraceus*, *A. flavus* ve *Fusarium moniliforme*'nin gelişimini engellemede Soliman ve ark. (2002), çeşitli bitki ekstraktlarından yararlanmışlardır. 12 farklı bitkiden kekik ve tarçının 500 ppm, kadife çiçeğinin 2000 ppm, fesleğenin ise 3000 ppm dozunda test küflerinin tamamını engellediği belirtilmiştir. Farklı bitkilerin *Aspergillus parasiticus* ve *Fusarium moniliforme* gelişimine etkisinin incelendiği benzer bir çalışmada, tarçının belirtilen küfler üzerinde güçlü bir engelleyici etki gösterdiği ve bunu mercanköşkün takip ettiği belirtilmiştir (Juglal ve ark., 2002).

Belhattab ve ark. (2004), *Origanum glandulosum*'un farklı ekstraktlarının (hekzan ve kloroform) ve uçucu yağının antifungal etkisini incelemişlerdir. Disk difüzyon ve makrodilüsyon metodunun uygulandığı çalışmada, test mikroorganizmaları olarak *Aspergillus flavus*, *A.niger*, *A.fumigatus*, *Penicillium expansum*, *Fusarium solani*, *Ulocladium spp.*, *Trichophyton rubrum*, *Microsporum canis*, *Pityrosporum orbicular* ve *Candida albicans*'ın kullanıldığı bildirilmiştir. Denemedeki uçucu yağ ve ekstraktların, tüm maya ve küflere karşı engelleyici etki gösterdiği açıklanmıştır. Uçucu yağın en iyi etkiyi *P. expansum*'a gösterdiği bildirilmişken, hekzan ve kloroform ekstraktlarına en duyarlı mikroorganizmaların *P. expansum* ve *F. solani* olduğu belirtilmiştir.

Ortadoğu ülkeleri için önem taşıyan 15 farklı bitkinin antibakteriyel aktivitesinin belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada, 14 patojenik bakteri türü kullanılmıştır. Araştırmacılar adi nar ağacı (*Punica granatum* L.), yeşil himalaya meşesi (*Quercus infectoria* Olive) ve sumakın (*Rhus corioria* L.) geniş bir antibakteriyel etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Bakteriler arasında *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus cereus*

ve *Streptococcus pyogenes* (ATCC 12351)'in en duyarlı mikroorganizmalar olduğu, en dirençli türlerin ise *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Shigella dysenteriae* (ATCC 49345) ve *Yersinia enterocolitica* (ATCC 9610) olarak belirlendiği ifade edilmiştir. Bu bitkilerin ortak bileşiklerinin tanen olduğu ve antibakteriyel etkinin tanenlerden kaynaklandığı bildirilmiştir (Nimri ve ark.1999).

Arora ve Kaur (1999) sarımsak, zencefil, karabiber ve karanfilin antimikrobiyel etkilerini araştırmışlardır. Antibakteriyel aktivitenin tayini için; *Staphylococcus aureus* MTTC 87, *S. epidermidis* MTTC435, *Enterobacter aerogenes* MTTC 111, *E. coli* MTTC 118, *Pseudomonas aeruginosa* MTTC 1034, *Salmonella typhi* MTTC 531, antifungal etkide ise *Candida albicans* MTTC 183, *C. apicola* MTTC 1445, *C. acutus* MTTC 536, *C. tropicalis* MTTC 184, *Rhodotorula rubra* MTTC 248, ve *Trignopsis variabilis* MTTC 256'nın deney mikroorganizması olarak kullanıldığı belirtilmiştir. Denenen baharat çeşitleri arasından sarımsak ve karanfilin antimikrobiyel etkisinin yüksek olduğu ifade edilmektedir. Sarımsak ekstraktının 1 saatlik inkübasyon süresince *S. epidermis*'in %93'ünü engellediği, *Salmonella typhi*'ye ise aynı etkiyi 3 saat içinde gösterdiği açıklanmıştır. Mayalar üzerinde sarımsak ekstraktının öldürücü etkiyi gösterebilmesi için 1 saatlik sürenin yeterli olduğu, karanfil ekstraktının ise aynı etkiyi 5 saat içinde gerçekleştirebildiği bildirilmektedir.

Uçucu yağlar ve bitki ekstraktlarının antimikrobiyel aktivitesinin incelendiği benzer bir çalışma Hammer ve ark. (1999), tarafından yapılmıştır. 52 bitki esansiyel yağı ve ekstraktının *E. coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella tyhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans* türleri üzerindeki etkilerinin incelendiği belirtilmiştir. En güçlü engelleyici etkiyi kekiğin gösterdiği, en düşük konsantrasyonda (%0.03) *E. coli* ve *C. albicans*'ın gelişimini önlediği bildirilmiştir. Araştırmacılar bu çalışmanın sonucunda bitki ekstraktları ve esansiyel yağlarının koruyucu ve farmakolojik etkiye sahip olabileceğini bildirmektedirler.

İnsan sağlığı açısından önem taşıyan bakterilerden olan *Staphylococcus aureus* ve *Salmonella enteritidis*'in önlenmesi amacıyla nane uçucu yağının denendiği bildirilmiştir. Gelişme ortamında %0.1'den daha az konsantrasyonda ve glikoz varlığında streptokok enterotoksin B oluşumun önlediği, ancak *Salmonella enteritidis* üzerinde çok etki göstermediği açıklanmıştır (Tassou ve ark.2000).

Ülkemizde yetişmekte olan 7 çeşit tıbbi bitki ve baharatın – sumak (*Rhus coriaria*), iki farklı tür karabaş otu (*Stachys annua*, *Stachys pumilia* Banks), defne (*Laurus nobilis*), bir çeşit soğansı bitki olan *Allium neapolitanum*, adaçayı (*Salvia viridis*), tütün (*Nicotina rustica*) - antifungal ve antibakteriyel aktiviteleri Digrak ve ark. (2001) tarafından incelenmiştir. Test kültürü olarak *Bacillus megaterium* DSM 32, *Bacillus brevis* FMC 3, *Bacillus subtilis* IMG 22, *Bacillus cereus* FMC 19, *Escherichia coli* DM, *Enterobacter aerogenes* CCM 2531, *Pseudomonas aeruginosa* DSM 50071, *Staphylococcus aureus* Cowan 1, *Listeria monocytogenes* Scott A, *Micrococcus luteus* LA 2971, *Candida tropicalis* ve *Candida albicans* CCM 314'ün seçildiği belirtilmiştir. Sonuç olarak en güçlü antimikrobiyel etkinin sumakla gerçekleştiği ifade edilirken, özellikle bakteri inhibisyon zonununun 35-51 mm aralığında olduğu açıklanmıştır.

Sumakın su, aseton ve alkol ekstraktının bazı bakteriler (*Aeromonas hydrophila*, *Bacillus megaterium*, *Corynebacterium xenosis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Micrococcus luteus*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* ve *Staphylococcus aureus* Cowan 1) üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada, antimikrobiyel etkiye en fazla olan aseton ekstraktın sahip olduğu belirtilmiştir. Belirtilen ekstraktın, *Bacillus megaterium*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* Cowan 1, *Micrococcus luteus*, *Corynebacterium xerosis* ve *Pseudomonas aeruginosa*'ye karşı engelleyici aktivite gösterdiği ve zon çapı aralığının 16-22 mm olduğu ifade edilmiştir (Dolaz ve ark. 2002).

Sağdıç ve Özcan (2003), içinde sumakında bulunduğu 16 farklı Türk baharat ekstraktının antibakteriyel aktivitesini belirlemişlerdir. Test mikroorganizması olarak *Bacillus amyloliquefaciens* ATCC 23842, *B. brevis* FMC 3, *B. cereus* FMC 19, *B. subtilis* var. *niger* ATCC 10, *Enterobacter aerogenes* CCM 2531, *Escherichia coli* ATCC 25922, *E. coli* O:157: H7 ATCC 33150, *Klebsiella pneumoniae* FMC 5, *Proteus vulgaris* FMC 1, *Salmonella enteritidis*, *S. typhimurium*, *Staphylococcus aureus* ATCC 2392, *S. aureus* ATCC 28213, *Yersinia enterocolitica* ATCC 1501 kullanılmıştır. En etkili baharatın mercanköşk olduğu, denenen tüm mikroorganizmalar üzerinde engelleyici özelliğe sahip olduğu belirtilirken, anason ve siyah kekiğinde birçok bakteri üzerinde aynı etkiyi gösterdiğini tespit etmişlerdir. Disk difüzyon metodu kullanılan bu

çalışmada, sumakın su ekstraktının (50g/500mL) belirtilen bakteriler üzerinde inhibisyon etki göstermediği bildirilmiştir.

Baharatın sulu ekstraktının salata sosu ve yemeklerde kullanıldığı düşünülerek, özellikle su ekstraktının patojen bakteriler üzerindeki antibakteriyel aktivitesi Nasar-Abbas ve Halkman (2004) tarafından incelenmiştir. Sumakın % 0.1, 0.5, 1.0, 2.5 ve 5.0'lık ekstraktlarının çoğunluğu gıda kaynaklı 12 bakteri (6 Gram-negatif, 6 Gram-pozitif) üzerinde denendiği bildirilmiştir. Ekstraktların nötralize edilmiş ve edilmemiş olarak iki şekilde denendiği de belirtilmiştir. Gram-pozitif bakterilerden *Bacillus* türleri (*B. cereus*, *B. megaterium*, *B. subtilis* ve *B. thuringiensis*) en duyarlı türler olduğu, bunu *S. aureus*'un takip ettiği, *L. monocytogenes*'in ise en dirençli bakteri olduğu açıklanmıştır. Gram-negatif bakteriler içinden *Salmonella enteritidis*'in en dirençli tür olduğu, bunu *E. coli* tip I, *E. coli* O157:H7, *Proteus vulgaris* ve *Hafnia alvei*'nin takip ettiği, en duyarlı bakterinin ise *Citrobacter freundii* olduğu belirtilmektedir. Aynı araştırmacılar bir başka çalışmada, bu kez sumak'ın alkol ekstraktını (% 0.1, 0.5, 1.0, 2.5 ve 5.0) aynı Gram-negatif ve Gram-pozitif bakteri (12 adet) üzerinde denemişlerdir. Alkol ekstraktının test edilen tüm bakteriler karşı etkili olduğu, Gram-pozitiflerin, Gram-negatiflere oranla daha duyarlı olduğu belirlenmiştir. Su ekstraktı sonuçları ile kıyaslandığında; alkol ekstraktının da aynı türler üzerinde benzer duyarlılık gösterdiği (en duyarlı ve en dirençli türlerin aynı olduğu ifade edilmiştir), sadece Minimum İnhibisyon Konsantrasyonlarında farklılık gözlemlendiği belirtilmiştir (Nasar-Abbas ve ark. 2004).

Ülkemiz için önem taşıyan 7 bitkiye (*Rhus coriaria*, *Melissa officinalis*, *Mentha piperita*, *Laurus nobilis*, *Dianthus caryophyllus*, *Piper nigrum*, *Capsicum annum*, *Juniperus oxycedrus*, *Erica arborea*, *Colutea arborescens* ve *Cuminum cyminum*) ait etil alkol ekstraktlarının antimikrobiyel aktivitesi, Ertürk (2006) tarafından araştırılmıştır. Antibakteriyel etkinin belirlenmesinde agar dilüsyon metodunun uygulandığı ve deneme materyali bakteri olarak, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis*, *Escherichia coli* ve *Pseudomonas aeruginosa*'nın kullanıldığı bildirilmiştir. Antifungal aktivite ise, disk difüzyon ve agar difüzyon yöntemi ile *A.niger* ve *C. albicans* üzerinde denenmiş ve bakteriler arasından *S. aures*'un en düşük MİK değerine sahip olduğu (12.5 mg/mL), diğer bakterilerin ise 15 mg/mL konsantrasyonda MİK değerine ulaştığı ifade edilmiştir. *A.niger* ve *C. albicans*

inhibisyon zonlarının sırasıyla 15 ve 16 mm olarak kaydedildiği, diğer taraftan MİK düzeyinin ise eşit olduğu (15 mg/mL) açıklanmıştır.

Günümüzde farklı baharat ekstraktlarının belli oranlarda karıştırılarak ortak etkilerinin belirlenmesi ile ilgili çalışmalar yürütülmektedir. Bu amaçla *Rhus coraria* ve *Thymus vulgaris*'un alkol ve metanol ekstraktlarının tek başına ve çeşitli kombinasyonları *B. subtilis* ve *P. aeruginosa*'ya karşı Adwan ve ark (2006) tarafından denenmiştir. Mikroorganizmalar üzerinde denenilen ekstraktların, 100 mg/mL oleozin içerecek şekilde seyreltildiği bildirilmiştir. Araştırmada kullanılan kombinasyonların aşağıdaki şekilde olduğu ifade edilmiştir.

*T. vulgaris* alkol / *R. coriaria* alkol ekstraktı (1:1)

*T. vulgaris* metanol/ *R. coriaria* metanol ekstraktı (1:1)

*T. vulgaris* alkol / *R. coriaria* metanol ekstraktı(1:1)

*R. coriaria* alkol / *R. coriaria* metanol ekstraktı(1:1)

Araştırmacılar elde ettikleri sonuçları Çizelge 2.3 ve Çizelge 2.4'de verildiği şekilde bildirmişlerdir. Ekstrakt kombinasyonunun antimikrobiyel etkiyi arttırdığı açıklanmıştır.

**Çizelge 2.3.** Farklı İki Bitki Ekstraktlarının Bakteriler Üzerindeki İnhibisyon Zon Çapları(mm) (Adwan ve ark. 2006).

	<i>B. subtilis</i>			<i>P. aeruginosa</i>		
	Su	Metanol	Alkol	Su	Metanol	Alkol
<i>T. vulgaris</i>	10	13	16	6	6	6
<i>R. coriaria</i>	16	22	23	10	15	16



**Çizelge 2.4.** Kombine Bitki Ekstraktlarının Bakteriler Üzerindeki İnhibisyon Zon Çapları (mm) (Adwan ve ark. 2006).

Bitki	Ekstrakt kombinasyonu	<i>B. subtilis</i>	<i>P. aeruginosa</i>
<i>T. vulgaris</i> / <i>R. coriaria</i>	Alkol / Alkol	20	21
<i>T. vulgaris</i> / <i>R. coriaria</i>	Metanol / Metanol	19	21
<i>T. vulgaris</i> / <i>R. coriaria</i>	Alkol / Metanol	19	20
<i>R. coriaria</i> / <i>R. coriaria</i>	Alkol / Metanol	19	21
Tetracycline (30 µg)		14	12
Steril su		-	-

:- Engelleme yok

Kuete ve ark. (2006), etken maddesi tanen olan *Tridesmostemon omphalocarpoides* (*Sapotaceae*) bitkisinin metanol ekstraktı ile çalışmışlardır. Test mikroorganizmaları olarak *Escherichia coli*, *Shigella dysenteriae*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus vulgaris*, *Klebsiella pneumoniae*, *Streptococcus faecalis*, *Salmonella typhi*, *Candida albicans* ve *Candida krusei*'nin kullanıldığı bildirilmiştir. Sonuç olarak, bitkinin metanol ekstraktının çalışmada kullanılan tüm mikroorganizmalar etki ettiği ve belirgin bir antikandidal ve antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu açıklanmıştır. Bitkinin fitokimyasal analizinin de yapıldığı çalışmada, aktif bileşenlerden tanenin yanı sıra polifenoller ve fenoller, alkaloidler, steroidler ve flavonoidlerin de bulunduğu ifade edilmiştir.

Ülkemizde Ege ve Akdeniz Bölgesinde yaygın olarak yetişmekte olan biberiye'nin (*Rosmarinus officinalis*) uçucu yağ ve metanol ekstraktının antimikrobiyel aktivitesi Yeşil Çeliktas ve ark. (2007) tarafından araştırılmıştır. Disk difüzyon ve tüp seyreltme metodunun denendiği çalışmada *Staphylococcus aureus*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus subtilis* ve *Candida albicans*'ın söz konusu bitkiye olan direnç ve duyarlılıklarının belirlendiği ifade edilmiştir. Sonuçta tüm test mikroorganizmalarının uçucu yağa karşı oldukça duyarlı olduğu, metanol ekstraktının ise zayıf antimikrobiyel karakterde olduğu açıklanmıştır.

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

Tez materyalini oluşturan sumak, hasat dönemi olan Ağustos-Eylül aylarında Gaziantep'ten temin edilmiştir.

Sumak'ın antimikrobiyel etkisinin belirlenmesi amaçlanan bu çalışmada, kullanılan test mikroorganizmaları ve temin edildiği kaynaklar Çizelge 3.1, Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3'te verilmiştir.

#### **3.2. Yöntem**

##### **3.2.1. Bitki Ekstraktlarının Hazırlanması ve Sterilizasyonu**

Salkım halinde laboratuvara getirilen sumak meyveleri, odun kısmından ayrılarak temizlenmiştir. Ardından meyve içindeki çekirdekler çıkarılmış ve baharat olarak değerlendirilen koyu kırmızı renkli perikarp kısımları kullanılmıştır. Öğütülmüş sumaktan 100 g alınarak, farklı çözücüler (aseton, dietil eter, etil alkol, etil asetat, kloroform, metanol ve su) ile soxhlet yöntemi kullanılarak 6 saat süre ile ekstrakte edilmiştir. Ayrıca su ile ekstraksiyon işlemi, aynı miktardaki (100g) sumak ile otoklavlama (121°C'de 15 dak.) metodu da denenmiştir. Elde edilen ekstraktlardan su ekstraktı hariç, diğerleri Rotary Evaporatörde vakum altında tutularak, çözücülerini tamamen uzaklaştırılmıştır. Suyun uzaklaştırma işlemi vakumlu etüvde gerçekleştirilmiştir. Koyulaştırma işleminden sonra kalan oleorezinler steril şişelere alınmış, +4°C'de saklanarak kullanılacakları zaman metanol ile seyreltilmiştir (Rauha ve ark 2000, Diğrak ve ark. 2001, Karaman ve ark 2003, Yeşil Çeliktaş ve ark 2007). Sumak ekstraktlarının oleorezin verimleri Çizelge 3.4'de verilmiştir.

Ön denemeler ile belirlenmiş oranlarda seyreltilen oleorezinler, önce kaba filtreden geçirilmiş, ardından membran filtrasyon yöntemi ile sterilize edilmiştir. Bu amaçla, PFA olarak adlandırılan 47 mm çaplı (Cole-Parmer) filtre kullanılmış olup, gözenek çapı 0.45µm ve sartolon poliamid özellikteki filtre kağıdı (Sartorius) tercih edilmiştir (Nimri ve ark. 1999, Şahin ve ark. 2004, Dülger 2005).

**Çizelge 3.1.** Test Materyali Bakteriler ve Temin Edildiği Kaynaklar

<b>Bakteri</b>	<b>Temin edildiği Kaynak</b>
<i>Bacillus cereus</i>	Ankara Üni. Müh. Fak. Gıda Müh. Bölümü
<i>Enterococcus faecalis</i>	Ankara Üni. Müh. Fak. Gıda Müh. Bölümü
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	Uludağ Üni. Tıp Fak.
<i>E. coli</i> ATCC 35218	Uludağ Üni. Tıp Fak.
<i>E. coli</i> O157	Ankara Üni. Müh. Fak. Gıda Müh. Bölümü
<i>E. coli</i> TipI	Ankara Üni. Müh. Fak. Gıda Müh. Bölümü
<i>Listeria monocytogenes</i>	Ankara Üni. Müh. Fak. Gıda Müh. Bölümü
<i>Proteus mirabilis</i>	Ankara Üni. Müh. Fak. Gıda Müh. Bölümü
<i>Salmonella enteritidis</i> ATCC 13076	Uludağ Üni. Tıp Fak.
<i>Salmonella enteritidis</i>	Ankara Üni. Müh. Fak. Gıda Müh. Bölümü
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 33862	Uludağ Üni. Tıp Fak.
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Ankara Üni. Müh. Fak. Gıda Müh. Bölümü

**Çizelge 3.2.** Test Materyali Mayalar ve Temin Edildiği Kaynaklar

<b>Maya</b>	<b>Temin edildiği Kaynak</b>
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	Uludağ Üni. Tıp Fak.
<i>C. oleophila</i>	Uludağ Üni. Ziraat Fak. Bitki Koruma Bölümü
<i>Kloeckera apiculata</i>	Uludağ Üni. Ziraat Fak. Gıda Müh. Bölümü
<i>Kluyveromyces lactis</i>	Uludağ Üni. Fen Fak. Biyoloji Bölümü
<i>K. marxianus</i>	Uludağ Üni. Fen Fak. Biyoloji Bölümü
<i>Metschnikowia fructicola</i>	Uludağ Üni. Ziraat Fak. Bitki Koruma Bölümü
<i>Pichia angusta</i>	Uludağ Üni. Fen Fak. Biyoloji Bölümü
<i>P. anomalo</i>	Uludağ Üni. Fen Fak. Biyoloji Bölümü
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> <sub>1</sub>	Uludağ Üni. Fen Fak. Biyoloji Bölümü
<i>S. cerevisiae</i> <sub>2</sub>	Uludağ Üni. Fen Fak. Biyoloji Bölümü
<i>S.uvarum</i>	Uludağ Üni. Ziraat Fak. Gıda Müh. Bölümü
<i>Schizosaccharomyces pombe</i>	Uludağ Üni. Ziraat Fak. Gıda Müh. Bölümü

**Çizelge 3.3.** Test Materyali Küfler ve Temin Edildiği Kaynaklar

<b>Küf</b>	<b>Temin edildiği Kaynak</b>
<i>Alternaria alternata</i>	Uludağ Üni. Ziraat Fak. Gıda Müh. Bölümü
<i>Fusarium semitectum</i>	Uludağ Üni. Ziraat Fak. Gıda Müh. Bölümü
<i>F. oxysporium</i>	Uludağ Üni. Ziraat Fak. Gıda Müh. Bölümü
<i>Aspergillus fumigatus</i>	Uludağ Üni. Ziraat Fak. Gıda Müh. Bölümü
<i>A.niger</i> ATCC 16604	Uludağ Üni. Ziraat Fak. Gıda Müh. Bölümü
<i>A. niger</i>	Uludağ Üni. Ziraat Fak. Gıda Müh. Bölümü
<i>A. parasiticus</i> <sub>1</sub>	Uludağ Üni. Ziraat Fak. Gıda Müh. Bölümü
<i>A. parasiticus</i> <sub>2</sub>	Uludağ Üni. Ziraat Fak. Gıda Müh. Bölümü
<i>A. oryzae</i>	Uludağ Üni. Ziraat Fak. Gıda Müh. Bölümü
<i>A. versicolor</i>	Uludağ Üni. Ziraat Fak. Gıda Müh. Bölümü
<i>Penicillium chrysogenum</i>	Uludağ Üni. Ziraat Fak. Gıda Müh. Bölümü
<i>P.citrinum</i>	Uludağ Üni. Ziraat Fak. Gıda Müh. Bölümü
<i>P. roqueforti</i>	Uludağ Üni. Ziraat Fak. Gıda Müh. Bölümü

**Çizelge 3.4.** Sumakın Farklı Çözücü Ekstraktlarının Oleorezin Verimi.

<b>Ekstrakt</b>	<b>Verim (%)</b>
Aseton	44.95
Dietil eter	30.75
Etil alkol	46.64
Etil asetat	38.61
Kloroform	30.01
Metanol	41.74
Su <sup>a</sup>	38.47
Su <sup>b</sup>	32.72

<sup>a</sup> Soxhlet yöntemi ; <sup>b</sup> Otoklav yöntemi

### 3.2.2. Test Mikroorganizmalarının Hazırlanması

Bu çalışmada besiyeri olarak; bakteriler için Nutrient Broth ve Agar (NA; NB), maya ve küfler için ise Sabouraud Dekstroz Broth ve Agar (SDB; SDA) kullanılmıştır. Denemeye alınacak bakteri ve mayalar, stok kültürlerinden uygun sıvı besiyerlerine alınarak sırasıyla 37°C ve 30°C’de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır (Chung ve ark. 2004).

Küflerden 24 saatlik kültür eldesinde ise, spor süspansiyonu kullanılmıştır. Bu amaçla yatık kültüre 5 mL steril % 1’lik Tween 80 eklenmiş ve sporların sıvıya geçişi sağlanmıştır. Daha sonra 10 mL steril su ile 3 kez yıkanarak ağız vidalı kapaklı steril şişeye alınmıştır. Spor solüsyonu kullanılıncaya kadar +4°C’de buzdolabında bekletilmiştir. Hazırlanan spor süspansiyonundan 50 mL Sabouraud Dekstroz sıvı besiyerine 1mL ilave edilerek, 30°C’de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Elde edilen genç kültürler denemede kullanılmıştır (Yin ve Tsao 1999, Lopez-Malo ve ark. 2005a).

### 3.2.3. Antimikrobiyel Etkinin Belirlenmesi

#### 3.2.3.1. Disk Difüzyon Yöntemi

Sumak ekstraktlarının test mikroorganizmaları üzerindeki engelleyici etkilerinin belirlenmesinde disk difüzyon yöntemi kullanılmıştır (Nimri ve ark. 1999, Adıgüzel ve ark. 2005, Rangasamy ve ark. 2006, Lee ve ark. 2007). Bu yöntemde, 24 saatlik kültürlerden 0.2 mL alınarak, drigalski spatülü ile Nutrient Agar (bakteri) ve Sabouraud Dekstroz Agar (maya-küf) yüzeyine yayılmıştır. Kullanılan genç kültürlerden her defasında ekim yapılarak, yaklaşık  $10^6$  kob/mL bakteri,  $10^4$  kob/mL maya ve  $10^5$  kob/mL küf içerdiği belirlenmiştir. Steril kağıt diskler (Schleicher & Schvellasoy Disc, 6mm), katı besiyeri üzerine steril koşullarda yerleştirilmiştir. Disk üzerine daha öncesinden seyreltilmiş ekstraktlardan 10 µL damlatılmıştır. Deneme ekstraktları 3 farklı dozda seyreltilmiştir. Ön denemeler ile belirlenmiş olan seyreltme oranları Çizelge 3.5’de verilmiştir. Kontrol olarak steril boş disklere 10 µL metanol damlatılmıştır. Bakteri ve mayalar sırasıyla 37°C ve 30°C’de 24-48 saat inkübasyona bırakılmıştır. Küfler ise 30°C’de 72-96 saat süre ile inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi sonunda kağıt disklerin çevresindeki zon çapları disk çapları da dahil olacak şekilde mm olarak ölçülmüştür. Denemeler 4 tekerrürlü olarak analiz edilmiştir.

**Çizelge 3.5.** Ekstraktların seyreltme oranları ve disk başına düşen oleorezin miktarları.

	Test edilen dozlar		
Bakteri	300 mg/mL (3 mg/disk)	150 mg/mL (1.5mg/disk)	75 mg/mL (0.75mg/disk)
Maya	600 mg/mL (6 mg/disk)	300 mg/mL (3 mg/disk)	150 mg/mL (1.5mg/disk)
Küf	2000 mg/mL (20 mg/disk)	1000 mg/mL (10 mg/disk)	500 mg/mL (5 mg/disk)

#### 3.2.3.2. Tüp Seyreltme Yöntemi ile Minimum İnhibitör Konsantrasyonu (MİK) Belirlenmesi

Minimum inhibitör konsantrasyonun (MİK) belirlenmesinde, tüp seyreltme metodu kullanılmıştır (Chandrasekaran ve Venkatesalu 2004, Mathabe ve ark. 2006, Fazeli ve ark. 2007). Literatürde bildirilen 2 kat seyreltme yöntemi ile ara dozların engelleyici

etkisi gözlenemediğinden, yöntemin geliştirilmesi amacıyla, engelleyici etkisi denenecek ekstrakt dozları sık aralıklar ile uygulanmıştır. Ekstraktlar, metanol ile en yüksek doza seyreltilmiş, daha sonra seri dilüsyonlar hazırlanarak 5mL'lik sıvı besiyerlerine (Bakteri, NB; maya-küf SDB) ilave edilmiştir. Maksimum doz olarak bakteriler için 1000 mg/mL, maya ve küfler için 3000 mg/mL denenmiştir. Deneme materyali mikroorganizmalardan her bir tüp için 50 µL aşılanmıştır. Kontrol olarak sadece metanol içeren tüpler kullanılmıştır. Test tüpleri MİK belirlemede kullanılan sıcaklık ve sürelerde inkübasyona bırakılmıştır. Bulanıklığın görülmediği en düşük konsantrasyon MİK olarak belirlenmiştir.

### **3.2.3.3. Minimum Bakterisidal (MBK) Konsantrasyon ve Minimum Fungisidal (MFK) Konsantrasyon Belirlenmesi**

MİK değerinin belirlendiği tüplerden 0.2 mL alınarak, NA (bakteri) ve SDA (maya-küf) üzerine yayılarak, bakteriler 37°C'de 48 saat, mayalar 30°C'de 48 saat ve küfler ise 30°C'de 72-96 saat inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda mikroorganizma gelişimi olup olmadığı tespit edilmiştir. Gelişmenin olmadığı konsantrasyon Minimum Bakterisidal Konsantrasyon (MBK) ve Minimum Fungisidal Konsantrasyon (MFK) olarak kabul edilmiştir.

### **3.3. İstatistiksel Değerlendirme**

Farklı sumak ekstraktlarının antimikrobiyel etkilerinin belirlenmesi amacıyla, elde edilen inhibisyon zon çaplarına Üç Faktörlü Tesadüf Parselleri Deneme Deseni varyans analizleri uygulanmıştır (Turan 1998). Hesaplamalar Minitab ve MSTAT-C istatistik programları kullanılarak yapılmıştır. Önemlilik testlerinde  $p < 0.01$  olasılık düzeyi esas alınmıştır.

MBC ve MFK sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesinde SPSS 13.0 paket programı kullanılarak Kümeleme Analizi yapılmıştır (Özdamar 2004).

## 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Sumak ekstraktlarının, test mikroorganizmaları üzerindeki engelleyici etkilerinin çözücü ve mikroorganizma türüne göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Elde edilen araştırma sonuçları, antimikrobiyel etkinin belirlendiği yöntem ve mikroorganizma gruplarına göre aşağıda değerlendirilmiştir.

### 4.1. Antimikrobiyel Etkinin Disk Difüzyon Yöntemi ile Değerlendirilmesi

#### 4.1.1. Test Bakterilerine ait Sonuçlar

Sumak ekstraktları, ön denemeler sonucu belirlenmiş konsantrasyonlara (300, 150 ve 75 mg/mL) seyreltilmiş olup, disk üzerine emdirilen 10 µL ekstraktların (3.0, 1.5 ve 0.75 mg/disk) bakteriler üzerindeki inhibisyon zon çapları ölçülerek Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Bu çalışmada ön denemeler sonucu belirlenmiş uygulama dozlarından, en fazla engelleyici etkiye sahip uygulamanın 3.0 mg/disk olduğu, konsantrasyon azaldıkça bu etkinin de azaldığı istatistiksel olarak da belirlenmiştir ( $p < 0.01$ ).

Çizelge 4.1 incelendiğinde; aseton ekstraktının 3.0 mg/disk uygulamasında, inhibisyon zon çapı aralığı 14-20 mm olarak kaydedilmiştir. *E. faecalis* ve *Y. enterocolitica*'nın en büyük zon çapına (20 mm) sahip olmaları nedeniyle aseton ekstraktına en duyarlı türler olarak tanımlanmıştır. Antibiyotiklere karşı dirençli olduğu bildirilen *E. faecalis*'in engellenmesinde sağlanan başarı dikkat çekicidir. Belirtilen dozda, duyarlılık bakımından ikinci sırayı *E. coli* ATCC 259922 ve *S. aureus* ATCC 33862 suşları almıştır. Buna karşılık en dirençli türlerin *B. cereus* ve *L. monocytogenes* (14 mm zon) olduğu gözlenmiştir. Ayrıca test bakterilerinden *E. coli* O157 ve *S. enteritidis* suşlarının inhibisyon zon çaplarının eşit olması (17mm) ile aseton ekstraktına duyarlılıkta benzerlik göstermektedir.

**Çizelge 4.1.** Sumak'ın Farklı Ekstraktlarının Test Bakterileri Üzerindeki İnhibisyon Zon Çapları (mm).

	Aseton			Dietyl eter			Etil alkol			Etil asetat		
	3.0 mg/disk	1.5 mg/disk	0.75 mg/disk	3.0 mg/disk	1.5 mg/disk	0.75 mg/disk	3.0 mg/disk	1.5 mg/disk	0.75 mg/disk	3.0 mg/disk	1.5 mg/disk	0.75 mg/disk
<i>Bacillus cereus</i>	14±1.2*	9±0.8	-	20±1.3	11±1.1	-	13±1.5	10±0.6	9±0.4	14±0.9	9±0.8	-
<i>Enterococcus faecalis</i>	20±1.3	14±1.4	9±0.8	19±1.0	10±0.7	-	21±1.2	15±1.0	11±0.6	18±1.3	13±0.9	11±0.7
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	19±1.0	8±0.9	-	16±0.7	8±0.5	-	11±1.2	8±0.6	-	14±1.1	10±0.3	8±0.6
<i>E. coli</i> ATCC 35218	15±1.5	9±0.5	-	15±1.7	10±1.3	-	13±1.5	9±0.8	-	15±1.0	10±1.0	8±0.5
<i>E. coli</i> O157	17±1.7	9±0.9	-	17±1.3	12±1.1	-	18±1.3	12±1.5	-	18±1.0	9±0.9	8±0.8
<i>E. coli</i> TipI	19±1.8	10±0.8	-	14±1.1	10±1.5	-	10±0.4	-	-	13±0.9	10±0.7	9±0.4
<i>Listeria monocytogenes</i>	14±1.4	11±1.0	8±0.3	22±1.4	11±0.8	-	16±1.0	12±0.8	10±0.4	15±1.1	12±0.9	-
<i>Proteus mirabilis</i>	16±1.5	10±0.3	8±0.4	20±1.2	14±1.0	9±0.3	19±1.1	13±0.9	10±0.3	17±0.9	8±0.8	-
<i>Salmonella enteritidis</i> ATCC 13076	17±1.9	10±0.5	8±0.3	15±0.9	10±0.7	-	19±1.3	13±0.8	9±0.7	16±1.1	10±0.6	9±0.3
<i>Salmonella enteritidis</i>	17±1.3	10±0.8	8±0.5	19±1.1	10±0.5	-	21±1.3	11±0.7	9±0.8	12±11	10±0.7	8±0.5
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 33862	19±1.9	12±0.9	9±0.4	22±2.1	14±1.2	10±0.9	20±1.2	16±0.9	10±0.6	20±0.9	13±0.8	10±0.4
<i>Yersinia enterocolitica</i>	20±1.2	14±0.9	10±0.6	27±2.1	12±0.9	9±0.4	26±1.9	16±0.7	11±0.5	25±1.8	10±0.7	9±0.6

\* ± Standart sapma (n=4)

-: Engelleme yok



Çizelge 4.1 devamı.

	Kloroform			Metanol			Su <sup>a</sup>			Su <sup>b</sup>		
	3.0 mg/disk	1.5 mg/disk	0.75 mg/disk	3.0 mg/disk	1.5 mg/disk	0.75 mg/disk	3.0 mg/disk	1.5 mg/disk	0.75 mg/disk	3.0 mg/disk	1.5 mg/disk	0.75 mg/disk
<i>Bacillus cereus</i>	9±0.6	-	-	16±0.9	12±0.6	10±0.5	16±1.1	10±0.7	-	11±0.9	-	-
<i>Enterococcus faecalis</i>	11±0.8	-	-	19±1.4	16±1.1	12±0.9	10±0.4	-	-	9±0.4	-	-
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	10±0.5	-	-	17±1.0	11±0.8	9±0.5	13±1.0	8±0.4	-	11±0.9	8±0.5	-
<i>E. coli</i> ATCC 35218	8±0.5	-	-	18±1.2	10±0.7	8±0.6	15±1.1	9±0.5	-	10±0.7	-	-
<i>E. coli</i> 0157	8±0.4	-	-	16±1.1	9±0.7	8±0.7	19±1.3	11±0.9	8±0.8	19±1.3	9±0.6	-
<i>E. coli</i> TipI	9±0.6	-	-	14±1.0	12±0.9	8±0.6	18±1.2	9±0.5	-	17±1.0	8±0.4	-
<i>Listeria monocytogenes</i>	10±0.7	-	-	20±1.5	12±1.0	9±0.6	15±0.9	9±0.7	-	13±1.0	8±0.7	-
<i>Proteus mirabilis</i>	9±0.9	-	-	18±1.3	10±0.8	8±0.3	17±1.4	-	-	10±0.7	-	-
<i>Salmonella enteritidis</i> ATCC 13076	9±0.7	-	-	23±1.7	10±0.9	9±0.7	14±1.3	10±0.5	8±0.8	10±0.5	-	-
<i>Salmonella enteritidis</i>	10±0.8	-	-	22±1.6	9±0.8	8±0.5	14±1.1	10±0.7	8±0.7	10±0.8	-	-
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 33862	14±1.0	10±0.8	9±0.7	20±1.7	14±1.3	11±0.9	20±1.5	11±0.7	8±0.9	15±1.0	-	-
<i>Yersinia enterocolitica</i>	15±1.1	10±0.6	8±0.4	24±1.7	13±1.0	9±0.6	24±1.9	12±1.6	8±0.4	20±1.6	11±1.2	-

-: Engelleme yok

<sup>a</sup>: Soxhlet yöntemi<sup>b</sup>: Otoklav yöntemi

Aseton ekstraktının test edilen ikinci dozu (1.5 mg/disk), bakterilerin tamamında inhibisyon etkisi göstermiştir. Zon çapı aralığı 9-14 mm olarak kaydedilmiş ve deneme materyali bakteriler arasından *E. faecalis* ve *Y. enterocolitica*'nın maksimum zon çapına (14 mm) sahip olduğu tespit edilmiştir. Asetonlu örneğin, konsantrasyonu yarıya düşürüldüğünde bile engelleme etkisi göstermesi, söz konusu iki bakteri türüne karşı antibakteriyel etkisinin güçlü olduğunu göstermektedir. Ancak uygulama miktarının düşürülmesi ile *E. coli* suşlarının duyarlılığında ciddi bir azalış gözlenmiştir. *E. coli* ATCC 25922 suşu belirtilen konsantrasyona en dirençli bakteri (8 mm zon) olarak belirlenmişken, direnç bakımından ikinci sırayı 9 mm inhibisyon zon çapı ile *B. cereus*, *E. coli* ATCC 35218, *E. coli* O157 türleri almıştır. Bunun yanı sıra, *E. coli* Tip I, *P. mirabilis* ve her iki *S. enteritidis* suşunun aynı zon çapına (10 mm) sahip olmaları nedeni ile engelleme oranlarının eşit olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

Antibakteriyel özelliği incelenen en düşük dozun (0.75 mg/disk) çok zayıf inhibisyon etkisi gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca, bazı bakteriler (*B. cereus*, *E. coli* ATCC 25922, , *E. coli* ATCC 35218, *E. coli* Tip I) üzerinde belirtilen dozun gelişimi engellemede tamamen yetersiz olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1).

Sumakın dietil eter ekstraktının 3.0mg/disk uygulaması sonucunda, 14-27 mm aralığında inhibisyon zonu oluşumu gözlenmiştir. *E. coli* Tip I'in en düşük zon çapına (14 mm) sahip olduğu, diğer yandan *Y. enterocolitica*'nın maksimum zon çapına (27 mm) ulaştığı kaydedilmiştir. Test edilen on iki bakteri arasından, *L. monocytogenes* ve *S. aureus* ATCC 33862 eşit çapta zon oluşumu (22 mm) göstererek, belirtilen dozdaki dietil eter ekstraktına duyarlılık bakımından ikinci sırayı almıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1'de görülebileceği gibi, dietil eterin 1.5 mg/disk uygulaması en fazla engelleyici etkiyi, *P. mirabilis* ve *S. aureus* ATCC 33862 üzerinde gösterirken (14 mm zon), *E. coli* ATCC 25922 gelişimini durdurmada oldukça zayıf (8 mm zon) bir etki sergilemiştir. Ayrıca düşük miktarının (0.75mg/disk), *P. mirabilis*, *S. aureus* ATCC 33862 ve *Y. enterocolitica* üzerinde inhibisyon aktivitesine sahiptir. Dietil eterin sumaktan ekstrakte ettiği maddelerin tanımlanması ve miktarlarının belirlenmesi, söz konusu bakteriler üzerindeki etkisini açıklamak adına yararlı olacağı düşünülmektedir.

Test ekstraktları arasından etil alkolün, konsantrasyonun 3.0 mg/disk olduğu denemesinde, *E. coli* Tip I üzerinde zayıf antibakteriyel özellik (10 mm zon) gösterdiği saptanmıştır. En iyi inhibisyon etkisinin *Y. enterocolitica* üzerinde (26 mm) gözlenmiş olduğu, bunu *S. enteritidis* ve *E. faecalis* (21 mm) ile *S. aureus* ATCC 33862'nin (20 mm) takip ettiği belirlenmiştir. Söz konusu ekstrakt ve doz denemesinde, *P. mirabilis* ve *S. enteritidis* ATCC 13076'nın eşit çapta zona (19 mm) sahip olduğu, benzer şekilde *B. cereus* ve *E. coli* ATCC 35218 bakteri çiftinin de (13 mm zon) duyarlılıklarının benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Bu çalışmada, etil alkol konsantrasyonu düştükçe bazı bakteriler üzerindeki antibakteriyel aktivitesini yitirdiği belirlenmiştir. 1.5 mg/disk uygulamasının *E. coli* Tip I üzerine, 0.75 mg/disk denemesinin ise araştırmada test edilen tüm *E. coli* suşlarına karşı herhangi bir önleyici etki göstermediği kaydedilmiştir. Etil alkol ekstraktında yer alan etken maddelerin, en düşük miktarı ile (0.75 mg/disk) belirtilen bakteri türü üzerinde yeterli etkiyi sahip olamadığı düşünülmektedir. Buna karşın, duyarlılık gösteren türlerin; *E. faecalis* ve *Y. enterocolitica* olduğu gözlenmiştir (11 mm zon).

Denemeye alınan etil asetat ekstraktının, 3.0 mg/disk uygulaması sonunda en dirençli bakteri türünün *S. enteritidis* olduğu belirlenmiştir (12 mm). Bu durum, çözücü olarak etil asetatın ekstrakte etmiş olduğu etken maddelerin *S. enteritidis*'in gelişimi üzerinde zayıf etkiye sahip olduğu fikrini uyandırmaktadır. Buna karşılık en duyarlı türün *Y. enterocolitica* (25 mm) olduğu ve *S. aureus* ATCC 33862'un takip ettiği gözlenmiştir. Ayrıca, *B. cereus* ve *E. coli* ATCC 25922 gelişimlerinin eşit oranda engellendiği (14 mm zon), benzer şekilde *E. faecalis* ve *E. coli* O157'nin de etil asetat ekstraktına karşı aynı duyarlılığı (18 mm zon) gösterdiği kaydedilmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1'de görülebileceği gibi; etil asetatın 1.5mg/disk denemesinde engelleyici zon çapı aralığı 8-13 mm olarak belirlenmiştir. *P. mirabilis* (8 mm) belirtilen doza en dirençli bakteri olarak tespit edilmişken, en duyarlı türlerin *E. faecalis* ve *S. aureus* ATCC 33862 olduğu gözlenmiştir. Bunun yanı sıra, test edilen en düşük miktarın (0.75 mg/disk) en iyi engelleme etkisi *E. faecalis* (11 mm) üzerinde açığa çıkmıştır. *E. faecalis* gelişiminin önlenmesinde etil asetat ekstraktının son derece başarılı olduğu söylenebilir. Örneğin 0.75 mg/disk uygulamasının, *B. cereus*, *L. monocytogenes* ve *P. mirabilis*'e karşı gelişimini durdurmada yetersiz olduğu saptanmıştır.

Kloroform ekstraktının inhibisyonu irdelendiğinde (Çizelge 4.1), 3.0 mg/disk uygulaması ile en büyük zon (15 mm) *Y. enterocolitica* tarafından oluşturulmuştur. Buna karşın, ekstraktın en yüksek miktarda uygulanması durumunda bile düşük zon çapı sergileyen *E. coli* ATCC 35218 ve *E. coli* O157'nin dirençli türler olduğu belirlenmiştir. Geri kalan doz denemelerinde (1.5 ve 0.75 mg/disk) ise, test materyali on iki bakteriden sadece ikisinde (*S. aureus* ATCC 33862 ve *Y. enterocolitica*) inhibisyon zonu olduğu, diğer bakterilere karşı engelleyici etkiye sahip olmadığı gözlenmiştir. Sumakın kloroform ekstraktının *S. aureus* ATCC 33862 ve *Y. enterocolitica* üzerinde güçlü antibakteriyel aktivite göstermesi dikkat çekici bulunmuştur.

Metanol ekstraktının test edilen tüm dozları deneme materyali bakterilerin tamamında engelleyici etki göstermiştir. Yüksek konsantrasyon (3.0 mg/disk) uygulamasına en dirençli bakteri olarak *E. coli* Tip I belirlenmiştir. Buna karşın en duyarlı türün *Y. enterocolitica* olduğu, bunu *S. enteritidis* ATCC 13076 ve *S. enteritidis*'in takip ettiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Antimikrobiyel etkisi incelenen 1.5 ve 0.75 mg/disk dozlarında, inhibisyon zonu çap aralığının sırasıyla 9-14 ve 8-12 mm olduğu belirlenmiştir. Denemede düşük doza en duyarlı bakterinin *E. faecalis* (12 mm zon) olduğu gözlenmişken, en dirençli türlerin ise *E. coli* ATCC 35218, *E. coli* O157, *E. coli* Tip I, *P. mirabilis* ve *S. enteritidis* olduğu saptanmıştır.

Soxhelet yöntemi kullanılarak elde edilmiş su ekstraktının yüksek konsantrasyon (3.0 mg/disk) denemesinde, engelleme zon çaplarının 10-24 mm arasında değiştiği, en zayıf önleyici etkinin *E. faecalis* üzerinde görüldüğü saptanmıştır. Deneme materyali bakteriler arasından *Y. enterocolitica* belirtilen ekstrakta duyarlılık bakımından birinci, *S. aureus* ATCC 33862'nin ise ikinci sırayı aldığı belirlenmiştir. Test konsantrasyonlarından 1.5 mg/disk uygulamasının *E. faecalis* ve *P. mirabilis* üzerinde antibakteriyel etkisi olmadığı, diğer bakterilere karşı da zayıf etki gösterdiği (8-12 mm aralığında zon çapı) gözlemiştir. Konsantrasyon düştükçe, zayıf olan inhibisyon etkisinin giderek ortadan kalktığı ve test edilen on iki bakteri arasından sadece beş tanesinde (*E. coli* O157, *S. enteritidis* suşları, *S. aureus* ATCC 33862 ve *Y. enterocolitica*) inhibisyon zonu kaydedildiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1'de görülebileceği gibi, sumakın sulu ekstraktlarından otoklavlama metodu kullanılmış ekstrakt, en düşük dozda (0.75 mg/disk) uygulandığında test

bakterileri üzerinde engelleyici etki göstermemiştir. Bu durumda otoklavlama yönteminin antibakteriyel maddelerin suya geçişinde çok etkili olmadığı düşünülmüştür. Konsantrasyon iki katına çıkarıldığında ise (1.5 mg/disk), sadece az sayıda bakteriye (*E. coli* ATCC 25922, *E. coli* O157, *E. coli* Tip I ve *L. monocytogenes*) karşı zayıf antibakteriyel aktivite gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek doz denemesinde inhibisyon zon çaplarının 9-20 mm aralığında olduğu kaydedilmiştir. Söz konusu konsantrasyona duyarlılık bakımından birinci sırayı *Y. enterocolitica* (20 mm) almış ve bunu *E. coli* O157 (19 mm) takip etmiştir. Ayrıca, bakteriler arasından *B. cereus* ve *E. coli* ATCC 25992'nin eşit çapta zon (11 mm) oluşumu gösterdiği ve benzer şekilde *E. coli* ATCC 35218, *P. mirabilis* ve her iki *S. enteritidis* suşu'nun da (10 mm) su ekstraktına karşı aynı duyarlılığa sahip olduğu saptanmıştır.

Test ekstraktlarının tamamında, bakteriler için en etkili doz olan 3.0 mg/disk uygulamaları incelenerek, denemedeki her bir bakteri için en güçlü ve en zayıf etkiye sahip ekstraktlar belirlenmiştir. Yapılan değerlendirme sonuçları aşağıda verilmiştir.

*B. cereus* üzerine test edilen ekstraktlar arasından, gelişimi önlemede en zayıf etkiye sahip olan ekstraktın kloroform olduğu, diğer taraftan en iyi antibakteriyel aktivitenin dietil eter ekstraktı tarafından oluşturulduğu tespit edilmiştir. Ayrıca aseton ve etil asetat ekstraktının *B. cereus* üzerindeki etkisi bakımından benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Sporlu bir bakteri olması nedeniyle gıda sanayisi için sorun oluşturan *B. cereus*'un sumakın dietil eter ekstraktına olan duyarlılığının değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Bu ekstraktın kimyasal kompozisyonu belirlenerek, etken madde gruplarının bakteri üzerindeki etkilerinin incelenmesi yararlı olacaktır.

Çizelge 4.1 incelendiğinde; *E. faecalis* için en iyi engelleme etkisi etil alkollü örnek ile gerçekleştirilmiştir (21 mm). Bunun yanı sıra aseton ekstraktının da önleyici etki bakımından ikinci sırayı aldığı belirlenmiştir (20 mm). Diğer taraftan su ekstraktlarının her ikisi de, belirtilen bakteriye karşı zayıf antibakteriyel özellik göstermiştir.

*E. coli* ATCC 25922 gelişimini önlemede, uygulanan yüksek konsantrasyon denemeleri (3.0 mg/disk) dikkate alındığında; aseton ekstraktının en büyük zon (19 mm) oluşumu göstermesi sebebiyle en başarılı ekstrakt olarak tespit edilmiştir. Ancak konsantrasyon düştükçe bu etkinin oldukça azalması önemli bir sonuç olarak

değerlendirilmiştir. İnhibisyon zon çaplarına bakılarak yapılan sıralamada ikinci sırayı alan metanol ekstraktının (17 mm), en düşük konsantrasyonda bile zon oluşumunun gözlenmesi aseton ekstraktından daha etkili olabileceğini düşündürmektedir (Çizelge 4.1). Bu nedenle Minimum Bakterisidal Konsantrasyonları (MBK) incelenerek, değerlendirme yapılmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir.

*E. coli* ATCC 35218 suşu üzerinde en etkili ekstraktın metanol ekstraktı olduğu belirlenmiştir. Bunu sırasıyla etil asetat, dietil eter, aseton ve su (Soxhelet yöntemi) ekstraktlarının takip ettiği saptanmıştır (Çizelge 4.1).

*E. coli* O157 üzerine uygulanmış test ekstraktlarının inhibisyon zon çapları Çizelge 4.1'den incelendiğinde; su ekstraktının (Soxhelet yöntemi) en yüksek engellemeye (19 mm) sahip olması nedeniyle, belirtilen bakteri için en iyi çözücünün su olduğu tespit edilmiştir. Sulu ekstraktların, gıdalarda kolaylıkla kullanılabilmesi düşünüldüğünde, insanlarda ciddi gıda zehirlenmelerine neden olan bu suşun engellenmesinde, doğal antimikrobiyel madde olarak kullanımı mümkündür. Ancak katılacak miktarın, ürünün tad ve yapısına olan etkilerinin ön denemeler ile belirlenmesinin önemli olduğu da unutulmamalıdır. Her bakteri için en etkili olan ekstraktlar dikkate alındığında, Soxhelet yöntemi ile elde edilmiş sulu ekstraktın sadece *E. coli* O157 üzerinde etki yönünden diğer ekstraktların önüne geçtiği gözlenmiştir.

Ekstraktların *E. coli* Tip I üzerindeki antibakteriyel aktiviteleri kıyaslandığında; en iyi engelleyici etkinin aseton ekstraktı tarafından gerçekleştiği belirlenmiştir. Buna karşılık en zayıf etkinin kloroform ekstraktında gözlemlendiği ve denemeye alınan diğer *E. coli* suşlarında da söz konusu ekstraktın inhibisyon yeteneğinin zayıf olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1'den de görülebileceği gibi; dietil eter ekstraktının, *L. monocytogenes* gelişimini önlemede birinci sırada yer aldığı, bunu metanol ekstraktının takip ettiği saptanmıştır. Ayrıca etil asetat ile su ekstraktının (Soxhelet yöntemi) antibakteriyel etki yönünden benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

Deneme örneklerinin, çalışmada kullanılan *S. enteritidis* suşları üzerindeki antimikrobiyel aktiviteleri irdelendiğinde; metanol kullanımının diğer çözücülere

kıyasla, her iki suşun gelişimini önlemede en iyi etkiye sahip olduğu gözlenmiştir. Bunun yanı sıra ikinci derecede etkili olan çözücünün etil alkol olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan, *S. enteritidis* ATCC 13076 gelişimine karşı düşük etki gösteren çözücünün kloroform olduğu ve *S. enteritidis* için ise etki sıralamasında son sırayı kloroform ve su ekstraktlarının aldığı kaydedilmiştir.

Ekstraktların *S. aureus* ATCC 33862 ve *Y. enterocolitica* türlerine karşı antibakteriyel aktiviteleri kıyaslandığında; dietil eterin, söz konusu bakterilerin her ikisi için de etki bakımından birinci sırayı aldığı, kloroform ekstraktının ise yine birçok bakteride olduğu gibi en zayıf antibakteriyel özellik gösterdiği belirlenmiştir.

#### 4.1.1.1. Test Bakterilerine ait Sonuçların İstatistiksel Değerlendirilmesi

Bakterilere ait inhibisyon zonlarının istatistiksel olarak değerlendirildiği varyans analizleri Çizelge 4.2, 4.3, 4.4 ve 4.5'te verilmiştir.

**Çizelge 4.2.** Çözücü, Konsantrasyon ve Bakteriye ait Varyans Analizleri

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO
Çözücü	7	8889.51	1269.93*
Bakteri	11	3869.19	351.74*
Konsantrasyon	2	24924.70	12462.35*
Çözücü*Bakteri	77	4208.80	54.66*
Çözücü*Konsantrasyon	14	1421.24	101.52*
Bakteri * Konsantrasyon	22	519.30	23.60*
Çözücü*Bakteri * Konsantrasyon	154	4028.26	26.16*
Hata	864	1074.50	1.24

\* :  $p < 0.01$  düzeyinde önemli

Çizelge 4.2’de görüldüğü gibi çözücü, bakteri, konsantrasyon ve interaksiyonlarının  $p < 0.01$  düzeyinde önemli oldukları saptanmıştır.

**Çizelge 4.3.** Bakterilere Uygulanan Çözücülere ait Varyans Değerleri.

Çözücü	Ortalama Değerler
Metanol	12.78 <b>A</b>
Etil alkol	11.61 <b>B</b>
Etil asetat	11.08 <b>C</b>
Aseton	10.77 <b>C</b>
Dietil eter	10.16 <b>D</b>
Su <sup>a</sup>	9.16 <b>E</b>
Su <sup>b</sup>	5.52 <b>F</b>
Kloroform	4.40 <b>G</b>

<sup>a</sup>: Soxhelet yöntemi; <sup>b</sup>: Otoklav yöntemi

Denemede test edilen çözücülerin inhibisyon etkilerine göre sıralaması Çizelge 4.3’te verilmektedir. Ekstraksiyonda kullanılan çözücülerden antibakteriyel aktivitesi en iyi olan çözücünün metanol olduğu, bunu sırasıyla etil alkol, etil asetat, aseton, dietil eterin takip ettiği belirlenmiştir. Buna karşılık engelleyici etkisi en zayıf çözücünün kloroform olduğu saptanmıştır. Soxhelet ve otoklavlama yöntemi ile elde edilen su ekstraktları arasındaki farklılığın  $p < 0.01$  önemlilik düzeyinde olduğu tespit edilmiş olup, bakteriler üzerindeki inhibisyon etkisi bakımından soxhelet yönteminin daha etkili olduğu görülmektedir (Çizelge 4.3).

Bakterilerin sumak ekstraktlarına olan duyarlılıkları varyans analizi sonucunda harflendirilerek Çizelge 4.4’te verilmiştir. En duyarlı bakterinin *Y. enterocolitica* olduğu, bunu *S. aureus* ATCC 33862 ve *E. faecalis*’in takip ettiği tespit edilmiştir. Ayrıca *S. enteritidis* ATCC 13076 ve *E. coli* O157’nin duyarlılık bakımından benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan suşlar arasında direnç bakımından farklılık görüldüğü ( $p < 0.01$ ), *S. enteritidis* ATCC 13076’nın diğer suşa kıyasla daha duyarlı olduğu saptanmıştır. Denemedeki en dirençli bakterinin *E. coli* ATCC 25922 olduğu gözlenmişken, test edilen diğer *E. coli* türlerinin de (*E. coli* O157 hariç) sumak ekstraktlarına duyarlılıklarının zayıf olduğu tespit edilmiştir.



**Çizelge 4.4.** Bakterilere ait Varyans Analiz Değerleri

<b>Bakteri</b>	<b>Ortalama değerler</b>
<i>Yersinia enterocolitica</i>	13.49 <b>A</b>
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 33862	12.74 <b>B</b>
<i>Enterococcus faecalis</i>	9.81 <b>C</b>
<i>Salmonella enteritidis</i> ATCC 13076	9.53 <b>CD</b>
<i>E. coli</i> 0157	9.40 <b>CD</b>
<i>Salmonella enteritidis</i>	9.37 <b>D</b>
<i>Listeria monocytogenes</i>	9.19 <b>DE</b>
<i>Proteus mirabilis</i>	8.95 <b>E</b>
<i>E. coli</i> TipI	8.15 <b>F</b>
<i>E. coli</i> ATCC 35218	7.49 <b>G</b>
<i>Bacillus cereus</i>	7.35 <b>G</b>
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	7.75 <b>FG</b>

**Çizelge 4.5.** Bakterilere Uygulanan Konsantrasyonlara ait Varyans Analiz Değerleri

<b>Konsantrasyon</b>	<b>Ortalama Değerler</b>
300 mg/mL ( 3.0 mg/disk)	15.53 <b>A</b>
150 mg/mL ( 1.5 mg/disk)	8.51 <b>B</b>
75 mg/mL ( 0.75 mg/disk)	4.25 <b>C</b>

Disk difüzyon yöntemi uygulamasında kullanılan üç farklı konsantrasyondan, en etkili dozun 300 mg/ mL (3.0 mg/disk) olduğu, antibakteriyel etkinin konsantrasyon düştükçe giderek azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

#### 4.1.2. Test Mayalarına ait Sonuçlar

Sumak ekstraktlarının seyreltme oranları, bakterilerde olduğu gibi ön denemeler sonucu belirlenmiştir. Bu doğrultuda denemeye alınan dozlar (600, 300 ve 150 mg/mL) ve mayalar üzerindeki inhibisyon zon çapları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Yapılan incelemede, test ekstraktlarının tamamında konsantrasyon düştükçe, inhibisyon etkisinin de azaldığı gözlenmiştir. Bu sonuç istatistiksel analiz ile de desteklenmiştir ( $p < 0.01$ ).

**Çizelge 4.6.** Sumak'ın Farklı Ekstraktlarının Test Mayaları Üzerindeki İnhibisyon Zon Çapları (mm).

	Aseton			Dietil eter			Etil alkol			Etil asetat		
	6.0 mg/disk	3.0 mg/disk	1.5 mg/disk	6.0 mg/disk	3.0 mg/disk	1.5 mg/disk	6.0 mg/disk	3.0 mg/disk	1.5 mg/disk	6.0 mg/disk	3.0 mg/disk	1.5 mg/disk
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	13±0.9*	8±0.6	-	10±0.9	-	-	16±1.0	9±0.8	-	11±0.8	-	-
<i>C. oleophila</i>	15±1.2	9±0.5	-	12±1.1	-	-	19±1.4	12±1.1	-	14±1.3	-	-
<i>Kloeckera apiculata</i>	14±1.1	9±0.6	-	10±0.8	-	-	11±1.0	-	-	18±1.4	10±0.9	-
<i>Kluyveromyces lactis</i>	33±1.9	19±1.2	10±0.4	18±1.0	10±0.6	-	30±1.8	14±1.1	9±0.6	32±1.7	12±0.6	-
<i>K. marxianus</i>	32±2.17	16±1.3	9±0.7	15±1.0	8±0.3	-	26±1.4	11±0.9	-	30±1.5	10±0.5	-
<i>Metschnikowia fructicola</i>	31±1.8	13±1.0	8±0.5	30±1.7	12±1.1	8±0.6	9±0.7	-	-	10±0.6	-	-
<i>Pichia angusta</i>	20±1.3	11±0.7	-	30±1.8	14±1.1	9±0.6	32±2.1	13±1.1	9±0.4	11±0.7	-	-
<i>P. anomalo</i>	22±1.2	12±0.6	9±0.4	33±1.7	16±0.8	10±0.4	35±1.9	16±0.8	10±0.5	13±0.7	-	-
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> <sub>1</sub>	32±1.5	15±1.2	9±0.5	22±1.3	14±1.1	-	30±1.4	14±1.0	9±0.6	24±1.3	10±0.9	-
<i>S. cerevisiae</i> <sub>2</sub>	29±1.2	13±0.9	8±0.3	18±0.9	12±0.7	-	27±1.1	12±0.7	8±0.4	21±1.1	9±0.7	-
<i>S.uvarum</i>	34±1.8	18±1.1	10±0.7	23±1.5	16±0.9	8±0.7	31±1.7	15±0.9	9±0.8	27±1.5	14±0.8	8±0.5
<i>Schizosaccharomyces pombe</i>	33±1.6	17±0.9	10±0.6	26±1.2	10±0.8	-	30±1.5	13±0.8	8±0.5	29±1.4	18±1.0	10±0.4

\* ± Standart sapma (n=4)

-: Engelleme yok

Çizelge 4.6. devamı

	Kloroform			Metanol			Su <sup>a</sup>			Su <sup>b</sup>		
	6.0 mg/disk	3.0 mg/disk	1.5 mg/disk	6.0 mg/disk	3.0 mg/disk	1.5 mg/disk	6.0 mg/disk	3.0 mg/disk	1.5 mg/disk	6.0 mg/disk	3.0 mg/disk	1.5 mg/disk
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	9±0.8	-	-	14±1.0	8±0.9	-	8±0.8	-	-	8±0.7	-	-
<i>C. oleophila</i>	11±1.0	-	-	16±1.1	9±0.7	-	9±0.6	-	-	9±0.8	-	-
<i>Kloeckera apiculata</i>	9±0.9	-	-	15±1.2	9±0.6	-	9±0.7	-	-	8±0.6	-	-
<i>Kluyveromyces lactis</i>	12±1.1	8±0.5	-	21±1.4	10±0.6	-	10±0.5	-	-	10±0.7	-	-
<i>K. marxianus</i>	11±0.8	-	-	19±1.2	9±0.8	-	9±0.4	-	-	9±0.6	-	-
<i>Metschnikowia fructicola</i>	15±1.1	8±0.4	-	10±0.7	-	-	29±1.5	13±1.0	9±0.8	28±1.3	11±0.8	-
<i>Pichia angusta</i>	13±0.9	-	-	27±1.3	10±0.7	-	25±1.2	10±0.7	-	22±1.1	9±0.5	-
<i>P. anomalo</i>	14±0.9	-	-	29±1.4	12±0.7	9±0.6	26±1.3	12±0.6	-	23±1.2	9±0.6	-
<i>Saccharomyces erevisiae</i> <sub>1</sub>	11±0.6	-	-	13±0.7	9±0.6	-	10±0.5	-	-	9±0.3	-	-
<i>S. cerevisiae</i> <sub>2</sub>	10±0.8	-	-	11±0.9	-	-	9±0.7	-	-	8±0.8	-	-
<i>S.uvarum</i>	15±1.0	10±0.6	-	20±1.0	10±0.5	-	11±0.8	-	-	10±0.8	-	-
<i>Schizosaccharomyces pombe</i>	12±0.7	-	-	23±1.3	12±0.9	-	8±0.4	-	-	9±0.6	-	-

-: Engelleme yok

<sup>a</sup>: Soxhlet yöntemi<sup>b</sup>: Otoklav yöntemi

Sumakın aseton ekstraktı yüksek miktarda (6.0 mg/disk) uygulandığında, 13-34 mm aralığında inhibisyon zonu oluşumu gözlenmiştir. *Candida albicans* ATCC 10231'in en düşük zon çapına (13 mm) sahip olduğu, diğer yandan *Saccharomyces uvarum*'un maksimum zona (34 mm) ulaştığı kaydedilmiştir. Test edilen on iki maya arasından, *Kluyveromyces lactis* ve *Schizosaccharomyces pombe* eşit çapta zon (33 mm) oluşumu ile belirtilen konsantrasyondaki aseton ekstraktına duyarlılık bakımından ikinci sırayı almıştır. Bunun yanı sıra, *K. marxianus* ve *Saccharomyces cerevisiae* türlerinin aynı büyüklükte zon oluşumuna (32 mm) sahip olması ile benzer duyarlılık gösterdiği tespit edilmiştir. Araştırmada kullanılan test mayalara ait engelleme zon çaplarının yüksek olması sebebiyle, aseton ekstraktının gelişimi önlemede başarılı olduğu söylenebilir. Ancak yüksek doz uygulamasında *Candida* türleri ve *Kloeckera apiculata*'nın diğerlerine kıyasla dirençli türler olduğu da dikkat çekmiştir. (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi; asetonlu örneğin konsantrasyonu yarıya indirildiğinde de (3.0 mg/disk), mayaların tamamında inhibisyon etkisi göstermiştir. Bu durum aseton ekstraktının güçlü antifungal aktiviteye sahip olduğunun göstergesidir. Zon çapı aralığı 8-17 mm olarak kaydedilmiş ve test materyali mayalar arasından *S. pombe*'nin en duyarlı tür (17 mm zon) olduğu tespit edilmiştir. *C. albicans* ATCC 10231 suşu uygulanan miktara en dirençli maya (8 mm) olarak belirlenmişken, direnç bakımından ikinci sırayı 9 mm inhibisyon zon çapı ile *C. oleophila* ve *K. apiculata* türleri almıştır. Ekstrakt miktarı 1.5 mg/disk düzeyinde uygulandığında, bu üç maya türünün üzerindeki antifungal aktivitenin tamamen kaybolduğu gözlenmiştir. Aynı zamanda belirtilen miktarın mayalara karşı zayıf etkili olduğu (8-10 mm) saptanmıştır.

Dietil eter ekstraktına ait inhibisyon zon çapları Çizelge 4.6'dan incelendiğinde; en büyük zonun (33 mm) *P. anomalo* tarafından oluşturulduğu ve duyarlılık bakımından ikinci sırayı *M. fructicola* ve *P. angusta* (30 mm zon) türlerinin aldığı gözlenmiştir. Aseton ekstraktında olduğu gibi yüksek konsantrasyonda bile direnç gösteren türlerin *C. albicans* ATCC 10231 ve *K. apiculata* olduğu belirlenmiştir (10 mm zon). Ekstrakt miktarı 3.0 mg/ disk olarak uygulandığında, en fazla engelleyici etkiyi *P. anomalo* ve *S. uvarum* üzerinde gösterirken (16 mm), *K. marxianus* gelişimini durdurmada oldukça zayıf (8 mm) bir etki sergilemiştir. Bunun yanı sıra, bir üst dozda direnç gösteren maya türlerinin (*C. albicans* ATCC 10231, *C. oleophila* ve *K. apiculata*) gelişimlerinin

önlenmesinde söz konusu konsantrasyonun yetersiz kaldığı gözlenmiştir. Uygulama dozu, 1.5 mg/disk düzeyine düşürüldüğünde ise antifungal aktivitenin büyük bir kısmının yitirildiği, sadece dört maya türünde (*M. fructicola*, *P. angusta*, *P. anomalo* ve *S. uvarum*) zon oluşumu gözlenebildiği belirlenmiştir. Bu durum, dietil eter ile ekstrakte edilen antifungal maddelerin ancak yüksek konsantrasyonda kullanımı ile etki gösterebildiği şeklinde yorumlanmıştır.

Etil alkollü örneğin, yüksek doz (6.0 mg/disk) uygulanmasına rağmen en zayıf etkiyi *M. fructicola* üzerinde oluşturabildiği gözlenmiştir (9 mm zon). Diğer taraftan *P. anomalo* (35 mm) ve *P. angusta*'ya (32 mm) karşı oldukça güçlü antifungal aktivite sergilediği belirlenmiştir. Ayrıca *K. lactis*, *S. cerevisiae*<sub>1</sub> ve *S. pombe* gelişimlerinin eşit oranda engellendiği (30 mm) saptanmıştır (Çizelge 4.6). İnhibisyon zon çapları dikkate alındığında, 30 mm ve üzerinde zon oluşumunun gözlenmesi ile güçlü engelleme etkisine sahip olduğu ve çözücü olarak etil alkolün, antifungal maddelerin ekstraksiyonunda başarılı olduğu söylenebilir. Bununla birlikte insan ve hayvanlarda fungal enfeksiyonlarda ön plana çıkan *C. albicans* ATCC 10231'm, etil alkol ekstraktından önemli derecede etkilenmesi de (16 mm) dikkat çekici bulunmuştur. Bu ekstraktın farmakolojik özelliklerinin belirlenerek, doğal antifungal olarak uygulamaya aktarımının yararlı olacağı düşünülmektedir. Konsantrasyon düşürüldüğünde ise, *C. albicans* üzerindeki etkinin azaldığı ve 3.0 mg/disk denemesinde, en dirençli maya türü (9 mm zon) olarak karşımıza çıktığı saptanmıştır. Belirtilen miktarda en büyük zonun (16 mm) *P. anomalo* tarafından oluşturulduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra *C. oleophila* ve *S. cerevisiae*<sub>2</sub>'nin eşit inhibisyon zon oluşumu gösterdiği (12 mm), benzer şekilde belirtilen konsantrasyonun *K. lactis* ve *S. cerevisiae*<sub>1</sub> üzerindeki engelliyici etkisinin aynı olduğu (14 mm) gözlenmiştir. Ekstraktın 3.0 mg/ disk uygulaması ile *K. apiculata* ve *M. fructicola* üzerinde herhangi bir engelleme etki göstermediği, etil alkollü preparatın bu türlerin gelişimini durdurmada uygun olmadığı belirlenmiştir. Yapılan denemede en düşük uygulama miktarının (1.5 mg/disk), genel anlamda zayıf bir antifungal özellik gösterdiği, test mayaları arasından beş tanesinde (*C. albicans* ATCC 10231, *C. oleophila*, *K. apiculata*, *M. fructicola* ve *K. marxianus*) etkisini tamamen yitirdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

Etil asetat ile yapılan denemelerde; *M. fructicola*'nın en küçük inhibisyon zonuna (10 mm) sahip olması nedeniyle, 6.0 mg/disk uygulamasında en dirençli tür olduğu belirlenmiştir. Belirtilen mayanın etil alkol ekstraktı uygulamalarında da dayanıklılık göstermesi dikkat çekicidir. Her iki ekstraktın bileşimindeki maddelerin miktar ve kompozisyon yönünden araştırılması ile, *M. fructicola* üzerinde zayıf etki gösteren maddelerin belirlenmesi açısından yararlı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca, direnç bakımından ikinci sırayı *C. albicans* ATCC 10231 (11 mm zon) ve *P. angusta*'nın (11 mm) aldığı tespit edilmiştir. Belirtilen ekstrakt ile en iyi engelleme etkisi, *Kluyveromyces* türleri (*K. lactis*- 32 mm; *K. marxianus*-30 mm zon) üzerinde görülmüştür. Etil asetat ekstraktının, *Kluyveromyces* cinsi mayalar üzerinde önemli derecede etki oluşturan maddelerce zengin olduğu düşünülmektedir. Ekstrakt konsantrasyonu iki kat seyreltiğinde (3.0 mg/disk), en iyi etkinin *S. pombe* üzerinde açığa çıktığı gözlenmiştir (18 mm). Diğer taraftan aynı konsantrasyonun (3.0 mg/disk), *C. albicans* ATCC 10231, *C. oleophila*, *M. fructicola*, *P. angusta* ve *P. anomalo* gelişimini durdurmada yetersiz olduğu saptanmıştır. En düşük doz (1.5 mg/ disk) uygulamasında ise, incelenen mayalar arasından sadece *S. uvarum* (8 mm) ve *S. pombe* (10 mm) gelişiminin zayıfta olsa engellendiği, diğer türlerde ise zon oluşumunun görülmediği kaydedilmiştir. Bu durumda *Saccharomyces* cinsi mayalara olan engelleyici etkinin, 1.5 mg/disk dozunda başlamış olabileceği şeklinde yorumlanmıştır (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6 incelendiğinde; kloroform ekstraktının en yüksek miktar uygulaması ile engelleme zonu aralığının 9–15 mm arasında olduğu kaydedilmiştir. *M. fructicola* ve *S. uvarum*'un 15 mm zon oluşumu sergilemesi ile duyarlı türler olarak tespit edilmiştir. Diğer taraftan aseton, dietil eter ekstraktlarında da gözlendiği gibi, *C. albicans* ATCC 10231 ve *K. apiculata* dirençli türler olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca, *C. oleophila*, *K. marxianus* ve *S. cerevisiae*, gelişimlerinin eşit oranda engellendiği (11 mm), benzer şekilde *K. lactis* ve *S. pombe*'nin de kloroform ekstraktına karşı aynı duyarlılığı (12 mm) gösterdiği kaydedilmiştir. Test konsantrasyonu 3.0 mg/ disk olduğunda, sadece üç maya (*K. lactis*, *M. fructicola* ve *S. uvarum*) üzerinde zayıfta olsa inhibisyon etkisinin açığa çıktığı, diğer türler üzerinde herhangi bir önleyici etkinin gerçekleşmediği tespit edilmiştir. Bununla birlikte, son deneme dozunda (1.5 mg/ disk) engelleyici etkinin tamamen ortadan kalktığı saptanmıştır. Mayaların zon çaplarından

yola çıkılarak yapılan değerlendirmede, sumaktan kloroform ile elde edilmiş ekstraktın mayalar üzerinde son derece zayıf antifungal aktiviteye sahip olduğu söylenebilir.

Metanol ekstraktına ait zon çapları irdelendiğinde, 1.5 mg/ disk miktarının test mayalarını engelleme etkisinden yoksun olduğu (*P. anomalo* hariç) saptanmıştır. Bir üst dozun uygulamasına geçildiğinde (3.0 mg/ disk), *M. fructicola* ve *S. cerevisiae*<sub>1</sub> engellenemezken, geri kalan türlerde zon oluşumu kaydedilmiştir. Çap aralığının 8-12 mm olduğu ve açığa çıkan bu engelleme etkisinin çok güçlü olmadığı söylemek mümkündür. Konsantrasyon artışı ile (6.0 mg/disk), metanol ekstraktı tüm mayalar üzerinde inhibisyon aktivitesi göstermiştir. *M. fructicola* ve *S. cerevisiae*<sub>1</sub>'in gelişimini önlemede etkili dozun 6.0 mg/disk olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda, antibakteriyel aktivitesi güçlü olan metanol ekstraktının, antifungal etkisinin zayıf olduğunu söylemek mümkündür.

Soxhelet yöntemi kullanılarak elde edilmiş su ekstraktı, en güçlü etkiyi *M. fructicola* (29 mm zon), *P. anomalo* (26 mm) ve *P. angusta* (25 mm) üzerinde gösterirken, *C. albicans* ATCC 10231 ve *S. pombe*'nin gelişimini durdurmada oldukça zayıf (8 mm) antifungal aktivite sergilemiştir. Konsantrasyon denemelerinden ikinci dozun (3.0 mg/disk), en duyarlı maya türlerine (*M. fructicola*, *P. anomalo* ve *P. angusta*) etkili olduğu, diğer mayaların gelişimini önlemede yetersiz kaldığı tespit edilmiştir. İnhibisyon etkisi incelenen en düşük dozun (1.5 mg/disk), mayalar arasında sadece *M. fructicola* (9 mm zon) üzerinde antifungal aktivite gösterdiği saptanmıştır.

Çizelge 4.6'da görülebileceği gibi, sumakın sulu ekstraktlarından otoklavlama metodu kullanılmış ekstrakt, en düşük dozda (1.5 mg/disk) uygulandığında test mayaları üzerinde engelleyici etki göstermemiştir. Konsantrasyon iki katına çıkarıldığında ise (3.0 mg/disk), sadece *M. fructicola* (11 mm), *P. anomalo* ve *P. angusta* (9 mm) tarafından inhibisyon zonu oluşumu gözlenmiştir. 6.0 mg/disk dozunun denendiği durumda, engelleme zonunun 8-28 mm aralığında olduğu kaydedilmiştir. Araştırmada test edilen mayalar duyarlılık bakımından irdelendiğinde, birinci sırayı *M. fructicola*'nın aldığı, bunu sırasıyla *P. anomalo* ve *P. angusta*'nın takip ettiği belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan her iki su ekstraktında da, mayalara ait duyarlılık sırasının benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Aynı zamanda, sulu ekstraktların *M. fructicola* ve *Pichia* türlerinde başarılı bir engelleme etkisi göstermesi son derece önemli bir

sonuçtur. Gıdalara doğrudan katımı mümkün olabilen sulu ekstraktların, uygun dozlarda kullanımı ile belirtilen mayaların gelişiminin engellenmesinde yararlanılabileceği düşünülmüştür. Ancak, katıldığı üründe meydana gelebilecek renk ve tad değişikliklerinin göz ardı edilmemesi ve bu oluşumun tolere edilebileceği gıdalarda kullanımının uygun olabileceği düşünülmektedir.

İnhibisyon zon çaplarından yola çıkılarak (Çizelge 4.6), araştırmada kullanılan her bir mayanın engellenmesinde en güçlü ve en zayıf etkiye sahip olan ekstraktlar belirlenerek aşağıda verilmiştir.

*C. albicans* ATCC 10231 ve *C. oleophila* üzerine test edilen ekstraktlar arasından, gelişimi önlemede en zayıf etkiye sahip olan ekstraktın sulu ekstraktlar olduğu, diğer taraftan en iyi antifungal aktivitenin etil alkol tarafından oluşturulduğu saptanmıştır (Çizelge 4.6). Bu durum, *Candida* cinsi üzerinde etkin olabilecek antifungal maddelerin ekstraksiyonunda, en iyi etkiyi sağlayan çözücünün etil alkol olması ile doğrudan ilişkili olması ile açıklanabilmektedir.

Çizelge 4.6 incelendiğinde; *K. apiculata* için en iyi inhibisyon etkisi etil asetat ekstraktı tarafından gerçekleştirilmiştir (18 mm zon). Ayrıca metanol ekstraktının da önleyici etki bakımından ikinci sırayı aldığı belirlenmiştir (15 mm). Buna karşılık, her iki su ekstraktı ile kloroform ekstraktının, belirtilen mayaya karşı zayıf antifungal özellik gösterdiği saptanmıştır.

Bu çalışmada kullanılan *Kluyveromyces* cinsine ait türler (*K. lactis* ve *K. marxianus*) üzerinde en etkili ekstraktın aseton olduğu, bunu etil asetatın takip ettiği belirlenmiştir. *K. lactis* ve *K. marxianus* gelişimine karşı düşük etki gösteren sumak ekstraktlarının ise sulu ekstraktlar olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.6). Bu ekstraktların yukarıda bildirilen türlere olan zayıf etkisi dikkat çekerken, çözücü olarak suyun kullanıldığı durumlarda farklı ekstraksiyon metodları (maserasyon, perkolasyon) ve uygulama sürelerinin de denenmesinin uygun olabileceği düşünülmüştür.

*M. fructicola* üzerine uygulanmış test ekstraktlarının inhibisyon zon çapları Çizelge 4.6' dan incelendiğinde; aseton ve dietile eter ekstraktlarının diğerlerine kıyasla en



güçlü etkiye sahip oldukları gözlenmiştir. Buna karşın, etil alkol ve etil asetat ekstraktlarının engelleme yeteneğinin çok düşük olduğu belirlenmiştir.

Sumak ekstraktlarının, *P. angusta* ve *P. anomalo* üzerindeki antifungal aktiviteleri kıyaslandığında; en güçlü engelleyici etkinin etil alkol ekstraktı ile açığa çıktığı tespit edilmiştir. Ayrıca dietil eter ekstraktının da ikinci derece etkiye sahip olduğu saptanmıştır. Engelleme gücü sıralamasında ise son sırayı, etil asetat ekstraktının aldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.6). En iyi etkinin gözlendiği etil alkol ekstraktına karşı, *Pichia* türlerinden *P. anomalo*'nın diğerine kıyasla daha duyarlı olduğu belirlenmiştir.

Su ekstraktlarına (Soxhelet ve otoklav yöntemi) ait inhibisyon zon çapları incelendiğinde; bu ekstraktların genellikle test mayaları üzerinde zayıf etki gösterdiği ancak, *M. fructicola*, *P. angusta* ve *P. anomalo* türlerine karşı güçlü etkiye sahip olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.6). Toksidite etkisinin olmadığı bilinen sulu ekstraktların, söz konusu mayaların risk oluşturduğu alanlarda uygulama şansının yüksek olması önemli bir sonuç olarak değerlendirilmelidir.

*Saccharomyces* türleri (*S. cerevisiae*<sub>1</sub>, *S. cerevisiae*<sub>2</sub> ve *S. uvarum*) üzerine test edilen ekstraktlar arasından, etki bakımından birinci sırayı aseton ekstraktının aldığı, bunu etil alkol ekstraktının takip ettiği kaydedilmiştir. Sulu ekstraktların ise inhibisyon etkisinin düşük olduğu saptanmıştır. *Saccharomyces* cinsine ait türlerden, aseton ekstraktına karşı en fazla duyarlılık gösteren türün *S. uvarum* olduğu tespit edilmiştir. Sulu ekstraktların zayıf etkisi, çeşitli fermentasyon ürünlerinde starter olarak kullanılan *S. cerevisiae* suşlarının, gelişimine engel olmaksızın ortamdaki istenmeyen diğer mikroorganizmalara olan antimikrobiyel etkisinden yararlanma şansı vermektedir.

Deneme ekstraktları arasından aseton ekstraktının, *S. pombe* gelişimin önlemede en güçlü etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Etki derecesine göre ikinci sırayı etil alkol ekstraktının aldığı kaydedilmiştir. Bu yönüyle *Saccharomyces* cinsi mayalar ile benzerlik göstermiştir.

#### 4.1.2.1. Test Mayalarına ait Sonuçların İstatistiksel Değerlendirilmesi

Mayalara ait inhibisyon zonlarının istatistiksel olarak değerlendirildiği varyans analizleri Çizelge 4.7, 4.8, 4.9 ve 4.10'te verilmiştir.

**Çizelge 4.7.** Çözücü, Konsantrasyon ve Mayaya ait Varyans Analizleri

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO
Çözücü	7	15354.40	2193.50*
Maya	11	7958.10	723.50*
Konsantrasyon	2	52997.40	26498.70*
Çözücü*Maya	77	16194.60	210.30*
Çözücü*Konsantrasyon	14	2075.00	148.20*
Maya * Konsantrasyon	22	1759.40	80.00*
Çözücü*Bakteri * Konsantrasyon	154	5738.80	37.30*
Hata	864	778.80	0.90

\* :  $p < 0.01$  düzeyinde önemli

Çizelge 4.7'de görüldüğü gibi çözücü, maya, konsantrasyon ve interaksiyonlarının  $p < 0.01$  düzeyinde önemli oldukları saptanmıştır.

**Çizelge 4.8.** Mayalara Uygulanan Çözücülere ait Varyans Değerleri.

Çözücü	Ortalama Değerler
Aseton	15.01 <b>A</b>
Etil alkol	13.49 <b>B</b>
Dietil eter	10.97 <b>C</b>
Etil asetat	9.47 <b>D</b>
Metanol	8.97 <b>E</b>
Su <sup>a</sup>	5.67 <b>F</b>
Su <sup>b</sup>	4.98 <b>G</b>
Kloroform	4.62 <b>H</b>

<sup>a</sup>: Soxhelet yöntemi; <sup>b</sup>: Otoklav yöntemi

Ekstraksiyonda kullanılan çözücülerden mayalar üzerinde inhibisyon etkisi en iyi olan çözücünün aseton olduğu, bunu sırasıyla etil alkol, dietil eter, etil asetat, metanol ve su takip etmiştir. Buna karşılık engelleyici etkisi en zayıf çözücünün kloroform olduğu saptanmıştır. Soxhelet ve otoklavlama yöntemi ile elde edilen su ekstraktlarının antifungal aktiviteleri kıyaslandığında, soxhelet yönteminin daha etkili olduğu ve aralarındaki farklılığın  $p < 0.01$  önemlilik düzeyinde olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.8).

Mayaların sumak ekstraktlarına olan duyarlılıkları varyans analizi sonucunda harflendirilerek Çizelge 4.9’da verilmiştir.

**Çizelge 4.9.** Mayalara ait Varyans Değerleri

<b>Maya</b>	<b>Ortalama değerler</b>
<i>Pichia anomalo</i>	12.85 <b>A</b>
<i>Saccharomyces uvarum</i>	11.97 <b>B</b>
<i>Schizosaccharomyces pombe</i>	11.15 <b>C</b>
<i>Pichia angusta</i>	11.02 <b>CD</b>
<i>Kluyveromyces lactis</i>	10.70 <b>D</b>
<i>Metschnikowia fructicola</i>	10.16 <b>E</b>
<i>Saccharomyces cerevisiae 1</i>	9.59 <b>F</b>
<i>K. marxianus</i>	8.87 <b>G</b>
<i>S. cerevisiae 2</i>	8.14 <b>H</b>
<i>C. oleophila</i>	5.60 <b>I</b>
<i>Kloeckera apiculata</i>	5.01 <b>J</b>
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	4.75 <b>J</b>

Çizelge 4.9’den görülebileceği gibi; en duyarlı mayanın *P. anomalo* olduğu, bunu *S. uvarum* ve *S. pombe*’nin takip ettiği tespit edilmiştir. Ayrıca aynı cinse ait türlerin duyarlılık bakımından farklılık gösterdiği saptanmıştır ( $p < 0.01$ ). Denemedeki en dirençli mayanın *Candida albicans* ATCC 10231 olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra direnç bakımından ikinci ve üçüncü olan maya türlerinin sırasıyla *K. apiculata* ve *C. oleophila* olduğu kaydedilmiştir.

**Çizelge 4.10.** Mayalara Uygulanan Konsantrasyonlara ait Varyans Analiz Değerleri

<b>Konsantrasyon</b>	<b>Ortalama Değerler</b>
600 mg/mL (6.0 mg/disk)	18.32 <b>A</b>
300 mg/mL (3.0 mg/disk)	6.99 <b>B</b>
150 mg/mL (1.5 mg/disk)	2.13 <b>C</b>

Disk difüzyon yöntemi uygulamasında kullanılan üç farklı konsantrasyondan, mayalar üzerindeki en etkili dozun 600mg/ mL (6.0 mg/disk) olduğu, antifungal etkinin konsantrasyon düştükçe giderek azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.10).

#### 4.1.3. Test Küflerine ait Sonuçlar

Sumak ekstraktları ile yapılan ön denemeler sonucunda, küfler üzerine uygulanacak test dozlarının (2000, 1000 ve 500 mg/mL), bakteri ve mayalara kıyasla daha yüksek olması gerektiği belirlenmiştir. Bu doğrultuda uygulanan üç farklı konsantrasyonun küfler üzerindeki inhibisyon zon çapları Çizelge 4.11’de verilmiştir. Yapılan incelemede, genel anlamda sumak ekstraktlarının yüksek konsantrasyon uygulamasında bile engelleme etkisinin zayıf olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada kullanılan tüm ekstraktların en düşük konsantrasyonda (5 mg/disk), test küfleri üzerinde engelleyici etkiye sahip olmadığı gözlenmiştir.

Aseton ekstraktının yüksek doz (20 mg/disk) uygulaması ile, test küflerinin tamamında inhibisyon zonu oluşumu gözlenmiştir. Kaydedilen zon çaplarının 10-15 mm arasında olduğu tespit edilmiştir. En iyi engelleme etkisinin *Alternaria alternata* (15 mm) üzerinde görüldüğü belirlenmiştir. Buna karşılık, en zayıf etki *Aspergillus niger* ATCC 16604, *A.niger* ve *Penicillium citrinum* türleri üzerinde açığa çıkmıştır (10 mm zon). Ölçümlenen zon çaplarının, birbirine yakın olması ve hatta eşit zonlara rastlanması nedeniyle birçok test küfünün aseton ekstraktına duyarlılığının benzerlik gösterdiği söylenebilmektedir. Bu duruma örnek olarak; *Fusarium oxysporium* ve *A. versicolor* (13 mm) ile *A. fumigatus*, *A. parasiticus*, *P. chrysogenum* ve *P. roqueforti* (12 mm) gösterilebilir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11’de görülebileceği gibi; aseton ekstraktının ikinci dozunun (10 mg/disk) oldukça zayıf antifungal aktivite sergilediği tespit edilmiştir. Araştırmada kullanılan küfler arasından sadece *A. alternata*, *F. semitectum*, *A. versicolor* ve *P. roqueforti*’nin belirtilen miktara duyarlılık gösterirken, diğer küflerin dirençli yapıda olduğu saptanmıştır.

**Çizelge 4.11.** Sumak'ın Farklı Ekstraktlarının Test Küfleri Üzerindeki İnhibisyon Zon Çapları (mm).

	Aseton			Dietil eter			Etil alkol			Etil asetat		
	20 mg/disk	10 mg/disk	5 mg/disk	20 mg/disk	10 mg/disk	5 mg/disk	20 mg/disk	10 mg/disk	5 mg/disk	20 mg/disk	10 mg/disk	5 mg/disk
<i>Alternaria alternata</i>	15±0.9*	9±0.5	-	9±0.6	-	-	13±0.8	8±0.4	-	-	-	-
<i>Fusarium semitectum</i>	14±0.8	8±0.4	-	-	-	-	11±0.5	-	-	10±0.7	-	-
<i>F. oxysporium</i>	13±0.8	-	-	-	-	-	11±0.6	-	-	-	-	-
<i>Aspergillus fumigatus</i>	12±0.7	-	-	-	-	-	-	-	-	11±0.8	-	-
<i>A.niger</i> ATCC 16604	10±0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. niger</i>	10±0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. parasiticus</i> <sub>1</sub>	11±0.7	-	-	12±0.8	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. parasiticus</i> <sub>2</sub>	12±0.8	-	-	12±0.9	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. oryzae</i>	11±0.9	-	-	-	-	-	-	-	-	8±0.5	-	-
<i>A. versicolor</i>	13±0.78	8±0.3	-	16±0.9	9±0.6	-	-	-	-	14±0.8	9±0.6	-
<i>Penicillium chrysogenum</i>	12±0.6	-	-	14±0.7	9±0.5	-	8±0.4	-	-	13±0.9	9±0.5	-
<i>P.citrinum</i>	10±0.5	-	-	11±0.6	-	-	8±0.6	-	-	10±0.7	-	-
<i>P. roqueforti</i>	12±0.8	9±0.6	-	13±0.8	8±0.7	-	8±0.7	-	-	11±0.8	8±0.4	-

\* : ± Standart sapma (n=4)

-: Engelleme yok

Çizelge 4.11. devamı:

	Kloroform			Metanol			Su <sup>a</sup>			Su <sup>b</sup>		
	20 mg/disk	10 mg/disk	5 mg/disk	20 mg/disk	10 mg/disk	5 mg/disk	20 mg/disk	10 mg/disk	5 mg/disk	20 mg/disk	10 mg/disk	5 mg/disk
<i>Alternaria alternata</i>	-	-	-	14±0.7	9±0.4	-	12±0.6	8±0.4	-	10±0.5	-	-
<i>Fusarium semitectum</i>	11±0.6	9±0.5	-	12±0.6	8±0.4	-	-	-	-	-	-	-
<i>F. oxysporium</i>	9±0.7	-	-	10±0.7	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aspergillus fumigatus</i>	8±0.6	-	-	10±0.8	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A.niger</i> ATCC 16604	9±0.5	-	-	9±0.4	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. niger</i>	8±0.5	-	-	9±0.6	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. parasiticus</i> <sub>1</sub>	10±0.9	-	-	12±0.9	8±0.6	-	10±0.5	-	-	-	-	-
<i>A. parasiticus</i> <sub>2</sub>	10±0.7	-	-	13±0.8	8±0.4	-	10±0.7	-	-	-	-	-
<i>A. oryzae</i>	9±0.6	-	-	10±0.6	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. versicolor</i>	11±0.6	-	-	12±0.7	8±0.6	-	-	-	-	-	-	-
<i>Penicillium chrysogenum</i>	-	-	-	10±0.6	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P.citrinum</i>	-	-	-	12±0.8	9±0.9	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. roqueforti</i>	-	-	-	10±0.9	-	-	-	-	-	-	-	-

-: Engelleme yok

<sup>a</sup>: Soxhlet yöntemi<sup>b</sup>: Otoklav yöntemi

Aflatoksijenik küflerden *A. parasiticus*'un engellenmesinde konsantrasyon düşüü ile aseton ekstraktına olan duyarlılığını yitirmesi dikkate alınması gereken bir durumdur. Ancak iki kat konsantrasyonda sağlanan başarının da göz ardı edilmemesi ve uygulamaya aktarımında, toksidite ve ekonomik fizibilite çalışmaları ile desteklenmesi gerektiği düşünülmektedir.

Dietil eter ekstraktına ait engelleyici zon çapları incelendiğinde; 20 mg/disk denemesinde en büyük zonun (16 mm) *A. versicolor* tarafından oluşturulduğu ve duyarlılık bakımından ikinci sırayı *P. chrysogenum*'un (14 mm) aldığı belirlenmiştir. Ayrıca, asetonlu örnekte olduğu gibi, belirtilen ekstrakt ile de *A. parasiticus* suşlarının engellenebildiği gözlenmiştir. Aynı miktardaki etkileri karşılaştırıldığında, her iki çözücünün de benzer engelleme zonuna sahip olduğu gözlenmiştir (11-12 mm). Her iki ekstraktın bileşiminde yer alan etken maddelerin belirlenerek, bu maddelerin saf olarak da mikotoksijenik küfler üzerindeki etkilerinin incelenmesi, doğal antifungalların açığa çıkarılması adına önemli bir aşamadır. Buna karşın, aynı miktardaki (20 mg/disk) dietil eter ekstraktının *F. semitectum*, *F. oxysporium*, *A. fumigatus*, *A. niger* suşları ve *A. oryzae* üzerinde etkisiz olduğu da belirlenmiştir. Konsantrasyonu yarıya düşürüldüğünde (10 mg/disk) ise, sadece üç test küfü (*A. versicolor*, *P. chrysogenum* ve *P. roqueforti*) üzerinde zayıf bir engelleme gözlenmiştir.

Etil alkollü ekstraktın yüksek dozu ile yapılan denemede, en fazla engelleyici etki *A. alternata* üzerinde gözlenmişken (13 mm zon), test edilen tüm *Penicillium* cinsi küflere (8 mm) karşı düşük antifungal aktivite sergilediği belirlenmiştir. Aynı zamanda *Fusarium* türlerinin de etil alkol ekstraktına duyarlılık gösterdiği saptanmıştır (11 mm). Diğer yandan, araştırmada denenen en yüksek etil alkol konsantrasyonunun, *Aspergillus* cinsi küflerin gelişimi durdurmada yetersiz olduğu belirlenmiştir. Ekstraktın 10 mg/disk uygulaması, test küfleri üzerinde etkisiz doz olarak değerlendirilmiştir (*A. alternata* hariç; 8 mm zon).

Sumakın etil asetat ekstraktının ilk doz denemesi ile (20 mg/disk) küfler üzerinde 10-14 mm aralığında zon oluşumuna sebep olmuştur (Çizelge 4.11). En zayıf önleyici etki *A. oryzae* üzerinde gözlenmişken (8 mm), duyarlılık bakımından birinci sırayı *A. versicolor*'un aldığı (14 mm) saptanmıştır. Araştırmadaki *Aspergillus* türlerinden *A. fumigatus*'a karşı da etki gösterdiği (11 mm), ancak *A. niger* ve *A. parasiticus*

suşlarında antifungal aktivite sergileyemediği tespit edilmiştir. Aynı zamanda test küfleri arasından *F. semitectum* ve *Penicillium* türlerinin de etil asetatlı örneğe duyarlılık gösterdiği belirlenmiştir. Uygulama miktarının azalması durumunda (10 mg/disk), *Penicillium* türlerine (*P. citrinum* hariç) olan etkinin zayıfta olsa devam ettiği gözlenmiştir. Etil asetatın sumaktan ekstrakte ettiği maddelerin *Penicillium* cinsleri üzerinde incelenmeye değer olabileceği sonucu çıkarılmıştır.

Çizelge 4.11’de görüldüğü gibi, çözücü olarak kloroformun kullanıldığı ekstraktın yüksek miktarda (20 mg/disk) uygulanması durumunda, *A. alternata* ve *Penicillium* cinsine ait türlere karşı engelleme etkisi göstermezken, test materyali küfler arasından *F. semitectum* ve *A. versicolor*’ un en duyarlı türler olduğu belirlenmiştir (11 mm). Zon çapları incelendiğinde, yüksek konsantrasyonların bile düşük zon oluşumu göstermesi, kloroform ekstraktının zayıf antifungal karakterli olduğunu göstermektedir. Konsantrasyonun yarıya düşürülmesi sonucunda da bu etkinin ortadan kalktığı (*F. semitectum* hariç; 9 mm) görülmektedir. Bu durum beklenen bir sonuç olarak yorumlanmıştır.

Metanol ekstraktının test küflerinin tamamını engelleyebildiği dozun 20 mg/disk olduğu belirlenmiştir. Bu durumdan yola çıkılarak, metanolün, genellikle antifungal maddeleri ekstraksiyon kabiliyetinin olduğu söylenebilir. İnhibisyon zonu çaplarının 9-14 mm arasında değiştiği, en zayıf önleyici etkinin *A. niger* suşları üzerinde görüldüğü belirlenmiştir (9 mm). Deneme materyali küfler arasından *A. alternata*, duyarlılık bakımından birinci sırada yer alırken, *A. paraciticus*<sub>2</sub>’nin ikinci sırayı aldığı belirlenmiştir. Ayrıca, *A. paraciticus*<sub>2</sub> üzerinde en yüksek zon oluşumu kaydedilen ekstraktın metanol olduğu da saptanmıştır. Gıda sanayi için önemli risk grubunda yer alan *A. paraciticus*’un, belirlenen ekstrakt ile gelişiminin önlenmesi son derece önemli bir başarı olarak dikkate alınmalıdır. Sonucun değerlendirilmesinde, ekstrakttaki etken bileşiklerin belirlenmesinin yanı sıra, aflatoksin sentezine olan etkilerinin de incelenmesi önemli bir aşama olarak düşünülmektedir. Bununla birlikte, çalışmada incelenen *Penicillium* cinsi küfler içinden, *P. citrinum*’un diğerlerine kıyasla metanol ekstraktına daha fazla duyarlılık gösterdiği saptanmıştır. Benzer şekilde, *Fusarium* cinsleri kendi içinde kıyaslandığında *F. oxysporium*’un daha duyarlı olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.11).



Metanollü örneğin, diske emdirilen miktarının azaltılması (10 mg/disk) ile bazı küflere (*F. oxysporium*, *A. fumigatus*, *A. niger* suşları, *A. oryzae*, *P. chrysogenum* ve *P. roqueforti*) olan antifungal aktivitesinin de kayba uğradığı belirlenmiştir. Ancak *A. parasiticus* suşlarına olan etkinin zayıfta olsa devam etmesi, metanol ekstraktının bileşiminde söz konusu türlerin gelişimlerinin önlenmesinde etken olan maddeleri içermiş olma ihtimalinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Soxhelet yöntemi ile denenmiş su ekstraktının, en yüksek konsantrasyon uygulaması bile sadece *A. alternata* ve *A. parasiticus* suşları üzerinde etki göstermiştir. Aflatoksijenik etkili *A. parasiticus*'un söz konusu sulu ekstrakta olan duyarlılığı, gıda sanayi için oldukça avantajlı bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Denemedeki diğer küflerin söz konusu ekstrakta dirençli oldukları saptanmıştır. Çalışmadaki ikinci doz denemesi (10 mg/disk), *A. alternata* haricinde, küflere karşı herhangi bir antifungal aktivite sergilememiştir(Çizelge 4.11).

Sumaktan otoklavlama metodu ile elde edilmiş sulu ekstraktın, en yüksek dozu ile sadece *A. alternata* gelişimi zayıfta olsa engellenmiştir (10 mm). Bunun dışındaki tüm küfler yüksek konsantrasyonda dayanıklılık göstermiştir. Bu nedenle antifungal denemelerde, su ekstraktının otoklavlama yöntemi ile eldesinin uygun olmadığı tespit edilmiştir.

İnhibisyon zon çaplarından yola çıkılarak (Çizelge 4.11), araştırmada kullanılan her bir küf üzerinde en güçlü ve en zayıf etkiye sahip olan ekstraktlar belirlenerek aşağıda verilmiştir. *A. alternata* üzerine test edilen ekstraktlar arasından, aseton ve metanol ekstraktlarının diğerlerine kıyasla en güçlü etkiye sahip oldukları gözlenmiştir. Buna karşın, etil asetat ve kloroform ekstraktlarının engelleme gücüne sahip olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.11 incelendiğinde; *F. semitectum* ve *F. oxysporium* için en iyi engelleme etkisi aseton ekstraktı tarafından gerçekleştirilmiştir. Bunun yanı sıra etki bakımından ikinci sırayı *F. semitectum* için metanol, *F. oxysporium* için ise etil alkol ekstraktlarının aldığı tespit edilmiştir. Sulu ekstraktlar ise *Fusarium* cinsi küfler üzerinde etki göstermemiştir.

Ekstraktların *A. fumigatus* üzerindeki antifungal aktiviteleri kıyaslandığında; en güçlü etki aseton ekstraktı ile açığa çıkmıştır. Buna karşın dietil eter, etil alkol ve sulu ekstraktların herhangi bir engelleme etkisi göstermediği saptanmıştır.

Bu çalışmada kullanılan *A. niger* suşlarının her ikisi üzerinde de aseton ekstraktının etki yönünden birinci sırayı aldığı gözlenmiştir. Bunun yansısı diğer çözümler arasından sadece metanol ve kloroform ekstraktlarının antifungal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir.

Denemedeki *A.parasiticus*<sub>1</sub>'in en fazla dietil eter ve metanol ekstraktlarından etkilendiği, bunu aseton ekstraktının takip ettiği kaydedilmiştir. Diğer taraftan, *A.parasiticus*<sub>2</sub>'ye karşı birinci derecede etki gösteren ekstrakt metanol iken, ikinci sırayı aseton ve dietil eter ekstraktları almıştır. Test edilen çözümlerden etil alkol, etil asetat ve su (otoklav) ekstraktlarının, söz konusu her iki *A. parasiticus* suşu üzerinde etkisiz olduğu belirlenmiştir.

*A. oryzae* gelişimini önlemede, deneme materyali ekstraktlardan dört tanesinin etki gösterdiği saptanmıştır. Antifungal aktiviteye sahip ekstraktlardan birinci sırayı aseton alırken bunu metanol, kloroform ve etil asetat takip etmiştir.

*A. versicolor* üzerine uygulanmış test ekstraktlarının inhibisyon zon çapları Çizelge 4.11'den incelendiğinde; dietil eter ekstraktının en güçlü etkiye sahip olduğu gözlenmiştir. Ayrıca antifungal aktivite bakımından, etil asetat ve aseton ekstraktları sırasıyla ikinci ve üçüncü olarak kaydedilmiştir. Buna karşın etil alkol ve sulu ekstraktlar inhibisyon etkisi göstermemiştir. Sumakın etil alkol ekstraktının, araştırmada yer alan *Aspergillus* cinsi türlerin tamamına karşı herhangi bir önleyici etki göstermediği de gözlenmiştir.

*Penicillium* cinsi küfler üzerinde sumakın kloroform ve sulu ekstraktlarının etkisiz olduğu belirlenmiştir. *P. chrysogenum*'un en fazla dietil eter ekstraktına duyarlılık gösterdiği, bunu etil asetat ekstraktının takip ettiği kaydedilmiştir. *P. citrinum* üzerinde ise en iyi etkiyi metanol ekstraktı sergilemiştir. Diğer taraftan, *P. roqueforti*'ye etki bakımından birinci sırayı dietil eter ekstraktı alırken, ikinci sırayı aseton ekstraktı almıştır.

#### 4.1.3.1. Test Küflerine ait Sonuçların İstatistiksel Değerlendirilmesi

Küflere ait inhibisyon zonlarının istatistiksel olarak değerlendirildiği varyans analizleri Çizelge 4.12, 4.13, 4.14 ve 4.15'te verilmiştir.

**Çizelge 4.12.** Çözücü, Konsantrasyon ve Küfe ait Varyans Analizleri

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO
Çözücü	7	3038.27	434.04*
Küf	12	1367.76	113.98*
Konsantrasyon	2	8755.27	4377.64*
Çözücü*Küf	84	4400.32	52.38*
Çözücü*Konsantrasyon	14	2884.32	206.02*
Küf * Konsantrasyon	24	834.02	34.75*
Çözücü*Küf * Konsantrasyon	168	5151.56	30.66*
Hata	936	238.75	0.26

\* :  $p < 0.01$  düzeyinde önemli

Çizelge 4.12'de görüldüğü gibi çözücü, küf, konsantrasyon ve interaksiyonlarının  $p < 0.01$  düzeyinde önemli oldukları saptanmıştır.

**Çizelge 4.13.** Küflere Uygulanan Çözücülere ait Varyans Değerleri.

Çözücü	Ortalama Değerler
Metanol	4.98 <b>A</b>
Aseton	4.83 <b>B</b>
Dietil eter	2.87 <b>C</b>
Etil asetat	2.65 <b>D</b>
Kloroform	2.40 <b>E</b>
Etil alkol	1.73 <b>F</b>
Su <sup>a</sup>	1.03 <b>G</b>
Su <sup>b</sup>	0.26 <b>H</b>

<sup>a</sup>: Soxhlet yöntemi; <sup>b</sup>: Otoklav yöntemi

Denemede test edilen çözücülerin inhibisyon etkilerine göre sıralanması Çizelge 4.13'te verilmektedir. Ekstraksiyonda kullanılan çözücülerden antifungal aktivitesi en iyi olan çözücünün metanol olduğu bunu sırasıyla aseton, dietil eter, etil asetat, kloroform ve etil alkolün takip ettiği belirlenmiştir. Buna karşılık engelleyici etkisi en zayıf çözücünün su olduğu saptanmıştır. Soxhelet ve otoklavlama yöntemi ile elde edilen su ekstraktları arasındaki farklılığın  $p < 0.01$  önemlilik düzeyinde olduğu tespit edilmiş olup, küfler üzerindeki inhibisyon etkisi bakımından soxhelet yönteminin daha etkili olduğu görülmektedir.

**Çizelge 4.14.** Küflere ait Varyans Değerleri

Maya	Ortalama değerler
<i>Alternaria alternata</i>	4.50 <b>A</b>
<i>Aspergillus versicolor</i>	4.17 <b>B</b>
<i>Fusarium semitectum</i>	3.46 <b>C</b>
<i>Penicillium roqueforti</i>	3.26 <b>D</b>
<i>P. chrysogenum</i>	3.10 <b>D</b>
<i>A. parasiticus</i> <sub>2</sub>	2.70 <b>E</b>
<i>A. parasiticus</i> <sub>1</sub>	2.62 <b>E</b>
<i>P.citrinum</i>	2.53 <b>E</b>
<i>F. oxysporium</i>	1.79 <b>F</b>
<i>A. fumigatus</i>	1.69 <b>FG</b>
<i>A. oryzae</i>	1.60 <b>G</b>
<i>A. niger</i>	1.15 <b>H</b>
<i>A.niger ATCC 16604</i>	1.13 <b>H</b>

Küflerin sumak ekstraktlarına olan duyarlılıkları varyans analizi sonucunda harflendirilerek Çizelge 4.14'de verilmiştir. Duyarlılık bakımından ilk sırayı *A. alternata* alırken, *A. versicolor* ve *F. semitectum*'un bunu takip ettiği kaydedilmiştir. Test edilen *Penicillium* türlerinden *P. roqueforti* ve *P. chrysogenum* aynı duyarlılıkta gruplandırılırken, *P.citrinum*'un belirtilen türlere kıyasla daha dirençli olduğu varyans analiz sonucu açığa çıkmıştır. *Aspergillus* cinsi küfler kendi aralarında kıyaslandığında; en dirençli türün *A. niger*, en duyarlıların ise *A. parasiticus* suşları olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.15.** Küflere Uygulanan Konsantrasyonlara ait Varyans Analiz Değerleri

Konsantrasyon	Ortalama Değerler
2000 mg/mL (20 mg/disk)	6.23 <b>A</b>
1000 mg/mL (10 mg/disk)	1.55 <b>B</b>
500 mg/mL (5 mg/disk)	0.0 <b>C</b>

Disk difüzyon yöntemi uygulamasında kullanılan üç farklı konsantrasyondan, küfler üzerindeki en etkili dozun 2000mg/ mL (20 mg/disk) olduğu, en düşük doz uygulamasının ise herhangi bir engelleyici etki göstermediği saptanmıştır (Çizelge 4.15).

## 4.2. Tüp Seyreltme Yöntemi ile Belirlenen Sonuçlar

### 4.2.1. Test Bakterilerine ait Minimum İnhibitör Konsantrasyon (MİK) ve Minimum Bakterisidal Konsantrasyon Değerleri

Test ekstraktlarının bakteriler üzerindeki Minimum İnhibitör Konsantrasyon ve Minimum Bakterisidal Konsantrasyon değerleri Çizelge 4.16’de verilmiştir.

Sumakın aseton ekstraktının MİK ve MBK değerleri incelendiğinde; *E. coli* ATCC 25922’nin en düşük MİK (5 mg/mL) ve MBK (9 mg/mL) değerlerine sahip olduğu saptanmıştır. Söz konusu *E. coli* suşunun patojen bakteri olduğu dikkate alındığında, düşük miktarda asetonlu örnek ile engellenmenin gerçekleşmiş olması dikkate değer bir sonuç olarak ortaya çıkmaktadır. Diğer taraftan en yüksek değerlerin *L. monocytogenes* (50 mg/mL MİK; 75 mg/mL MBK) üzerinde açığa çıktığı tespit edilmiştir. MBK’lar dikkate alındığında; aseton ekstraktına en duyarlı tür *E. coli* ATCC 25922 iken, en dirençli tür *L. monocytogenes* olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan, *E. coli* ATCC 35218 ve *E. faecalis*’in MİK (15 mg/mL) ile MBK (25 mg/mL) uygulamalarının eşit olduğu, benzer durumun *P. mirabilis* ve *S. aureus* ATCC 33862 (35 mg/mL MİK; 55 mg/mL MBK) üzerinde de görüldüğü belirlenmiştir (Çizelge 4.16).

Dietil eter ekstraktı MİK ve MBK değerleri aralığının sırasıyla 5-55 mg/mL ve 8-95 mg/mL olduğu gözlenmiştir. En yüksek MİK (55 mg/mL) ve MBK (95 mg/mL)’larının *S. enteritidis* ATCC 13076 üzerinde belirlendiği tespit edilmiştir. Buna karşılık *P. mirabilis* ve *Y. enterocolitica*, dietil eter ekstraktı uygulamasında en düşük MİK değerine (5 mg/mL) sahip olan bakteriler olarak belirlenmiştir. Ancak, söz konusu bakterilerde, sırasıyla 10 mg/mL ve 8 mg/mL konsantrasyonlarının MBK değerini verdiği saptanmıştır (Çizelge 4.16).

**Çizelge 4.16.** Sumak'ın Farklı Ekstraktlarının Test Bakterileri Üzerindeki Minimum İnhibisyon Konsantrasyon ve Minimum Bakterisidal Konsantrasyon Değerleri (mg/mL).

Bakteri	Aseton		Dietil eter		Etil alkol		Etil asetat		Kloroform		Metanol		Su <sup>a</sup>		Su <sup>b</sup>	
	MIC	MBC	MIC	MBC	MIC	MBC	MIC	MBC	MIC	MBC	MIC	MBC	MIC	MBC	MIC	MBC
<i>Bacillus cereus</i>	40	70	30	55	50	85	45	80	150	250	35	65	35	70	60	100
<i>Enterococcus faecalis</i>	15	25	20	35	10	15	25	40	60	90	25	30	80	125	90	150
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	5	9	15	25	40	65	30	55	60	100	10	20	40	75	45	80
<i>E. coli</i> ATCC 35218	15	25	20	40	30	50	20	35	300	500	10	15	60	80	50	95
<i>E. coli</i> O157	20	30	25	45	10	15	15	30	350	600	30	45	5	9	6	10
<i>E. coli</i> TipI	10	15	30	55	60	75	45	85	150	230	35	60	20	35	30	55
<i>Listeria monocytogenes</i>	50	75	15	30	40	70	30	45	100	180	25	45	60	95	70	115
<i>Proteus mirabilis</i>	35	55	5	10	15	25	30	50	250	415	25	30	40	75	65	125
<i>Salmonella enteritidis</i> ATCC 13076	40	65	55	95	35	55	45	80	150	240	15	25	65	90	95	140
<i>Salmonella enteritidis</i>	30	50	25	45	15	30	50	95	65	100	10	15	40	75	60	105
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 33862	35	55	20	35	25	40	35	60	40	70	10	55	45	80	50	90
<i>Yersinia enterocolitica</i>	35	65	5	8	20	35	25	40	175	280	30	50	30	55	35	60

<sup>a</sup>: Soxhlet yöntemi

<sup>b</sup>: Otoklav yöntemi

Antibiyotiklere olan direnci yüksek olan ve insanlarda ciddi böbrek enfeksiyonlarına neden olan *P. mirabilis*'in, 10 mg/mL dietil eter ekstraktı ile tamamen engellenmesi farmakolojik olarak önemli bir sonuçtur. Dietil eterin sumaktan izole ettiği maddelerin, saflaştırılarak ilaç sanayinde kullanıma yönelik uygulamalarının söz konusu olabileceği düşünülmektedir. Benzer şekilde, *Y. enterocolitica* gelişiminin 8 mg/ mL dozunda tamamen önlenmiş olması da değerlendirmeye alınması gereken bir durumdur. Dietil eter ekstraktına ait MBK değerleri kıyaslandığında, *B. cereus* ve *E. coli* Tip I'in eşit doz uygulaması (55 mg/mL) ile gelişimlerinin tamamen engellendiği tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra test edilen 45 mg/mL dozu *E. coli* O157 ve *S. enteritidis* üzerinde MBK olarak belirlenmişken, 35 mg/mL'nin *E. faecalis* ve *S. aureus* ATCC 33862'ye ait MBK olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16'da görülebileceği gibi, etil alkol ekstraktının 10 mg/mL'lik konsantrasyonu *E. faecalis* ve *E. coli* O157 üzerinde MİK olarak etki göstermiş olup, 15 mg/mL (MBK) uygulanmasında ise gelişimleri tamamen engellenmiştir. Belirtilen bu dozların etil alkol ekstraktı için en düşük MİK ve MBK değerleri olduğu gözlenmiştir. En yüksek MİK değerinin 60 mg/mL olarak belirlendiği ve bu dozun *E. coli* Tip I için MİK değeri olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan en yüksek MBK (85 mg/mL) ise *B. cereus* üzerinde saptanmıştır. Etil alkol ekstraktının *E. coli* ATCC 25922 ve *L. monocytogenes* üzerindeki MİK düzeylerinde eşitlik (40 mg/mL) olmasına rağmen, MBK değerlerinde farklılık (sırasıyla 65 mg/mL ve 70 mg/mL) gözlenmiştir.

Test ekstraktları arasından etil asetatın, MİK ve MBK'ları incelendiğinde; *E. coli* O157'nin en düşük MİK (15 mg/mL) ve MBK (30 mg/mL) değerine sahip olması nedeniyle duyarlılıkta birinci sırayı almıştır. Deneme materyali bakteriler arasından *S. enteritidis*'in ise en yüksek MİK ve MBK değerlerine sahibi olması sonucunda etil asetat ekstraktına dirençli tür olarak tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra MBK belirlenme denemelerinde, *B. cereus* ve *S. enteritidis* ATCC 13076 için eşit doz uygulamasının (80 mg/mL) yeterli olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde *E. faecalis* ve *Y. enterocolitica*'nın da aynı konsantrasyonda (40 mg/mL) tamamen engellendiği saptanmıştır (Çizelge 4.16). *B. cereus* ve *S. enteritidis* ATCC 13076'nın, belirtilen bakteri türlerine kıyasla iki kat daha fazla miktarda etil asetat ekstraktı ile engellenebilmesi ekstrakta karşı son derece dayanıklı olduklarının göstergesi olarak yorumlanmaktadır. *S. enteritidis* ATCC 13076'nın, sporlu bir bakteri olan *B. cereus* ile aynı direnci göstermesi dikkat çekicidir.

Kloroform ekstraktının, diğer ekstraktlara göre daha yüksek konsantrasyonlarda inhibitör ve bakterisidal etki gösterdiği belirlenmiştir. MİK değerlerinin 40-350 mg/mL arasında, MBK değerlerinin ise 70-600 mg/mL aralığında olduğu tespit edilmiştir. Belirtilen ekstraktın en düşük MİK ve MBK uygulamasının *S. aureus* ATCC 33862 üzerinde olduğu, en yüksek MİK ve MBK değerlerinin ise *E. coli* O157 üzerinde kaydedildiği belirlenmiştir. Kloroform ekstraktının MBK değerleri incelendiğinde *E.coli* ATCC 25922 ve *S. enteritidis*'in, aynı dozda (100 mg/mL) kloroform ekstraktı ile engellenebildiği gözlenmiştir.

Metanollü örneğin istatistiksel olarak da bakteriler için en etkili ekstrakt olması ile MİK ve MBK düzeylerinin de aynı sonucu yansıttığı belirlenmiştir. En alt sınırdaki MİK değerinin (10 mg/mL) birden çok bakteri (*E. coli* ATCC 35218, *E. coli* ATCC 25922 ve *S. enteritidis* suşları ) üzerinde belirlendiği gözlenmiştir. En yüksek MİK'e (35 mg/mL) ise, *B. cereus* ve *E. coli* Tip I'in sahip olduğu kaydedilmiştir. MBK belirlemek üzere yapılan denemelerde, *E. coli* ATCC 35218 ve *S. enteritidis* ATCC 13076, diğer bakterilere kıyasla en düşük doz uygulaması (15 mg/mL) ile tamamen engellendiğinden, metanol ekstraktına en duyarlı türler olarak tespit edilmiştir. MBK değeri en yüksek (65 mg/mL) olan türün ise *B. cereus* olması nedeniyle, söz konusu ekstrakta en dayanıklı tür olarak tespit edilmiştir.

Araştırmada kullanılan her iki su ekstraktına ait denemelerde, en düşük MİK ve MBK değerlerine sahip olan *E. coli* O157 en duyarlı bakteri olarak belirlenmiştir. Soxhelet yöntemi ile elde edilmiş sulu ekstrakta ait en yüksek MİK ve MBK değerleri *E. faecalis* (80 mg/mL ve 125 mg/mL) üzerinde kaydedilmiştir. MBK düzeyleri incelendiğinde, *E. coli* ATCC 35218 ve *S. aureus* ATCC 33862'nin aynı konsantrasyonda (80 mg/mL) tamamen engellendiği, benzer şekilde *E. coli* ATCC 25922 ile *P. mirabilis*'in de eşit oranda (75 mg/mL) etkilendiği belirlenmiştir (Çizelge 4.16).

Otoklavlama metodu sonucu elde edilen sulu ekstrakt denemesinde, *S. enteritidis* ATCC 13076'nın en yüksek MİK değerine (95 mg/mL) sahip olduğu, buna karşın maksimum MBK değerinin (150 mg/mL) *E. faecalis* üzerinde açığa çıktığı gözlenmiştir.



Sumak ekstraktlarının test bakterileri üzerindeki MİK ve MBK değerleri Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de grafiksel olarak verilmiştir. Görüntü olarak kolay anlaşılabilir olması açısından MİK ve MBK değerlerinin 1/log alınarak, etkili olan ekstraktların ön plana çıkarılması sağlanmıştır.

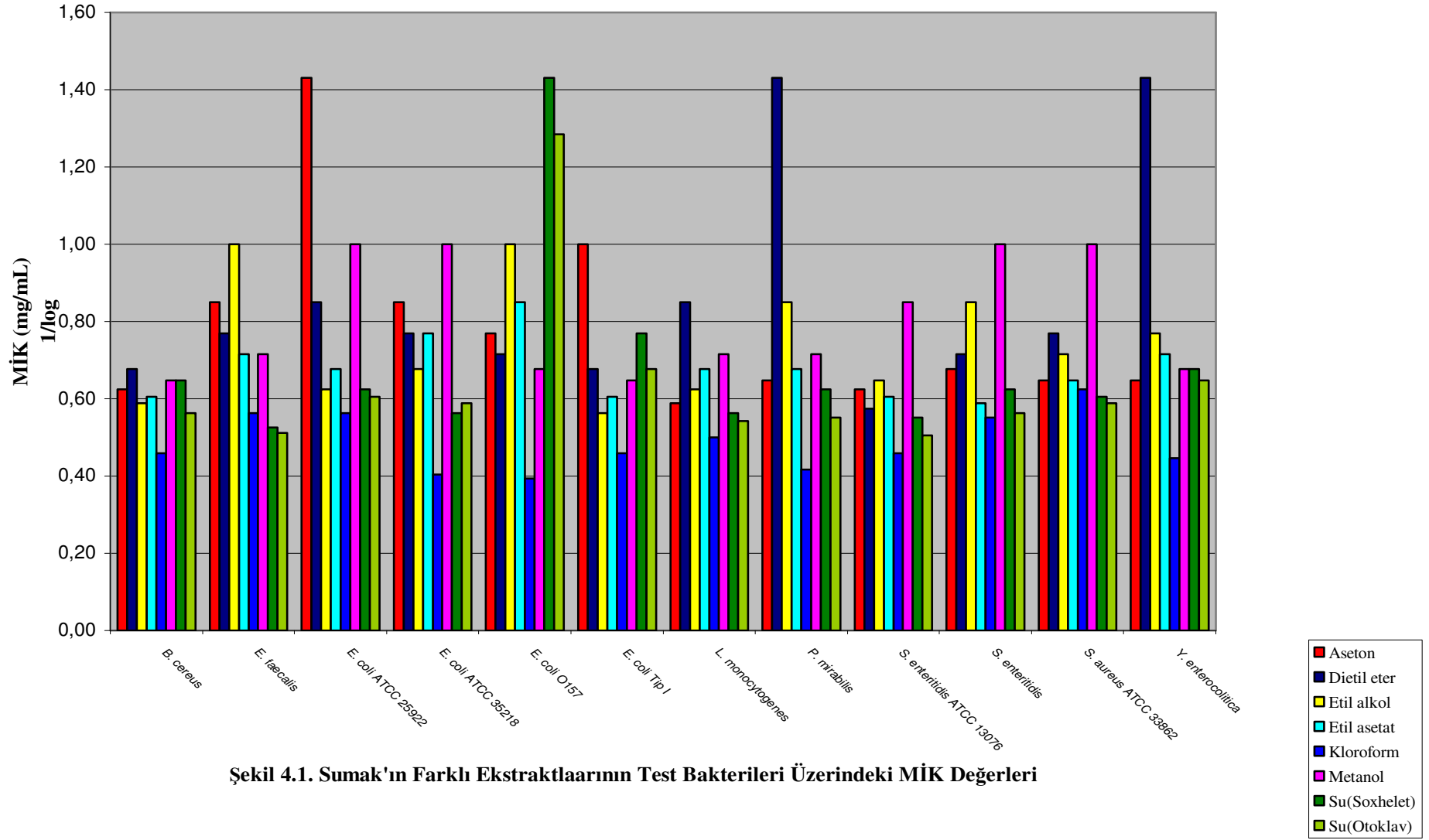
Deneme materyali olarak kullanılan her bir bakterinin, ekstraktlara olan duyarlılıkları farklılık göstermiştir. Şekil 4.2’den görülebileceği gibi; kloroform ekstraktının, araştırmadaki bakteriler (*E. faecalis*, *S. enteritidis* ve *S. aureus* hariç) üzerinde en yüksek MBK’ya sahip olması nedeniyle, diğer çözücülere kıyasla antibakteriyel özelliği en zayıf ekstrakt olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra su ekstraktları arasında soxhelet yöntemi uygulanan ekstraktın, otoklav yöntemine göre daha etkili olduğu açıkça görülmektedir.

*B. cereus*’un tamamen engellenmesinde, dietil eter ekstraktının en güçlü aktiviteye sahip olduğu Şekil 4.2’de görülmektedir. Bunun yanı sıra, aseton ve su (soxhelet yöntemi) ekstraktının eşit doz (70 mg/mL) uygulamasının MBK olarak belirlendiği tespit edilmiştir.

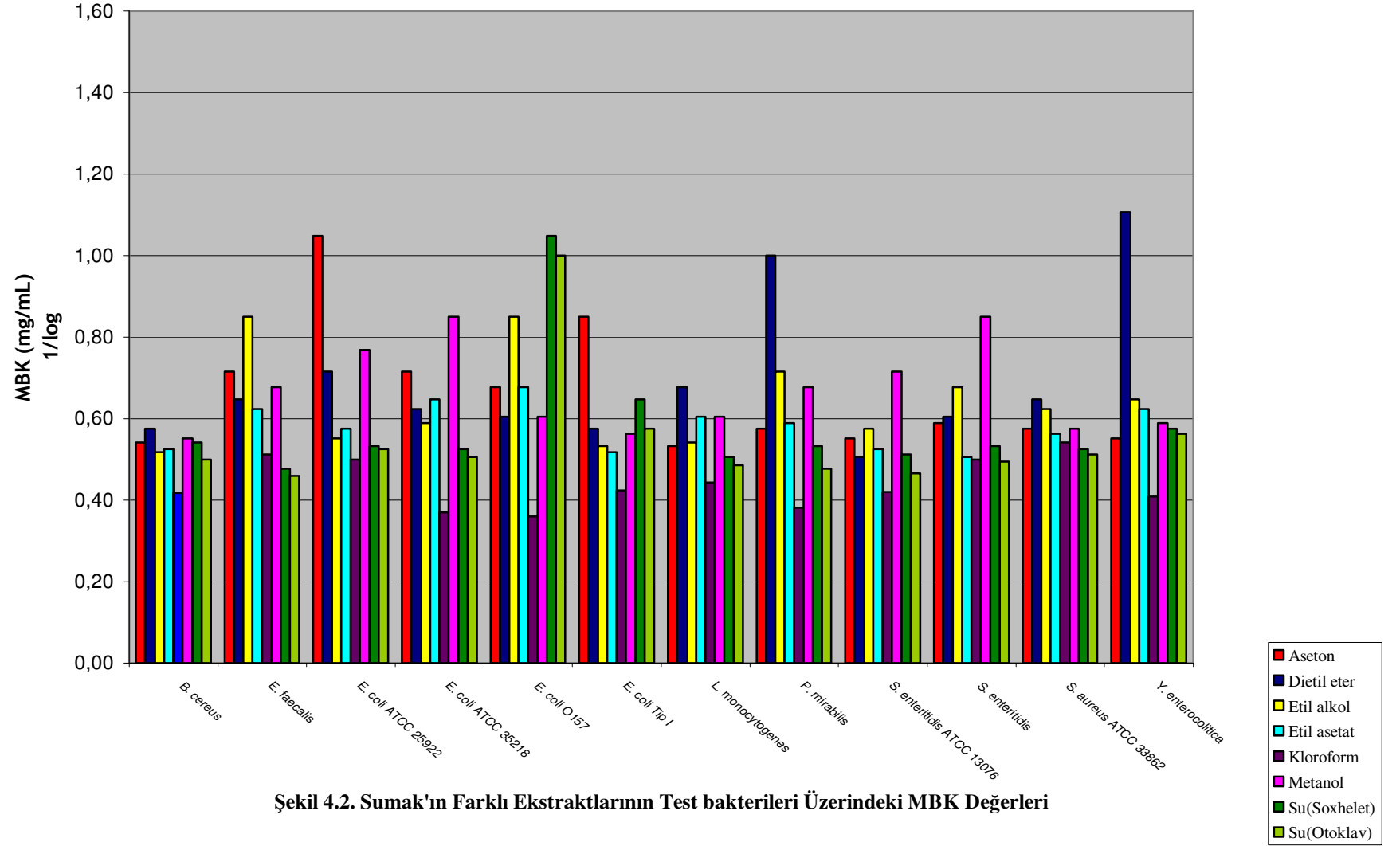
*E. faecalis*’in MBK uygulamaları değerlendirildiğinde, sulu ekstraktların diğerlerine kıyasla daha yüksek konsantrasyonda gelişimi tamamen engelleyebildiği belirlenmiştir. Diğer taraftan en güçlü etkiye etil alkol ekstraktının sahip olduğu ve bunu aseton ile metanol ekstraktlarının takip ettiği gözlenmiştir (Şekil 4.2).

Şekil 4.2’de görülebileceği gibi, test ekstraktları arasında aseton ekstraktının *E. coli* ATCC 25922’ye karşı en güçlü etkiyi gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca metanol ve dietil eter ekstraktının da, diğer çözücü ekstraktlarına kıyasla daha etkili olduğu saptanmıştır.

*E. coli* ATCC 3218’in, kloroform ekstraktına oldukça dirençli iken, en fazla duyarlılığı metanol ekstraktında gösterdiği tespit edilmiştir. Duyarlılık bakımından ikinci ve üçüncü sırayı, aseton ve etil asetat almıştır. Su ekstraktlarının etkisi ise, kloroformdan sonra düşük olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.1. Sumak'ın Farklı Ekstraktlarının Test Bakterileri Üzerindeki MİK Değerleri



Bu araştırmada test bakterileri arasından en yüksek MBK düzeyini (600mg/mL) kloroform ekstraktı ile *E. coli* O157 üzerinde gözlenmiştir. Buna karşın, aynı bakteri üzerinde en güçlü antibakteriyel etkinin su ekstraktları tarafından meydana gelmesi dikkate değer bulunmuştur. Bu örneklerden, soxhelet yöntemi ile elde edilen ekstraktın daha düşük MBK değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada sulu ekstraktların sergilediği zayıf antibakteriyel etkinin aksine, *E. coli* O157 üzerinde son derece güçlü bir aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Genel olarak belirtilen mikroorganizmanın kloroform ekstraktı dışındaki diğer çözücü ekstraktlarına karşı oldukça duyarlı olduğu Şekil 4.2'den de görölmektedir. Ayrıca çalışmada kullanılan tüm *E. coli* türleri arasından *E. coli* O157'nin, kloroform ekstraktı dışındaki tüm sumak ekstraktlarından en fazla etkilenen tür olduğu da belirlenmiştir. Bir başka önemli suş olan *E. coli* Tip I üzerine en güçlü önleyici etki aseton ekstraktı ile açığa çıkmıştır. Aynı zamanda sulu ekstraktların, antibakteriyel aktivite bakımından ikinci sırada olduğu gözlenmiştir. Sumakın sulu ekstraktları ile her iki *E. coli* suşunun gelişiminin önlenmesi konusunda oldukça önemli sonuçlara ulaşıldığı görölmektedir.

*L. monocytogenes* üzerine test edilen ekstraktlar kıyaslandığında, dietil eter ekstraktının en düşük MBK değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan etil asetat ve metanol ekstraktlarının, aynı dozda (45 mg/mL) önleyici etki oluşturduğu saptanmıştır. Kloroform ve sulu ekstraktların, birçok bakteriye karşı olduğu gibi zayıf etki gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.2).

Şekil 4.2'den görölebileceği gibi, *P. mirabilis*'in sumak ekstraktları arasından, en fazla dietil eter ekstraktına duyarlılık gösterdiği tespit edilmiştir. Diğer taraftan kloroform ekstraktının oldukça zayıf etki sergilediği belirlenmiştir.

Araştırmada kullanılan *S. enteritidis* suşları birbiri ile kıyaslandığında, *S. enteritidis* ATCC 13076'nın sumak ekstraktlarına karşı daha dirençli olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.2). Her iki suş üzerinde de en iyi etkiyi oluşturan ekstrakt, metanol ekstraktı olarak tespit edilmiştir. En zayıf etkiyi, *S. enteritidis* ATCC 13076 üzerinde kloroform ekstraktı, diğer suş için ise su (soxhelet) ekstraktı göstermiştir.

Sumak ekstraktlarından sulu ekstraktların, *S. aureus* üzerinde kloroformdan daha zayıf etki gösterdiği kaydedilmiştir (Şekil 4.2). MBK düzeyleri irdelendiğinde, dietil eter ekstraktının en düşük değere sahip olduğu, etil alkol ekstraktının da ikinci sırada yer aldığı belirlenmiştir.

*Y. enterocolitica* üzerinde denenen ekstraktlardan, dietil eter ekstraktının oldukça güçlü etki sergilediği gözlenmiştir. Aynı zamanda söz konusu ekstraktın diğer bakteriler üzerindeki MBK değerleri dikkate alındığında, en düşük MBK *Y. enterocolitica* üzerinde açığa çıkmıştır.

#### 4.2.2. Test mayalarına ait Minimum İnhibitör Konsantrasyon (MİK) ve Minimum Fungisidal Konsantrasyon Değerleri

Test ekstraktlarının mayalar üzerindeki Minimum İnhibitör Konsantrasyon ve Minimum Fungisidal Konsantrasyon değerleri Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Aseton ekstraktı MİK ve MFK değerlerinin sırasıyla 4-100 mg/mL ve 6-170 mg/mL aralığında olduğu gözlenmiştir. En yüksek MİK (100 mg/mL) ve MFK (170 mg/mL)’larının *S. cerevisiae*<sub>2</sub> üzerinde belirlendiği tespit edilmiştir. *K. marxianus* ve *M. fructicola* türleri en düşük MİK (4 mg/mL) düzeyine sahip mayalar olarak belirlenmiştir. Ancak söz konusu mikroorganizmalarda, sırasıyla 6 mg/mL ve 8 mg/mL uygulamalarının MFK değerini verdiği saptanmıştır (Çizelge 4.17). Aseton ekstraktına ait bu değerlerin araştırmada belirlenmiş olan en alt sınır düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, *K. marxianus* ve *M. fructicola*’nın engellenmesinde en başarılı çözücünün aseton olduğu kanısına varılmıştır. Söz konusu ekstraktın 50 mg/mL uygulaması ile *C. oleophila*, *K. apiculata*, *S. uvarum* ve *S. pombe* üzerinde MİK etkisi oluşturduğu gözlenmiştir. Benzer şekilde *Pichia* türlerinin de eşit dozda (20 mg/mL) MİK’a ulaştığı gözlenmiştir. Ancak MFK değerleri incelendiğinde, yukarıda sözü geçen mayalar arasından sadece *K. apiculata* ve *S. pombe*’nin aynı duyarlılığa sahip olduğu (MFK 90 mg/mL) tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.17.** Sumak'ın Farklı Ekstraktlarının Test Mayaları Üzerindeki Minimum İnhibisyon Konsantrasyon ve Minimum Fungisidal Konsantrasyon Değerleri (mg/mL).

Maya	Aseton		Dietil eter		Etil alkol		Etil asetat		Kloroform		Metanol		Su <sup>a</sup>		Su <sup>b</sup>	
	MIC	MFC	MIC	MFC	MIC	MFC	MIC	MFC	MIC	MFC	MIC	MFC	MIC	MFC	MIC	MFC
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	75	130	120	215	45	85	100	185	150	275	60	100	650	1150	2200	2800
<i>C. oleophila</i>	50	95	100	185	25	45	75	135	100	170	50	85	600	1050	1900	2750
<i>Kloeckera apiculata</i>	50	90	150	270	60	100	30	55	200	345	40	65	1800	2400	2000	2500
<i>Kluyveromyces lactis</i>	5	9	15	25	10	15	5	10	20	35	15	20	25	45	30	50
<i>K. marxianus</i>	4	6	20	40	10	20	10	15	25	40	20	35	30	60	35	70
<i>Metschnikowia fructicola</i>	4	8	5	10	400	730	300	495	50	90	280	470	8	15	10	20
<i>Pichia angusta</i>	20	35	6	10	5	8	45	85	40	70	10	20	15	25	20	35
<i>P. anomalo</i>	20	30	7	15	6	10	30	50	25	40	10	15	15	25	15	30
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> <sub>1</sub>	75	110	150	265	90	155	130	235	450	760	300	515	500	870	600	1050
<i>S. cerevisiae</i> <sub>2</sub>	100	170	350	590	150	265	200	355	600	1100	500	900	650	1200	750	1300
<i>S. uvarum</i>	50	85	150	250	75	120	100	185	250	425	200	330	400	710	450	840
<i>Schizosaccharomyces pombe</i>	50	90	100	175	60	100	70	110	350	580	150	255	500	875	500	950

<sup>a</sup>: Soxhlet yöntemi

<sup>b</sup>: Otoklav yöntemi

Çizelge 4. 17 incelendiğinde, dietil eter ekstraktına en dirençli maya olarak *S. cerevisiae*<sub>2</sub> belirlenmiştir (350 mg/mL MİK; 590 mg/mL MFK). *K. apiculata*, *S. cerevisiae*<sub>1</sub> ve *S. uvarum* türlerinin eşit düzeyde (150 mg/mL) MİK'e sahip olduğu, ancak MFK'larının farklılık gösterdiği (sırasıyla 270 mg/mL, 265 mg/mL ve 250 mg/mL) açığa çıkmıştır. MİK değerleri ortak olan *C. oleophila* ve *S. pombe* (100 mg/mL) içinde benzer durumun geçerli olduğu gözlenmiştir. MFK değerleri dikkate alındığında, *C. oleophila* aseton ekstraktına daha fazla direnç göstermiştir. Test bakterileri arasından *M. fructicola* ve *P. angusta* dietil eter ekstraktına en duyarlı türler olarak saptanmıştır (MFK- 10 mg/mL).

Araştırmada test edilen ekstraktlardan etil alkollü örneğin MİK ve MFK'ları Çizelge 4. 17'den incelendiğinde, *M. fructicola*'nın diğer mayalara göre daha yüksek miktarda uygulanması ile gelişiminin önlenemediği belirlenmiştir (400 mg/mL MİK; 730 mg/mL MFK). *Pichia* cinsine ait türleri ise, oldukça düşük dozda (8 mg/mL ve 10 mg/mL) MFK'ya ulaştığı gözlenmiştir. Ayrıca *K. apiculata* ve *S. pombe*'nin eşit MİK (60 mg/mL) ve MFK (100mg/mL) değerine sahip olduğu saptanmıştır. *Kluyveromyces* türlerinin MİK'lerinin eşit olduğu (10 mg/mL), ancak farklı konsantrasyonlarda (15 ve 20 mg/mL) fonksiyonel etkiye maruz kaldıkları gözlenmiştir.

Etil asetat ekstraktının 100 ve 185 mg/mL uygulamalarının *C. albicans ATCC 10231* ve *S. uvarum* üzerinde sırasıyla MİK ve MFK etkisi oluşturduğu ve dolayısıyla belirtilen mayaların etil alkol ekstraktına benzer duyarlılık gösterdiği belirlenmiştir. Diğer taraftan *K. apiculata* ve *P. anomalo*'nın aynı doz ile MİK' e ulaştığı (30 mg/mL), ancak MBK'nın farklı (sırasıyla 55 ve 50 mg/mL) olduğu kaydedilmiştir. Etil asetat ekstraktına ait doz denemelerinde en yüksek MİK (300 mg/mL) ve MFK (495 mg/mL) değerinin *M. fructicola* üzerinde saptanmıştır. En düşük değerlerin ise (5 mg/mL MİK; 10 mg/mL MFK) *K. lactis*'e karşı açığa çıktığı tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra *K. marxianus*'un, etil asetat ekstraktına duyarlılık bakımından ikinci sırayı aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4. 17'den de görülebileceği gibi, kloroform ekstraktı MİK değerlerinin 20-600 mg/mL arasında, MFK değerlerinin ise 35-1100 mg/mL aralığında olduğu kaydedilmiştir. Söz konusu ekstraktın en düşük MİK (20 mg/mL) ve MBK (35 mg/mL) uygulamasının *K. lactis* üzerinde olduğu, ayrıca kloroform ekstraktına duyarlılıkta *K. marxianus* ve *P.*

*anomalo*'nun ikinci sırada yer aldığı belirlenmiştir. Kloroform ekstraktına en dirençli maya olarak *S. cerevisiae*<sub>2</sub> belirlenmiş olup, MİK ve MFK değerlerinin sırasıyla 600 ve 1100 mg/mL olduğu saptanmıştır.

Metanol ekstraktına ait doz denemelerinde, en düşük MİK(10 mg/mL) ve MFK değeri (15 mg/mL) *P. anomalo* üzerinde kaydedilmiştir. Çalışmadaki diğer *Pichia* türünde (*P. angusta*) 15 mg/mL' nin MİK olduğu, ancak MFK'da farklılık (20 mg/mL) görüldüğü tespit edilmiştir. Metanol ekstraktının en zayıf etkiyi *S. cerevisiae*<sub>2</sub> üzerinde sergilemiştir (500 mg/mL MİK; 900 mg/mL MFK).

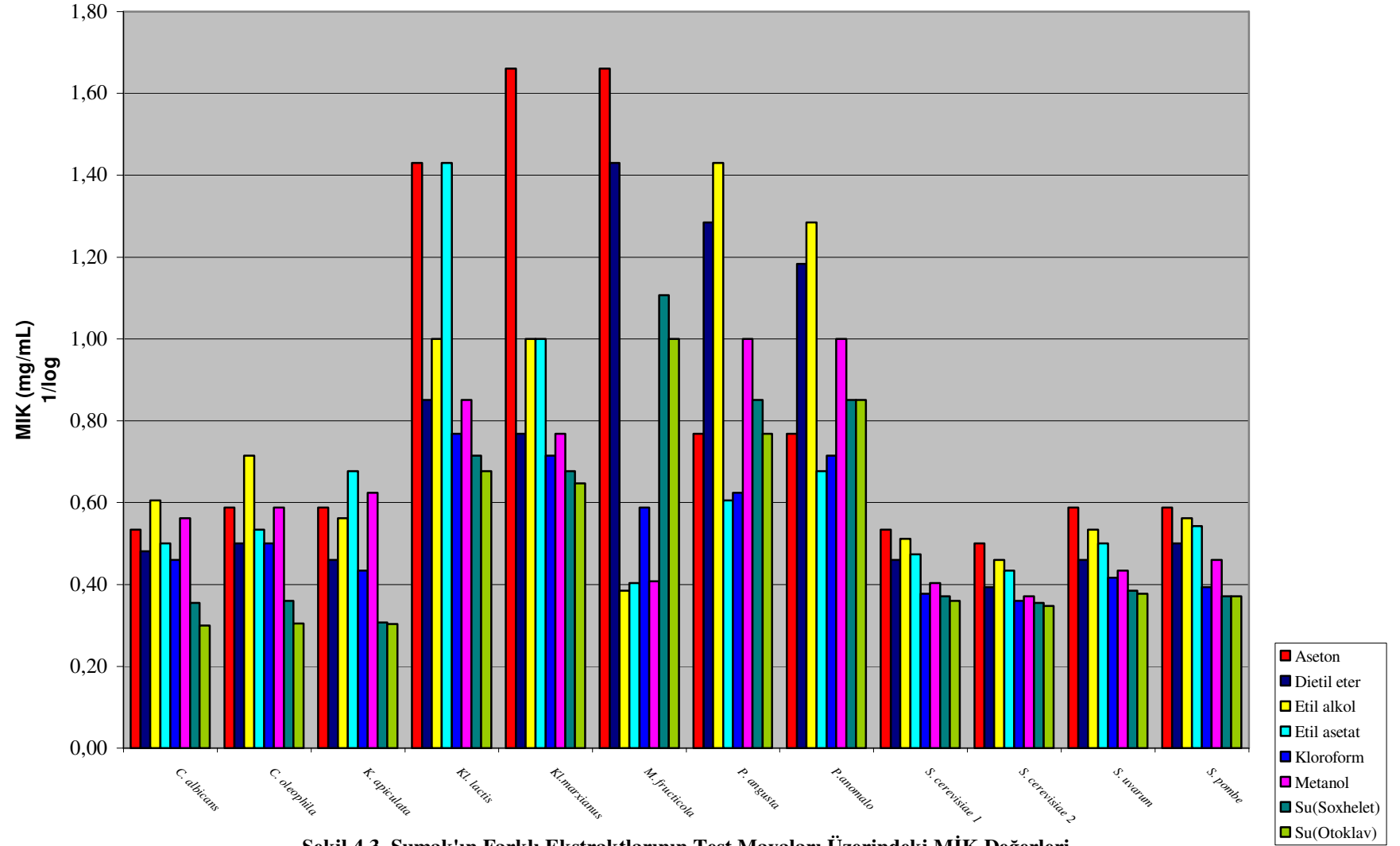
Soxhelet yöntemi ile elde edilen su ekstraktının, test mayaları arasından *K. apiculata* üzerinde en yüksek MİK (1800 mg/mL) ve MFK (2400 mg/mL) düzeylerine ulaştığı gözlenmiştir. Buna karşın otoklav metodunun kullanıldığı su ekstraktının, en zayıf etkiyi *C. albicans* ATCC 10231 üzerinde gösterdiği (2200 mg/mL MİK; 2800 mg/mL MFK) kaydedilmiştir. Ayrıca her iki sulu ekstraktının da, en düşük MİK ve MFK değerlerinin *M. fructicola* üzerinde görüldüğü belirlenmiştir (Çizelge 4.17). Çalışmadaki *Pichia* cinsine ait türlere karşı ise, aynı miktardaki su ekstraktının MİK(15 mg/mL) ve MFK (25 mg/mL) etkisi gösterdiği tespit edilmiştir. MİK değerleri incelendiğinde; 500 mg/mL doz uygulamasının *S. cerevisiae*<sub>1</sub> ve *S. pombe* için, 650 mg/mL'nin ise *C. albicans* ATCC 10231 ve *S. cerevisiae*<sub>2</sub>'ye ait MİK değerleri olduğu saptanmıştır. Ancak belirtilen maya çiftlerinin MİK değerleri aynı olmasına rağmen, MFK düzeylerinin eşit olmadığı gözlenmiştir(Çizelge 4.17). Otoklavlama metodunun denendiği su ekstraktının, genel olarak soxhelet yönteminin sergilemiş olduğu etkilere benzer bir aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir.

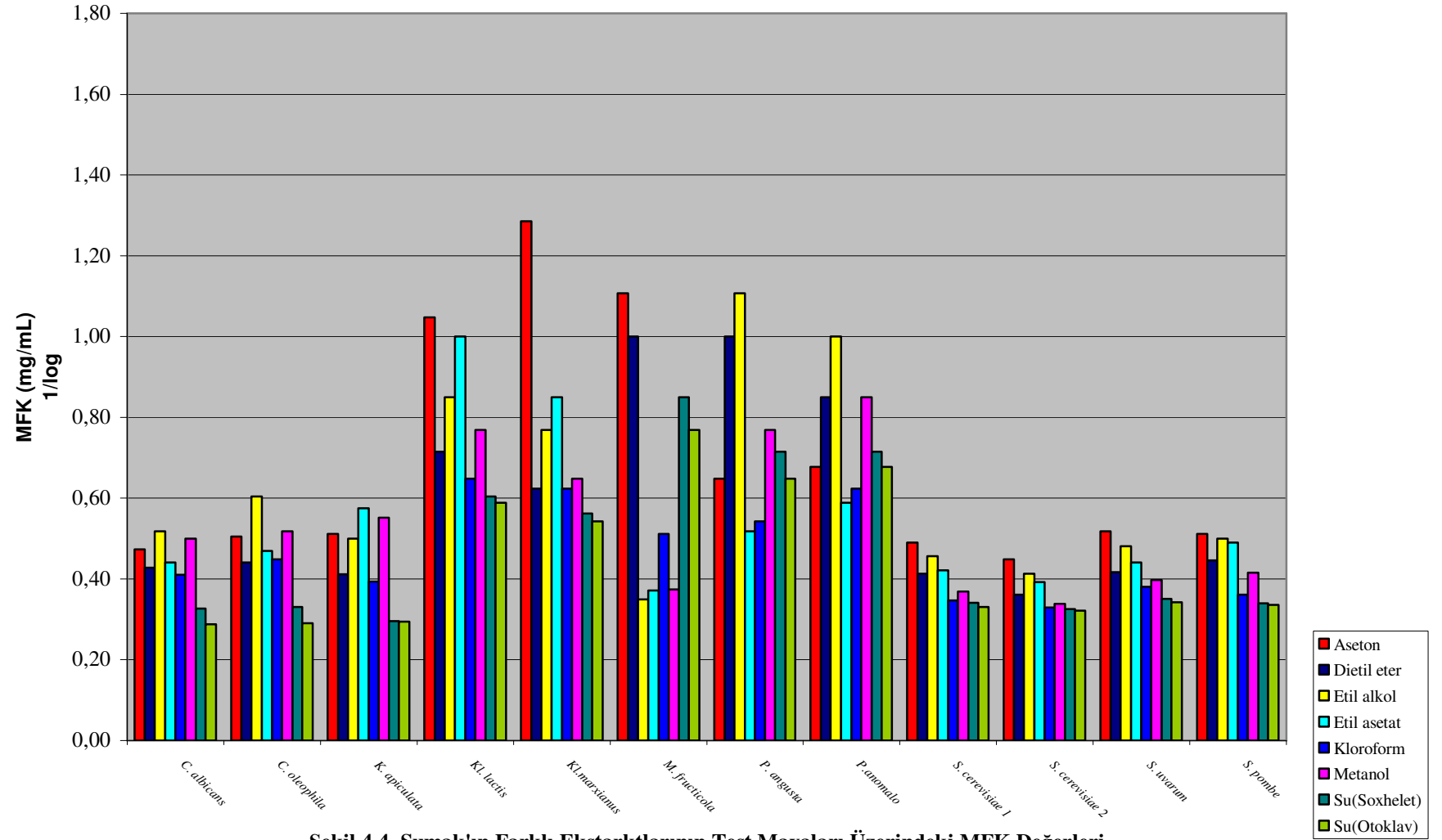
Doz denemeleri ile elde edilen MİK ve MFK değerleri Şekil 4.3 ve Şekil 4.3'de grafiksel olarak verilmiştir. Söz konusu şekiller incelendiğinde, mayalarda da bakterilerde olduğu gibi MİK ve MFK sonuçlarının bir biri ile paralellik gösterdiği belirlenmiştir.

Deneme materyali olarak kullanılan her bir mayanın, ekstraktlara olan duyarlılıkları farklılık göstermiştir. Şekil 4.4 incelendiğinde; sulu ekstraktların çalışmadaki mayalara karşı (*M. fructicola*, *P. angusta* ve *P. anomalo*) en yüksek MFK değerlerine sahip olması nedeniyle, diğerlerine kıyasla antifungal özelliği en zayıf ekstrakt olduğu belirlenmiştir.









Ayrıca su ekstraktları arasından soxhelet yöntemi uygulanan örneğin, otoklav yöntemine göre daha etkili olduğu açıkça görülmektedir.

Mayalar arasında en dirençli olan *C. albicans* ATCC 102312 üzerinde en iyi etki, etil alkol ekstraktı tarafından gerçekleşmiştir (Şekil 4.4). İkinci ve üçüncü sırayı ise metanol ve aseton ekstraktları almıştır. *C. albicans* ATCC 102312'nin, bu çalışmada otoklavlama metodu ile elde edilmiş su ekstraktına ait doz denemelerinden, en yüksek MFK değerine (2800 mg/mL) sahip olan tür olduğu tespit edilmiştir. *C. oleophila*'nın ise ekstraktlara olan duyarlılık sıralamasının *C. albicans* ile aynı olduğu gözlenmiştir. Ancak MİK ve MBK değerleri kıyaslandığında, *C. albicans*'a göre daha düşük değer sergilediği saptanmıştır (Şekil 4.4).

Disk difüzyon ve tüp seyreltme yöntemleri ile sumak ekstraktlarına dayanaklı olduğu tespit edilen *K. apiculata*'ya test edilen örnekler incelendiğinde, önleyici etkisi en güçlü ekstraktın etil asetat olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, metanol, aseton ve etil alkol ekstraktının da etki bakımından güçlü olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.4).

Şekil 4.4'de görülebileceği gibi, çalışmada kullanılan *Kluyveromyces* ve *Pichia* türlerinin test ekstraktlarına karşı son derece duyarlı olduğu gözlenmiştir. *Kluyveromyces* cinsinin en fazla aseton ekstraktından, *Pichia* cinsinin ise etil alkol ekstraktından etkilendiği tespit edilmiştir. Diğer taraftan su (otoklav) ekstraktının *K. lactis* ve *K. marxianus* üzerinde, etil asetat ekstraktının ise *P. angusta* ve *P. anomalo*'ya karşı en zayıf etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Test mayalarından *M. fructicola*'nın, en fazla direnç gösterdiği ekstrakt etil alkol olarak gözlenmiştir. Bununla birlikte, direnç bakımından ikinci ve üçüncü sırayı etil asetat ve metanol ekstraktlarının aldığı kaydedilmiştir. Araştırmada kullanılan diğer çözücü ekstraktlarının ise, güçlü bir antifungal aktivite gösterdiği saptanmıştır (Şekil 4.4).

Deneme ekstraktlarının *S. cerevisiae* türlerine karşı etkileri kıyaslandığında, asetonlu ekstraktının en güçlü antifungal karaktere sahip olduğu, bunu etil alkol ve etil asetatlı örneklerin takip ettiği belirlenmiştir. Şekil 4.4'de görülebileceği gibi, ekstraktların etki

bakımından sıralamasının *S. cerevisiae* suşları için aynı olduğu saptanmıştır. Ancak MİK ve MBK değerleri kıyaslandığında, *S. cerevisiae*'nin daha yüksek değerler sergilediği gözlenmiştir. Açığa çıkan bu durum suş farkıyla açıklanmaktadır.

Sumak ekstraktlarının *S. uvarum* üzerindeki antifungal aktiviteleri sıralandığında; en iyi etkinin aseton ekstraktı tarafından açığa çıktığı, etil alkol ve etil asetat ekstraktlarının ise bunu takip ettiği tespit edilmiştir. *S. uvarum* için belirlenmiş olan bu sıralamanın, *S. cerevisiae* suşları ile benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. *Saccharomyces* cinsine ait türlerden *S. uvarum*'un, *S. cerevisiae* suşlarına göre daha duyarlı olduğu Şekil 4.4'de görülmektedir.

Şekil 4.4 incelendiğinde; *S. pombe* gelişiminin tamamen önlenmesinde, en düşük konsantrasyon uygulaması ile en güçlü etkiyi gösteren ekstraktın aseton olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra etil alkol ve etil asetat ekstraktlarının da ikinci ve üçüncü sırada yer aldığı kaydedilmiştir.

#### **4.2.3. Test Küflerine ait Minimum İnhibitör Konsantrasyon (MİK) ve Minimum Fungisidal Konsantrasyon Değerleri**

Sumak ekstraktlarının küfler üzerindeki Minimum İnhibitör Konsantrasyon ve Minimum Fungisidal Konsantrasyon değerleri Çizelge 4.18'de verilmiştir. Söz konusu çizelge incelendiğinde, bazı ekstraktların tüp seyreltme yönteminde kullanılan en yüksek miktar (3000 mg/mL) uygulamasında bile antifungal aktiviteye sahip olmadığı görülmektedir.

Aseton ekstraktının tüm test küflerine karşı gelişimi önleyici etki gösterdiği ve MİK ile MFK değerleri aralığının sırasıyla 250-1400 ve 400-2200 mg/mL olduğu tespit edilmiştir. En yüksek MİK (1400 mg/mL) ve MFK (2200 mg/mL)'lar *P. citrinum* üzerinde belirlenmişken, *A. alternata*'nın en düşük MİK(250 mg/mL) ve MFK (400 mg/mL) düzeyine sahip küf olduğu kaydedilmiştir (Çizelge 4.18).

**Çizelge 4.18.** Sumak'ın Farklı Ekstraktlarının Test Küfleri Üzerindeki Minimum İnhibisyon Konsantrasyon ve Minimum Fungisidal Konsantrasyon Değerleri (mg/mL).

Küf	Aseton		Dietil eter		Etil alkol		Etil asetat		Kloroform		Metanol		Su <sup>a</sup>		Su <sup>b</sup>	
	MIC	MFC	MIC	MFC	MIC	MFC	MIC	MFC	MIC	MFC	MIC	MFC	MIC	MFC	MIC	MFC
<i>Alternaria alternata</i>	250	400	775	1300	325	650	-	-	-	-	300	575	500	950	600	1100
<i>Fusarium semitectum</i>	350	675	-	-	475	925	600	1050	550	950	400	775	-	-	-	-
<i>F. oxysporium</i>	500	925	-	-	550	975	-	-	1025	1700	750	1250	-	-	-	-
<i>Aspergillus fumigatus</i>	750	1175	-	-	-	-	825	1400	1250	2100	900	1600	-	-	-	-
<i>A.niger</i> ATCC 16604	1100	1725	-	-	-	-	-	-	1350	2500	1225	2150	-	-	-	-
<i>A. niger</i>	900	1550	-	-	-	-	-	-	975	1775	950	1625	-	-	-	-
<i>A. parasiticus</i> <sub>1</sub>	925	1625	875	1500	-	-	-	-	1050	1850	850	1500	1275	2250	-	-
<i>A. parasiticus</i> <sub>2</sub>	875	1400	800	1475	-	-	-	-	1000	1800	725	1250	1100	1925	-	-
<i>A. oryzae</i>	800	1150	-	-	-	-	1225	2150	1100	1900	950	1700	-	-	-	-
<i>A. versicolor</i>	650	1125	400	750	-	-	550	925	875	1525	725	1375	-	-	-	-
<i>Penicillium chrysogenum</i>	875	1400	650	1025	1225	1850	675	1150	-	-	950	1725	-	-	-	-
<i>P.citrinum</i>	1400	2200	1275	1950	1500	2550	1450	2600	-	-	1050	1800	-	-	-	-
<i>P. roqueforti</i>	750	1250	600	975	1000	1700	900	1525	-	-	950	1650	-	-	-	-

-: Engelleme yok

<sup>a</sup>: Soxhlet yöntemi

<sup>b</sup>: Otoklav yöntemi

Aseton ekstraktının 750 mg/mL uygulaması ile *A. fumigatus* ve *P. roqueforti* üzerinde MİK etkisi oluşturduğu gözlenmiştir. Benzer şekilde *A. parasiticus*<sub>2</sub> ve *P. chrysogenum* türlerinin de eşit dozda (875 mg/mL) MİK'e ulaştığı belirlenmiştir. Ancak sözü geçen dört küf türünün MFK değerleri Çizelge 4.18'den incelendiğinde, sadece *A. parasiticus*<sub>2</sub> ve *P. chrysogenum*'un aynı duyarlılığa sahip olduğu (1400 mg/mL MFK) gözlenmiştir.

Çizelge 4.18'de görülebileceği gibi, test ekstraktlarından dietil eter ekstraktının, *Fusarium* türlerini engellemede başarısız olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada yer alan *Aspergillus* cinsine ait türlerden sadece *A. parasiticus* suşları ile *A. versicolor*'un gelişimi önlenebilmiştir. Bunun yanı sıra *A. alternata* ve *Penicillium* türlerinin de dietil eter ekstraktına duyarlılık gösterdiği saptanmıştır. MFK'lar dikkate alındığında, en yüksek MFK değerinin (1950 mg/mL) *P. citrinum* üzerinde görüldüğü, bunu *A. parasiticus*<sub>2</sub> (1500 mg/mL) ve *A. parasiticus*<sub>1</sub> (1475 mg/mL) türlerinin takip ettiği belirlenmiştir. Söz konusu sumak ekstraktına en duyarlı türün *A. versicolor* olduğu gözlenmiştir (750 mg/mL MBK).

Etil alkol ekstraktının, denemedeki *Aspergillus* cinsi küfler üzerinde etki göstermediği, ancak diğer küflere karşı antifungal özellikte olduğu saptanmıştır. MİK ve MFK değerleri aralığının sırasıyla 325-1500 mg/mL ve 650-2250 mg/mL olduğu kaydedilmiştir. *A. alternata*'nın en düşük MİK (325 mg/mL) ve MFK (625 mg/mL) değerlerine sahip olması nedeniyle, etil alkol ekstraktına en duyarlı tür olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18'den etil asetat ekstraktına ait MİK ve MFK düzeyleri incelendiğinde, en düşük değerler *F. semitectum* üzerinde belirlenmiştir (600 mg/mL MİK; 1050 mg/mL MFK). Doz denemelerinden 1450 mg/mL ve 2600 mg/mL uygulamalarının, etil asetat için en yüksek MİK ve MFK değerleri olduğu ve *P. citrinum* üzerinde belirlendiği kaydedilmiştir. Etil asetat ekstraktının en yüksek miktarda uygulanması durumunda bile (3000 mg/mL), *A. alternata*, *F. oxysporium*, *A. niger* ve *A. parasiticus* suşları gelişiminin önlenemediği tespit edilmiştir.

Kloroformlu örneğin 3000 mg/mL doz uygulamasında *A. alternata* ve *Penicillium* cinsine ait türler üzerinde herhangi bir engelleyici etki gözlenmemiştir. Ancak çalışmada geri kalan küfler üzerinde antifungal aktiviteye sahip olduğu saptanmıştır. Belirtilen ekstrakta ait MİK ve MFK değerleri irdelendiğinde, *F. semitectum* en düşük MİK (550 mg/mL) ve MFK (950

mg/mL) değerine sahip olması sonucunda duyarlılıkta birinci sırayı almıştır. Diğer taraftan, deneme materyali küfler arasından *A.niger* ATCC 16604 üzerinde en yüksek MİK (1350 mg/mL) ve MFK (2500 mg/mL) değerleri kaydedilmiştir (Çizelge 4.18).

Sumakın metanol ekstraktı, araştırmada kullanılan küflerin tamamına karşı antifungal aktivite sergilemiştir. Çizelge 4.18'den görülebileceği gibi; MİK ve MFK değerleri aralığının, sırasıyla 300-1225 ve 575-2150 mg/mL olduğu tespit edilmiştir. *A.niger* ATCC 16604'ün en yüksek MİK (1225 mg/mL) ve MFK (2150 mg/mL) değerlerine sahip olması nedeniyle, metanol ekstraktına en dirençli tür olarak saptanmıştır. Buna karşılık, en duyarlı küf türü olan *A. alternata*'nın 300 ve 575 mg/mL doz uygulamalarında sırasıyla MİK ve MFK değerlerine ulaştığı tespit edilmiştir.

Metanol ekstraktında 950 mg/mL uygulamasının, *A.niger*, *A. oryzae*, *P. chrysogenum* ve *P. roqueforti* için MİK olarak belirlendiği, ancak söz konusu küf türlerinin MFK değerlerinin farklı olduğu gözlenmiştir. MFK düzeyleri irdelendiğinde, *A.niger* 1625 mg/mL, *A. oryzae* 1700 mg/mL, *P. chrysogenum* 1725 mg/mL ve *P. roqueforti* için 1650 mg/mL olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.18).

Sulu ekstraktlardan otoklavlama metodu ile elde edilmiş ekstraktın, test küfleri arasından sadece *A. alternata* üzerinde engelleyici etki gösterdiği belirlenmiştir (600 mg/mL MİK; 1100 mg/mL MFK). Soxhlet yönteminin uygulandığı su ekstraktının ise, sadece *A.parasiticus* suşları ve *A. alternata*'ya karşı antifungal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Belirtilen su ekstraktının MİK ve MFK aralığının, sırasıyla 500-1275 ve 950- 2250 mg/mL olduğu kaydedilmiştir.

Sıvı besiyerlerinde yapılan doz denemeleri sonucunda elde edilen MİK ve MFK değerleri Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da grafiksel olarak verilmiştir. Söz konusu şekiller incelendiğinde, çalışmadaki diğer mikroorganizmalarda olduğu gibi, MİK ve MFK sonuçlarının bir biri ile paralellik gösterdiği belirlenmiştir.

Şekil 4. 6'da görülebileceği gibi; *A. alternata* üzerinde test edilen ekstraktlardan aseton ekstraktının, en düşük MFK değerine sahip olması sebebiyle, en iyi etkinliği göstermiştir. Aynı zamanda araştırmada küfler üzerinde elde edilmiş en düşük MFK'nın (400 mg/disk)



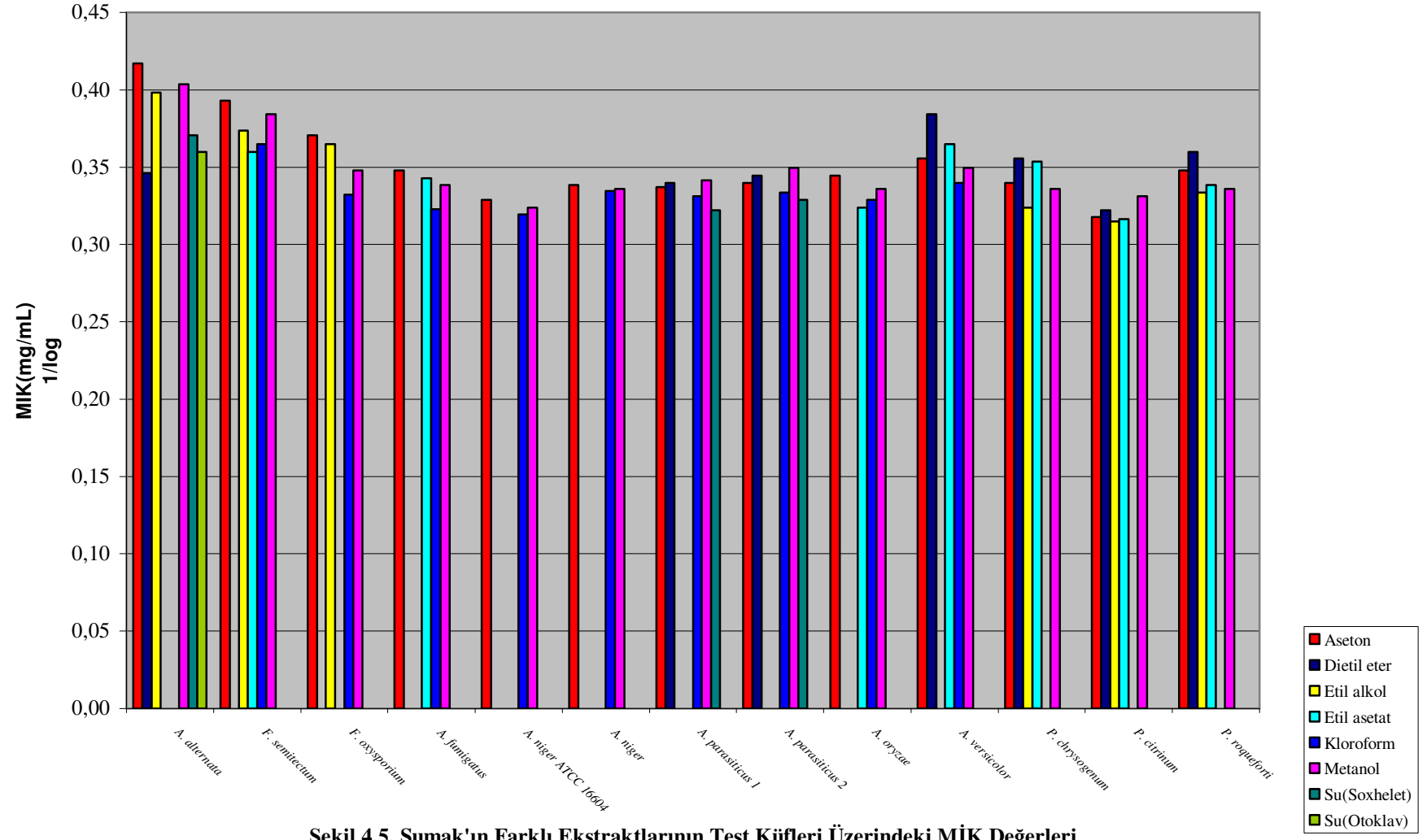
asetonlu örnek ile söz konusu küf türü üzerinde olduğu saptanmıştır. Buna karşın, etil asetat ve kloroform ekstraktlarının *A. alternata*'ya karşı antifungal özellik göstermediği görülmektedir. Engelleme gücüne sahip ekstraktlar arasından dietil eter ekstraktının aktivitesi en düşük ekstrakt olduğu ve bunu sulu ekstraktların (soxhelet ve otoklav) takip ettiği tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra su ekstraktının (soxhelet), *A. alternata* dışındaki test küflerinden, sadece *A. parasiticus* suşları üzerinde zayıfta olsa etki gösterdiği belirlenmiştir.

*Fusarium* türlerinin sumak ekstraktlarına olan duyarlılıklarının farklı olduğu gözlenmiştir. *F. oxysporium*' un, *F. semitectum*'a göre daha yüksek MFK değerlerine ulaştığı, dolayısıyla daha dirençli bir tavır sergilediği saptanmıştır. Belirtilen her iki *Fusarium* türü üzerinde antifungal aktivitesi en iyi olan ekstrakt aseton ekstraktı olarak belirlenmiştir. Dietil eter ve sulu ekstraktların *Fusarium* cinsi üzerinde tamamen etkisiz olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte, etil asetat ekstraktının *F. oxysporium*'a karşı en yüksek doz uygulamasında (3000 mg/mL) bile yetersiz kaldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.6).

Test edilen ekstraktların *A. fumigatus* üzerindeki etkinlikleri kıyaslandığında, aseton ekstraktının en düşük MFK değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda, aseton ekstraktı, denemede yer alan diğer *Aspergillus* cinsine ait türler üzerinde de (*A. parasiticus*<sub>1-2</sub> ve *A. versicolor* hariç) engelleme gücü en yüksek ekstrakt olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.6). Kloroform ekstraktının, *A. fumigatus*'a karşı zayıf bir antifungal aktivite sergilediği gözlenmiştir.

Araştırmada yer alan *A. niger* suşları üzerinde yapılan doz denemelerinde, 8 adet sumak ekstraktından sadece 3 tanesinin (aseton, kloroform ve metanol ekstraktı) engelleyici güç gösterdiği saptanmıştır. Etki gösteren ekstraktlardan kloroform ekstraktının, en zayıf antifungal özellik gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.6).

Şekil 4.6'dan görülebileceği gibi, sumak ekstraktlarından sadece etil alkol, etil asetat ve su (otoklav) ekstraktları *A. parasiticus*<sub>1-2</sub> üzerinde etki göstermemiş olup, diğerlerinin engellemede başarılı olduğu tespit edilmiştir. Dietil eter ve metanol ekstraktlarının, *A. parasiticus*<sub>1</sub> üzerinde eşit MFK değerine ulaşarak (1500mg/mL) en güçlü antifungal etkiye sahip oldukları belirlenmiştir.



Şekil 4.5. Sumak'ın Farklı Ekstraktlarının Test Küfleri Üzerindeki MİK Değerleri



Diğer taraftan, *A. parasiticus*<sub>2</sub> gelişimini önlemede en iyi etki metanol ekstraktı tarafından açığa çıkmıştır. *A. parasiticus* suşlarına ait MBK değerleri kıyaslandığında, *A. parasiticus*<sub>2</sub> diğer suşa göre sumak ekstraktlarına karşı daha fazla duyarlılık göstermiştir.

*A. oryzae* üzerinde sadece aseton, etil asetat, kloroform ve metanol ekstraktları engelleyici etki sergilemiştir. Belirtilen ekstraktlardan en güçlü etki aseton ile gerçekleşmişken, en zayıf etki etil asetat uygulamasında gözlenmiştir (Şekil 4.6).

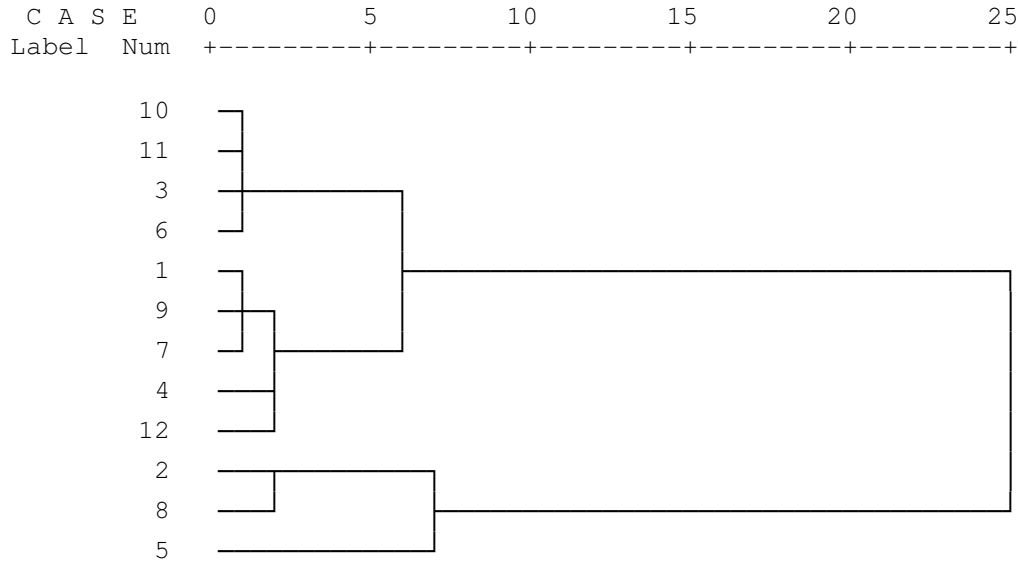
Şekil 4.6 incelendiğinde, etil alkol ve sulu ekstraktların *A. versicolor* gelişimini engelleyemediği görülmektedir. Çalışmadaki diğer ekstraktlar arasından, kloroform ekstraktının en yüksek MFK değerine ulaştığı belirlenmiştir. Buna karşın dietil eter ekstraktı en düşük MFK uygulaması ile dikkat çekmektedir.

Çalışmada test edilen *Penicillium* türlerinin ekstraktlara olan duyarlılıkları dikkate alındığında, en dirençlisinin *P. citrinum* olduğu tespit edilmiştir. Sumak ekstraktlarının *Penicillium* türleri üzerindeki engelleyici etkileri yönünden incelendiğinde, dietil eter ekstraktı *P. chrysogenum* ve *P. roqueforti*'ye karşı en güçlü ekstrakt olarak saptanmıştır. *P. roqueforti* için benzer etki, metanol ekstraktı tarafından açığa çıkmıştır (Şekil 4.6).

### 4.3. Kümeleme Analizi Sonuçları

#### 4.3.1. Bakterilere ait Kümeleme Analizi

Sumak ekstraktlarının, her bir test bakterisi üzerinde belirlenmiş olan MBK değerleri SPSS ile değerlendirilerek ağaç diyagramı olarak Şekil 4.7 'de verilmiştir.

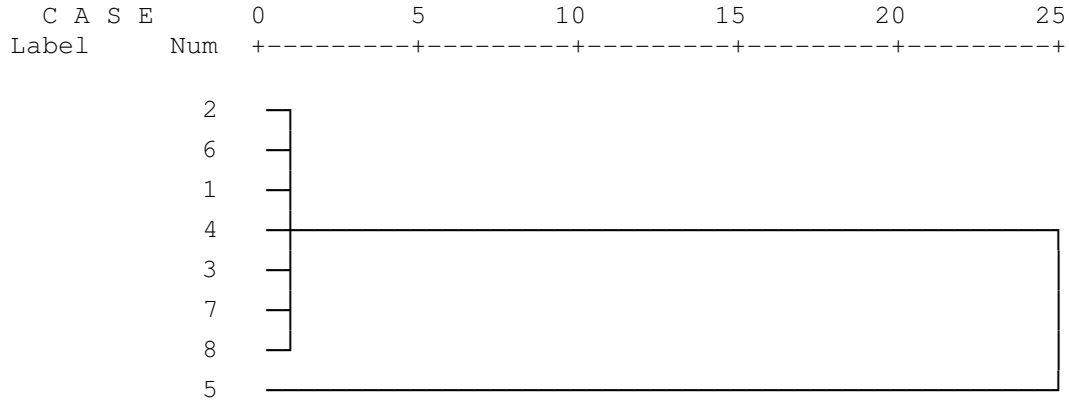


1: <i>B. cereus</i>	4: <i>E. coli</i> TipI	7: <i>L. monocytogenes</i>	10: <i>S. enteritidis</i>
2: <i>E.coli</i> ATCC 35218	5: <i>E. coli</i> O157	8: <i>P. mirabilis</i>	11: <i>S. aureus</i> ATCC 33862
3: <i>E.coli</i> ATCC 25922	6: <i>E. faecalis</i>	9: <i>S. enteritidis</i> ATCC 13076	12: <i>Y. enterocolitica</i>

**Şekil 4.7.** Bakterilere ait MBK Değerlerine Uygulanan Ağaç Diyagramı

Bakterilerin MBK değerlerine ait ağaç diyagramı incelendiğinde, test bakterilerinin ekstraktlara olan duyarlılıklarının temelde iki gruba ayrıldığı açıkça görülmektedir. En dirençli türlerin sırasıyla *E. coli* O157, *P. mirabilis* ve *E. coli* ATCC 35218 olduğu kümeleme analizi sonucunda belirlenmiştir. İkinci grupta yer alan bakterilerden, en duyarlı türler *S. enteritidis*, *S. aureus* ATCC 33862 ve *E.coli* ATCC 25922 olarak tespit edilmiştir.

Test ekstraktlarının bakteriler üzerindeki etkileri kümeleme analizi ile değerlendirilerek Şekil 4.8’de verilmiştir.



1: Etil alkol                      2: Aseton                      3: Dietil eter                      4: Etil asetat  
5: Kloroform                      6: Metanol                      7: Su (Soxhelet yöntemi)                      8: Su (Otoklav yöntemi)

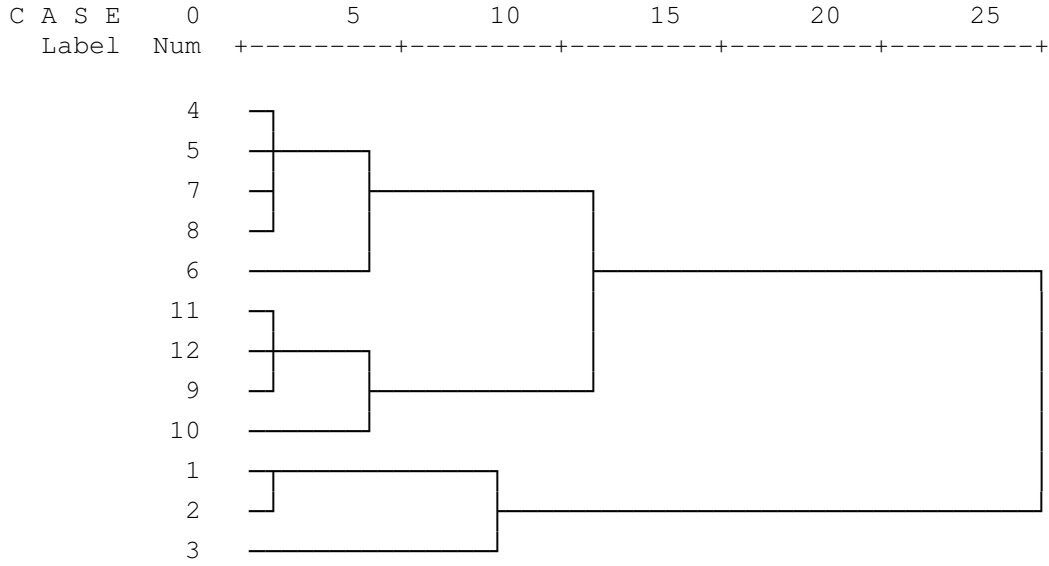
**Şekil 4.8.** Bakteriler Üzerinde Denenmiş Sumak Ekstraktlarına Uygulanan Ağaç Diyagramı

Şekil 4.8’den de görülebileceği gibi, antibakteriyel etkisi en zayıf olan sumak ekstraktının kloroform olduğu saptanmıştır.

#### 4.3.2. Mayalara ait Kümeleme Analizi

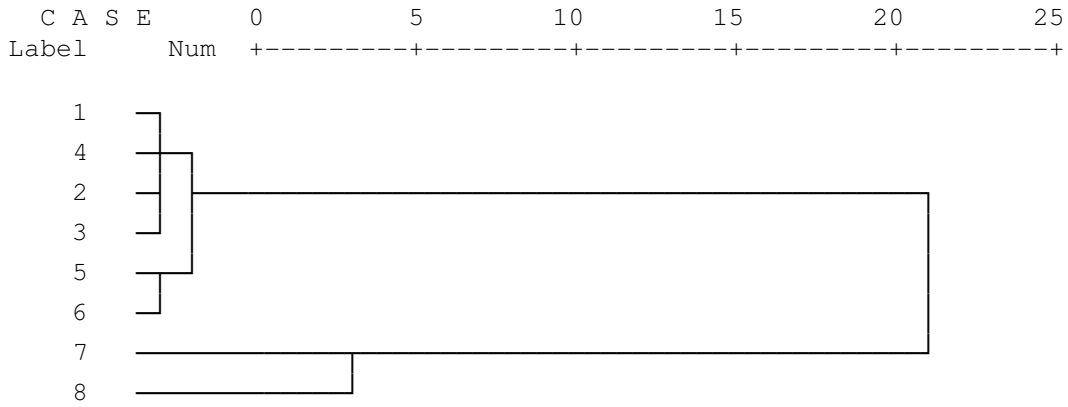
Deneme materyali mayalar üzerinde belirlenmiş MFK değerlerinin, kümeleme analiz sonuçları ağaç diyagramı olarak Şekil 4.9’da verilmiştir.

Şekil 4.9 incelendiğinde, mayaların sumak ekstraktlarına olan duyarlılıklarına göre temelde iki gruba ayrıldığı gözlenmiştir. En dirençli türlerin yer aldığı grupta *C. albicans*, *C. oleophila* ve *K. apiculata* olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.9’dan görülebileceği gibi, *Saccharomyces* cinsi türlerin aynı alt grupta bulunması ile test ekstraktlarına olan dirençlerinin benzerlik göstermiş olması ile açıklanabilir. *Pichia* ve *Kluyveromyces* cinslerinin sumak ekstraktlarına duyarlı türler olduğu görülmektedir.



1: *C. albicans*      5: *Klu. marxianus*      9: *S. cerevisiae*<sub>1</sub>  
 2: *C. oleophila*      6: *M. fructicola*      10: *S. cerevisiae*<sub>2</sub>  
 3: *K. apiculata*      7: *P. angusta*      11: *S. uvarum*  
 4: *Klu. Lactis*      8: *P. anomalo*      12: *S. pombe*

**Şekil 4.9.** Mayalara ait MFK Değerlerine Uygulanan Ağaç Diyagramı



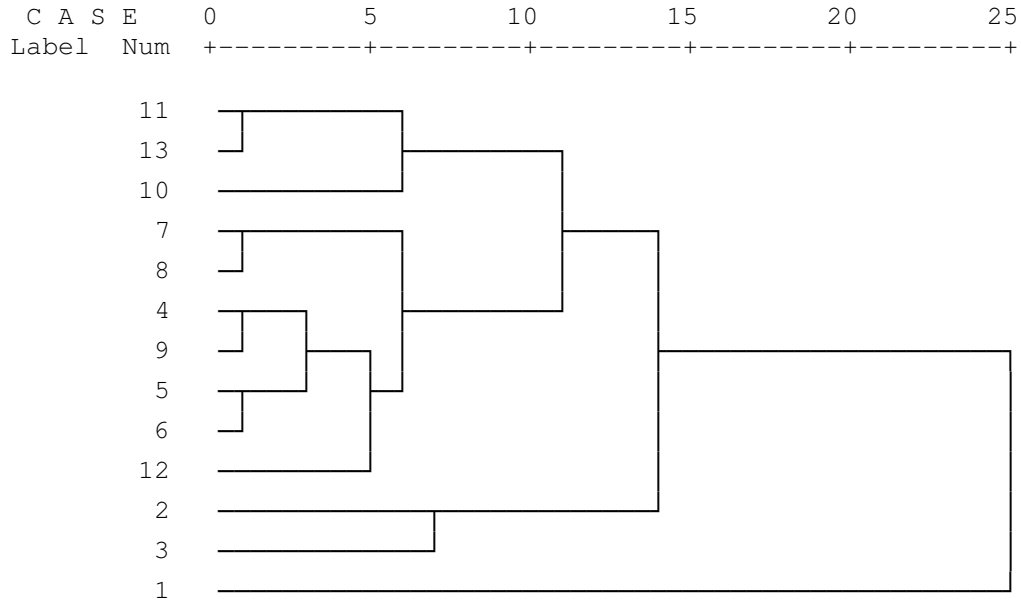
1: Etil alkol      2: Aseton      3: Dietil eter      4: Etil asetat  
 5: Kloroform      6: Metanol      7: Su (Soxhelet yöntemi)      8: Su (Otoklav yöntemi)

**Şekil 4.10.** Mayalar Üzerinde Denenmiş Sumak Ekstraktlarına Uygulanan Ağaç Diyagramı

Ekstraktların kümeleme analizi sonucundaki gruplandırılmaları irdelendiğinde, denemeye alınan örneklerden sulu ekstraktların, mayalar üzerine zayıf antifungal aktivite sergileyen gruba ait olduğu gözlenmiştir. Aynı zamanda kloroform ve metanollü örneklerinde, diğerlerine kıyasla engelleme gücünün zayıf olduğu belirlenmiştir.

#### 4.3.3. Küflere ait Kümeleme Analizi

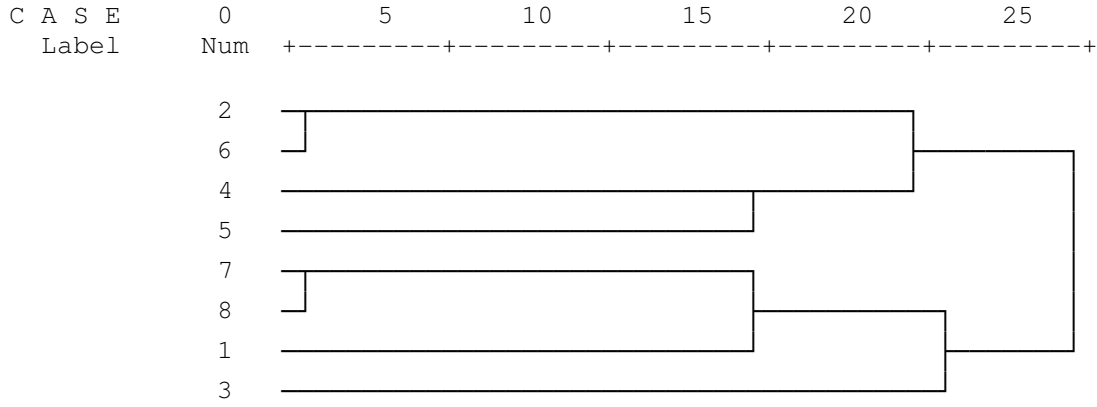
Sumak ekstraktlarının, her bir test küfü üzerinde belirlenmiş olan MBK değerleri SPSS ile değerlendirilerek ağaç diyagramı olarak Şekil 4.11 'de verilmiştir.



1: *A. alternata*      5: *A. niger*      9: *A. oryzae*      13: *P. roqueforti*  
 2: *F. semitectum*      6: *A. niger* ATCC 16604      10: *A. versicolor*  
 3: *F. oxysporium*      7: *A. parasiticus* 1      11: *P. chrysogenum*  
 4: *A. fumigatus*      8: *A. parasiticus* 2      12: *P. citrinum*

**Şekil 4.11.** Küflere ait MFK Değerlerine Uygulanan Ağaç Diyagramı





1: Etil alkol                      2: Aseton                      3: Dietil eter                      4: Etil asetat  
5: Kloroform                      6: Metanol                      7: Su (Soxhelet yöntemi)                      8: Su (Otoklav yöntemi)

#### Şekil 4.12. Küfler Üzerinde Denenmiş Sumak Ekstraktlarına Uygulanan Ağaç Diyagramı

Şekil 4.11 irdelendiğinde, *A. alternata*'nın en duyarlı tür olduğu açıkça görülmektedir. Diğer küflerin kendi içinde alt gruplara bölüldüğü, ancak genellikle aynı cins içinde yer alan türlerin ekstraktlara benzer duyarlılık gösterdiği tespit edilmiştir. *Aspergillus* cinsleri arasından en dirençli tür *A. niger* iken, *Penicillium*'lar arasından *P. citrinum* olarak kaydedilmiştir. *Fusarium* spp.'nin ise ayrı bir grupta değerlendirildiği gruplandırma, diğerlerine kıyasla daha duyarlı türler olduğu belirlenmiştir.

Yapılan kümeleme analizinde, çalışmada uygulanan 8 çözücünün etki bakımından iki gruba ayrılmıştır. Birinci derecede etkili olan grupta sırasıyla aseton, metanol, etil asetat ve kloroformun yer aldığı görülmektedir. Şekil 4.12 incelendiğinde, bunlar arasından aseton ve metanolün, en başarılı çözücüler olduğu söylenebilmektedir. Sulu ekstraktların ise zayıf antifungal aktivite sergilediği görülmektedir.

## 5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, sumakın farklı ekstraktlarının (aseton, dietil eter, etil alkol, etil asetat, metanol, kloroform ve su) antibakteriyel ve antifungal etkileri incelenmiştir. Söz konusu baharatın ekstraksiyonunu takiben elde edilmiş oleorezin miktarlarının, çözücüye bağlı olarak farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. En yüksek oleorezin verimi (%46.64) etil alkol tarafından gerçekleştirilmiştir. Bunu, aseton (%44.95) ve metanolün (%41.74) takip ettiği belirlenmiştir. En düşük oleorezin eldesi, kloroform ekstraktında (% 30.01) gerçekleşmiştir. Fazeli ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada, İran sumakının etil alkol ekstraktında (perkolasyon metodu) oleorezin verimini %43.6 olarak açıklamışlardır. Belirtilen verimin, çalışmadaki değere (%46.64) yakın olduğu, aradaki farklılığın çeşit ve yöntem farklılığına bağlı olabileceği düşünülmektedir. Bunun yanı sıra, yapılan literatür taramalarında, etil alkol dışındaki diğer çözücülerin, sumak üzerindeki oleorezin verimlerine rastlanamamıştır.

Test edilen ekstraktların, araştırmadaki her bir mikroorganizma üzerinde farklı inhibisyon etkisi gösterdiği tespit edilmiştir. Bu farklılık, her bir çözücünün sumaktan ekstrakte ettiği antimikrobiyel maddelerin çeşitlilik göstermiş olabileceği şeklinde yorumlanmıştır. Baharat ekstraktlarında yapılan çalışmalarda, bileşimde bulunan maddelerin çeşitliliği ve bulunuş oranlarının antimikrobiyel aktiviteyi etkilediği ifade edilmiştir (Farak ve ark. 1989, Deans ve Svoboda 1990). Bunun yanı sıra en iyi antimikrobiyel etkinin, ekstraksiyonda seçilen çözücüye bağlı olduğu bildirilmiştir. Genellikle tıbbi bitkilerin ekstraksiyonu için önerilen çözücülerin başında metanolün geldiği, aynı zamanda bitki çeşidine bağlı olarak su, etanol, aseton ve hegzanın da ön plana çıktığı belirtilmiştir (Ahmad ve ark. 1998, Cordell 2000, Adıgüzel ve ark. 2005). İnhibisyon zon çaplarına bakılarak yapılan istatistiksel değerlendirmede, bakteriler ve küfler üzerinde en etkili sumak ekstraktının metanol olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan mayalar için en güçlü inhibisyon etkisi aseton ekstraktı tarafından gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bu sonucun önceden yapılmış çalışmalar ile uyum içinde olduğu saptanmıştır.

Sumak ekstraktlarının test edilen bakteri, maya ve küfler üzerindeki etkileri kıyaslandığında, en dirençli mikroorganizma grubunun küfler, en duyarlıların ise bakteriler olduğu gözlenmiştir. Bu etkinin hücre duvarı yapısındaki farklılıklar ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Şengül ve ark. (2005) bakterilerin bitki ekstraktlarına olan duyarlılıklarının, hücre duvarı kompozisyonu ve/veya plazmid üzerinde bulunan kalıtsal gen farklılıklarına bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini açıklamışlardır.

Tarih boyunca birçok hastalığın tedavisinde kullanılan tıbbi bitki ve baharatta, antimikrobiyel etkiyi gerçekleştiren temel bileşenlerin; fenolik bileşikler, terpenler, alifatik alkoller, aldehitler, ketonlar, isoflavonidler olduğu ifade edilmiştir. Özellikle alifatik alkoller ve fenoliklerin antifungal aktivitesinin güçlü olduğu bildirilmektedir (Lopez-Malo ve ark. 2005b). Sumak meyveleri üzerinde yapılan kimyasal çalışmalarda da meyvelerde flavon, tanen ve antosiyanin gibi polifenolik bileşikleri içerdikleri ifade edilmiştir (Akgül ve Ayar 1993, Mavlyanov ve ark 1997). Brunke ve ark. (1993) altı farklı sumak çeşidi üzerinde gaz kromatografisi ve kütle spektrofotometresinin kullanılarak yaptıkları araştırmada, temel bileşiklerin terpenoid ve alifatik bileşikler olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar bu bileşiklerin baharatın antimikrobiyel aktivitesinden sorumlu olabileceğini açıklamışlardır. Ancak, sumaktaki antimikrobiyel maddelerin saflaştırılması ve mikroorganizmalar üzerindeki etkilerinin denendiği araştırmalara rastlanamamıştır. Diğer taraftan Saxena ve ark.(1994), Güney Amerika'da bakteriyel hastalıkların tedavisinde kullanılan bir baharat olan *Rhus glabra* L. (Anacardiaceae)'nın bileşimindeki antibakteriyel maddeleri incelemişlerdir. Sonuç olarak, metil ester 3,4,5- trihidroksibenzoik asit (metil gallat), 4-methoksi-3,5-dihidroksibenzoik asit ve gallik asit içerdiğini belirlemişlerdir. Aynı bitki cinsine sahip sumakında gallik asit içerdiği Koşar ve ark. (2006) tarafından belirlenmiştir. Araştırmacılar Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi ve Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi-Kütle Spektroskopisi (LC-API-ES) kullanılarak, sumakın metanol ekstraktı ile su ve etil asetat farksiyonları üzerinde çalışmışlardır. Sonuç olarak dört fenolik asidin (gallik asit, protokateşik asit, p-OH benzoik asit, vanilik asit) teşhis edildiği ve bunlar içerisinde en fazla gallik asidin bulunduğu ifade edilmiştir. Bunun yanı sıra antosiyanin ve hidrolize edilebilir tanenlerce de zengin olduğu belirtilmiştir (Koşar ve ark. 2006). Meyvede bulunan tanenlerin antimikrobiyel aktivitesinin güçlü olduğu bildirilmektedir (Dolaz ve ark. 2002). Geleceğe dair yapılacak çalışmalarda, araştırmada kullanılan farklı çözücü ekstraktlarının kimyasal

kompozisyonunun belirlenmesi gerekmektedir. Böylece antimikrobiyel etkiye sebep olan maddeleri ve bu maddeleri en iyi ekstrakte eden çözücüyü tanımlama şansı bulunacaktır.

Sumak bileşiminde yer alan fenolik asitlerden, saf gallik asidin *S. aureus* ve *C. albicans* üzerindeki etkileri Fogliani ve ark. (2005) tarafından incelenmiştir. Disk difüzyon metodunun uygulandığı çalışmada, 100 µg gallik asidin belirtilen mikroorganizmalara karşı zayıf antimikrobiyel aktivite (her iki tür için 7 mm zon) gösterdiği bildirilmiştir. Söz konusu bakteri ve mayaların sumak ekstraktlarına dirençli türler olarak belirlenmesi, ifade edilen sonuçları desteklemektedir. Ancak sumak ekstraktlarında, gallik asidin saf olarak bulunmadığı ve ekstraktlarda bulunan diğer maddeler ile etkileşiminin de olabileceği dikkate alınmalıdır.

Literatürde baharat ve tıbbi bitkilerin antimikrobiyel aktivite mekanizmasının incelendiği çalışmaların sınırlı sayıda olduğu gözlenmiştir. Kurita ve ark. (1979), baharattan elde edilen uçucu aldehitlerin küf gelişimini engelleme etkisi gösterdiğini bildirmişlerdir. Antifungal aktiviteyi, aldehitlerin, sisteindeki –SH grubunu bağlayarak gerçekleştirdiği ifade edilmiştir. Etki mekanizmasının incelendiği bir başka çalışmada Tangiguchi ve ark (1988) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla tıbbi amaçla kullanılan bir bitkinin (*Polygonum punctatum*) etken maddesi olan polygodial'in *Saccharomyces cerevisiae* üzerindeki antifungal özelliğini araştırmışlardır. Radyoaktif madde öncülüğünde yapılan incelemede, hücrede bulunan DNA, RNA ve polisakkarit vb. makro moleküllere etki ettiği belirtilmiştir. Elektron mikroskobu ile yapılan gözlemede ise, hücre zarı yapısında zararlanmaya neden olduğu ve hücre içeriğinde belirgin miktarda sızıntı olduğu açıklanmıştır. Belirtilen oluşumların, hücrenin polygodial ile temasından kısa süre içerisinde açığa çıktığı ifade edilmektedir. Araştırmacılar, söz konusu maddenin öncelikli olarak maya hücre duvarı geçirgenliğine zarar verdiğini belirtmişlerdir. Diğer taraftan, sumakın etken maddelerinden biri olan tanenlerin antimikrobiyel aktivite oluşumu incelediğinde, bu aktivitenin extracellular enzim sentezini engelleme ya da oksidatif fosforilasyon süresince mikrobiyel metabolizma üzerinde direkt etki şeklinde gerçekleştiği bildirilmektedir (Scalbert 1991). Tanenin bakterilerden, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Bacillus anthracis*, *B. subtilis*, *B. stearothermophilus* *Shigella dysenteriae*, *Salmonella senftenberg*, *Clostridium botulinum*, ve *Desulfomaculum nigrificans* üzerinde güçlü bir inhibisyon aktivitesine sahip olduğu ifade edilmektedir. Mayaların da (*S. cerevisiae*, *C. albicans*) tanene duyarlı olduğu, maya türüne bağlı olarak genellikle 25-125

mg/L tanen konsantrasyonunun gelişimi önlemede yeterli olduğu bildirilmiştir. Küflerin daha dirençli olduğu ve küfler arasından *Botrytis cinerea* ve *Penicillium* spp. türlerinin tanenden etkilendiği açıklanmıştır (Chung ve ark. 1998). Yapılan araştırmada, sumak ekstraktlarının küfler üzerinde zayıf etkisi göstermesi, tanenin küflere karşı düşük aktiviteye sahip olması ile bağlantılı olabileceği düşünülmektedir.

Sumak ekstraktları ile ilgili yapılmış çalışmaların daha çok antibakteriyel etkilerinin belirlenmesi üzerine yoğunlaştığı gözlenmiştir. Literatür taramaları sonucunda, özellikle etil alkol ekstraktının birçok araştırmacı tarafından denemeye alındığı saptanmıştır (Nimri ve ark. 1999, Dülger ve Gönüz 2004, Nasar-Abbas ve ark. 2004, Ertürk 2006, Fazeli ve ark. 2007). Çalışmada etil alkol ekstraktı uygulaması sonucunda elde edilen sonuçlar ile daha önceden yapılmış araştırma sonuçları bu bölümde karşılaştırılacaktır.

Nimri ve ark. (1999) soğuk perkolasyon yöntemi kullanarak, etanol ile ekstrakte ettikleri Ürdün sumakının inhibisyon etkisini 14 patojen bakteri üzerinde denemişlerdir. MİK ve MBK aralığının sırasıyla 1.95-31.25 ve 3.9-62.5 mg/mL olduğu bildirilmiştir. Her iki çalışma için ortak olan *B. cereus*, *E. faecalis*, *E. coli* ATCC 25922, *S. aureus* ve *Y. enteocolitica*'nın inhibisyon zon çapları 26, 22, 20, 10, ve 22 mm olarak açıklanmışken, yapılan araştırmada en yüksek konsantrasyon uygulamasında (300 mg/mL) zon çapları 13, 21, 11, 20, 26 mm olarak kaydedilmiştir. Söz konusu bakterilerin duyarlılıkları kıyaslandığında, zon çaplarının birbiri ile uyum göstermediği, sadece *S. aureus* üzerindeki etkilerinin benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. *E. coli* ATCC 25922'nin standart suş olmasına rağmen, çok farklı inhibisyon zonları (20 ve 11 mm) sergilemesinin, ekstraksiyon yöntemi ile çeşit farklılığına bağlı olabileceği şeklinde yorumlanmıştır. Araştırmacılar, sadece ara değerleri bildirmeleri nedeniyle, belirtilen bakterilerin MİK ve MBK düzeyleri karşılaştırılamamıştır.

Etil alkol ekstraktı (Soxhelet metodu) ile yapılan bir başka çalışmada, antibakteriyel aktivitenin belirlenmesinde 9 bakteriden 4 tanesinin (*B. cereus*, *E. coli*, *L. monocytogenes*, *S. aureus*) ortak ve bir bakterinin de aynı cinse ait (*Proteus vulgaris*) olduğu tespit edilmiştir (Dülger ve Gönüz 2004). Sadece disk difüzyon yönteminin uygulandığı araştırmada, konsantrasyon olarak 10 mg/disk'in denendiği ifade edilmiştir. En yüksek zon çapının *S. aureus* (52 mm) üzerinde kaydedildiği ve bunu *B. cereus*'un (38 mm) takip ettiği açıklanmıştır. Dülger ve Gönüz (2004) tarafından test edilen 5 bakterinin inhibisyon zon

çaplarının, söz konusu çalışmadaki inhibisyon zonlarından daha büyük olduğu saptanmıştır. Bu durumun, disk başına uygulanan dozun (10 mg/disk), çalışmada kullanılan konsantrasyondan (3 mg/disk) daha yüksek olması nedeniyle gerçekleşmiş olduğu açıkça görülmektedir. Bununla birlikte ayrı ekstraksiyon metodlarının uygulanmış olmasının da, etken olabileceği düşünülmüştür.

Nasar-Abbas ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada, olgunlaşmış sumak meylerinden elde edilmiş perikap kısmına 10 g/ 95 mL etil alkol olacak şekilde 24 saat maserasyona bırakıldığını bildirmişlerdir. Elde ettikleri ekstraktın, %0.1, 0.5, 1.0, 2.5, 5.0 dozlarına seyreltildiği ve kuyucuk metodu ile inhibisyon zonu ölçüldüğü belirtilmiştir. Aynı zamanda MİK ve MBK değerlerinin agar dilüsyon yöntemi ile belirlendiği ifade edilmiştir. Test edilen bakterilerden *B. cereus*, *L. monocytogenes*, *E. coli* Tip I, *E. coli* O157:H7 ve *Salmonella enteritidis* türlerinin, bu çalışmada kullanılan bakteriler ile aynı kaynaktan (Ankara Üni. Gıda Müh. Böl.) temin edilmiş olduğu göz önüne alınarak, yöntem karşılaştırılması yapılacaktır. Kuyucuk metodunda uygulanan % 1'lik konsantrasyonun, 3.0 mg/ kuyu dozuna karşılık geldiği hesaplanmıştır. Çalışmada kullanılan 3.0 mg/disk inhibisyon zon çapları kıyaslandığında, bazı bakterilerin (*S. aureus*, *E. coli* O157 ve *Salmonella enteritidis*) zon çaplarının Nasar-Abbas ve ark (2004)' nın belirlemiş olduğu inhibisyon zonlarından daha büyük olduğu tespit edilmiştir. Ancak *B. cereus*, *L. monocytogenes* ve *E. coli* TipI'nin inhibisyon zonlarının, diğer metoda kıyasla daha düşük olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak her iki metod ile elde edilmiş alkol ekstraktının da antimikrobiyel gücünün, bakteri türüne göre farklılık gösterdiği açıkça görülmektedir. MİK değerleri irdelendiğinde, diğer çalışmada MİK aralığının 500-3000 mg/L olduğu ifade edilmişken, bu çalışmada 10-60 mg/mL olarak belirlenmiştir. Açığa çıkan büyük farklılığın, tüp dilüsyon ile agar dilüsyon metodları arasındaki farklılıktan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Türk sumakının antimikrobiyel etkisinin incelendiği benzer çalışmada, etil alkol ekstraktının (maserasyon yöntemi) 5mg/disk şeklinde uygulandığı bildirilmiştir (Ertürk 2006). Test bakterileri arasından *E. coli*'nin, çalışmada kullanılan *E. coli* ATCC 25922 (11 mm) ve *E. coli* ATCC 35218 (13 mm) suşlarından daha büyük zona (15 mm) sahip olduğu gözlenmiştir. Diğer taraftan, Fazeli ve ark. (2007), perkolasyon metodu kullanarak İran sumakında yaptıkları denemede (20 mg/disk); *E. coli* üzerinde 24 mm inhibisyon zonu sergilediğini saptamışlardır. *E. coli*'ye ait inhibisyon zon çapları karşılaştırıldığında, disk

üzerine emdirilen konsantrasyon artışı ile zon çapının da büyüdüğü belirlenmiştir. Benzer etki *B. cereus* üzerinde de gözlenmiştir. Buna karşın, Ertürk (2006) denemesinde *S. aureus*'un, çalışmada incelenen *S. aureus* ATCC 33862 (3 mg/disk; 20 mm)'ye kıyasla daha düşük inhibisyon zonu göstermesi (5 mg/disk; 12.5 mm), suşlar arasındaki duyarlılık farklılığını gündeme getirmektedir. MİK ve MBK değerleri incelendiğinde, Ertürk (2006)'ün bakterilerin etil alkol ekstraktına olan duyarlılıklarının sadece disk difüzyon yöntemi ile belirlemiş olması nedeniyle MİK ve MBK değerlerinde bir kıyaslama yapılmamıştır. Diğer taraftan, İran sumakının %0.05, 0.1 ve 0.2 doz uygulamalarının sırasıyla *B. cereus*, *S. aureus* ve *E. coli* üzerinde MİK etkisi oluşturduğu açıklanmıştır (Fazeli ve ark. 2007). Belirtilen bakteri türlerinden sadece *S. aureus* MBK değerinin %0.4 olduğu, diğer iki türde bu değer belirlenemediği bildirilmiştir. Ancak araştırmada test edilen *S. aureus* ATCC 33862 suşuna ait MİK (25 mg/ mL) ve MBK (40 mg/ mL) düzeylerinin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Kullanılan sumakın farklı coğrafi koşullarda yetişmiş olması, ekstraksiyon yönteminin farklılığı, bakteri türleri arasında bir standart olmaması bu sonucun açığa çıkmasında rol oynamaktadır. Ayrıca bu durumun daha iyi açıklanabilmesi için, çok sayıda farklı bakteri türü ile yapılacak çalışmalara ihtiyaç vardır.

Sumakın kloroform ekstraktının, patojen bakteriler üzerindeki etkisi Diğrak ve ark. (2001) tarafından incelendiğinde, *B. cereus* (38 mm), *S. aureus* Cowan I (51 mm) ve *L. monocytogenes* (46 mm) üzerinde güçlü bir antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu ifade edilmiştir. Test bakterileri arasından en duyarlı türün *S. aureus* olduğu, *E. coli* üzerinde ise antibakteriyel etki göstermediği belirtilmektedir. Soxhelet yöntemi ile 20g/ 150 mL kloroform olacak şekilde ekstraksiyon yaptıklarını (24 saat) ve test edilen dozun 2.0 mg/ disk olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada incelenen 3.0 mg/disk uygulamasına ait zon çaplarına bakıldığında, belirtilen türler için daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Ancak her iki çalışmada da belirlenen en duyarlı (*S. aureus*) ve en dirençli bakteri türlerinin (*E. coli*) aynı olduğu saptanmıştır. Kahramanmaraş bölgesinden temin edildiği bildirilen sumakın kloroform ekstraktının antibakteriyel aktivitesinin daha güçlü olmasının (Diğrak ve ark. 2001), kullanılan ekstraksiyon süresinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Bu sonuçlar doğrultusunda, kloroform ile ekstraksiyonda 24 saat süre uygulamasının daha etkili olduğu, süre sonunda antibakteriyel maddelerin büyük çoğunluğunun ekstrakte edilmiş olabileceği fikrini uyandırmaktadır. Ancak çalışmada test edilen Gaziantep sumakının da eşit koşullarda

denenmesi ve her iki bölge sumakının kloroform ekstraktın kimyasal kompozisyonunun belirlenmesinin son derece önemli olduğu tespit edilmiştir.

Sağdıç ve Özcan (2003) sumakın sulu ekstraktının eldesinde, 50g/500mL olacak şekilde 1 saat süre ile hidrodestilasyona tabi tutulduğunu bildirmişlerdir. Disk difüzyon yöntemi ile antibakteriyel etkinin belirlendiği çalışmada, 50 µl/disk (5 mg/disk) olacak şekilde ekstraktın emdirildiği ifade edilmiştir. Test bakterileri olarak; *Bacillus amyloliquefaciens* ATCC 23842, *B. brevis* FMC 3, *B. cereus* FMC 19, *B. subtilis* var. niger ATCC 10, *Enterobacter aerogenes* CCM 2531, *E. coli* ATCC 25922, *E. coli* O157:H7 ATCC 33150, *Klebsiella pneumoniae* FMC 5, *Proteus vulgaris* FMC 1, *Salmonella enteritidis*, *S. gallinarum*, *S. typhimurium*, *S. aureus* ATCC 2392, *S. aureus* ATCC 28213, *Yersinia enterocolitica* ATCC 1501'in kullanıldığı belirtilmiştir. Belirtilen koşullarda, sumakın sulu ekstraktının söz konusu bakterilere karşı etkisiz kaldığı açıklanmıştır. Buna karşın çalışmada uygulanan her iki su ekstraktının da (Soxhelet ve otoklavlama), daha düşük dozda bile (3 mg/disk) ortak olan bakteriler üzerinde inhibisyon etkisi gösterdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak ekstraksiyonda 1 h saat sürenin yetersiz gelmiş olabileceği kanısına varılmıştır.

Ekstraksiyonda suyun kullanıldığı bir başka çalışmada, olgulaşmış meyvelerden (koyu kırmızı) 5g/95 mL olacak şekilde 1 saat oda sıcaklığında bekletildiği bildirilmiştir. Ardından karıştırıcılı ısıtıcıda 2 dakika boyunca kaynatılarak elde edilen sulu ekstraktın, süzülükten sonra nötralize edilmiş ve edilmemiş ekstrakt olarak denemeye alındığı açıklanmıştır (Nasar-Abbas ve Halkman 2004). Test dozları olarak %0.1, 0.5, 1.0, 2.5, 5.0'in kullanıldığı belirtilirken, aynı araştırmacıların etil alkol ekstraktı ile yaptıkları çalışmada bildirdikleri gibi kuyucuk metodu ve agar dilüsyon yöntemini uyguladıkları ifade edilmektedir. Bunun yanı sıra, antibakteriyel etkiyi belirlemek amacıyla test edilen bakterilerinde aynı türler (*B. cereus*, *L. monocytogenes*, *E. coli* Tip I, *E. coli* O157:H7, ve *Salmonella enteritidis*) olduğu belirtilmiştir. Sonuçların kıyaslanmasında; çalışma ile koşulların benzerlik göstermesi amacıyla nötralize olmamış ekstrakt ile yapılan deneme dikkate alınmıştır. Ayrıca, % 1.0 konsantrasyonun 3.0 mg/kuyu uygulamasına denk gelmesi sebebiyle, bu çalışmada test edilen 3.0 mg/disk dozu sonuçları ile değerlendirme yapılmıştır. Çalışmada Soxhelet metodu ile elde edilmiş su ekstraktının, *B. cereus* üzerindeki etkisinin (16mm), Nasar-Abbas ve Halkman (2004) tarafından belirlenmiş inhibisyon etkisi (15.3 mm) ile benzerlik gösterdiği



saptanmıştır. Buna karşın otoklavlanarak ekstraksiyonda, sulu ekstraktın *B. cereus* üzerinde diğerlerine kıyasla zayıf etki (11 mm) gösterdiği belirlenmiştir. *E. coli* Tip I'in, belirtilen üç ayrı metod (Soxhelet, otoklavlama ve maserasyon) kullanılarak elde edilmiş sulu ekstraktlara olan duyarlılığının da benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Zon çapları incelendiğinde; soxhelet, otoklavlama ve maserasyon yöntemi sulu ekstraktlarının, *E. coli* Tip I üzerinde sırasıyla 18, 17 ve 16 mm zon çapına sahip olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, her üç yöntemde de *L. monocytogenes*'in sergilediği zon çaplarının (sırasıyla 15, 13 ve 14 mm) bir biri ile çok yakın değerler verdiği saptanmıştır. Diğer taraftan *E. coli* O157'ye ait inhibisyon zon çaplarının, bu araştırmada kullanılan sulu ekstraktlarda (Soxhelet ve otoklavlama) eşit olduğu (9 mm) kaydedilmişken, maserasyon metodundaki (Nasar-Abbas ve Halkman 2004) sulu ekstrakta karşı *E. coli* O157:H7'nin daha dirençli olduğu (16.3mm) tespit edilmiştir. Sulu ekstraktlar arasından, maserasyon yönteminin *S. enteritidis* üzerinde en güçlü inhibisyon etkisine sahip olduğu (15.3 mm), otoklavlama metodunun ise en zayıf etkiyi (10 mm) sergilediği gözlenmiştir. Test bakterileri arasından *S. aureus*'un en fazla soxhelet yöntemi ile elde edilmiş ekstrakta karşı duyarlılık gösterdiği (20 mm), maserasyon yönteminin ise otoklavlama yöntemine benzerlik (16.3 mm) gösterdiği belirlenmiştir. Bu durumda ekstraksiyonunda uygulanan metodun, sumakın antibakteriyel etkinliğini doğrudan etkilediği, aynı zamanda ekstrakta olan duyarlılığında bakteri türüne göre değiştiği sonucuna varılmıştır.

Bakteriler üzerinde farklı baharat çeşitlerinin de antibakteriyel aktivite gösterdiği daha önceden yapılan çalışmalarda bildirilmiştir. Sumakın inhibisyon etkisinin, diğerleri ile karşılaştırılması amacıyla bu çalışmaların irdelenmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir. Shelef ve ark. (1980) 21 Gram-pozitif bakteri üzerinde yaptıkları denemede, adaçayı ve biberiye'nin %0.3 konsantrasyonunun yeterli olduğu bildirilmiştir. Kekik, nane, defneyaprağına ait alkol ekstraktlarının gıda zehirlenmesine yol açan bakterilerden *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* ve *Vibrio parahaemolyticus*'un gelişimi üzerine engelleyici etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada (Aktuğ ve Karapınar 1988) *Salmonella typhimurium*'un üç baharat karışımında da en az duyarlılık gösterdiği ifade edilmiştir. *S.aureus*'un gelişimini % 0.05 konsantrasyonda inhibe eden kekik, en etkili baharat olarak göze çarpmıştır. Öğütülmüş defne yaprağı ile *S.aureus*'un ancak % 0.5 konsantrasyonda engellenebildiği belirtilmiştir. Sumakın alkol ekstraktının ise, söz konusu bakterinin engellenmesinde daha yüksek doza (40 mg/mL) gereksinim duyduğu saptanmıştır.

Ting ve Deibel (1992) 13 toz baharatın *L. monocytogenes* gelişine etkisini incelemişlerdir. En etkili baharatın karanfil ve kekik olduğu bildirilmiştir. Bunu sekti sırasına göre adaçayı, biberiye ve muskatın takip ettiği açıklanmıştır. Belirtilen baharatların etki dozlarının %0.7-1.4 arasında olduğu açıklanmıştır. İnsan sağlığını tehdit eden bakterilerden *E. coli* O157:H7'nin baharat kullanımı ile gıdada gelişiminin önlenmesi üzerine yapılmış bir araştırmada, salama ilave edilen % 1 oranındaki baharat karışımının (sarımsak, karanfil ve tarçın), patajon bakterinin gelişimini azalttığını belirlemişlerdir. Gelişimin % 99 engellenmesinde en uygun konsntrasyonun % 7.5 sarımsak ve karanfil ilavesi olduğu ifade edilmiştir (Ceylan ve ark. 1998). Literatürde, gıdalarda bulunan, yağ, protein, tuz ve su içeriğinin mikroorganizma direncini arttırdığı, bu nedenle gıdaya katılacak baharat konsntrasyonunun invitro çalışmalarda belirlenen dozlardan biraz daha yüksek miktarlarda olması gerektiği ifade edilmiştir (Shelef 1983, Snyder 1997). Sumakın gıdaya doğal antimikrobiyel olarak ilavesinde bu durum göz önüne alınmalıdır.

Sumakın antifungal aktivitesi irdelendiğinde; bu konuda yapılmış çok az çalışmaya rastlanmıştır. Dülger ve Gönüz (2004), sumaktan soxhelet yöntemi (24 saat) ile elde ettikleri etil alkol ekstraktını, disk difüzyon yöntemini uygulayarak (10 mg/disk) *C. albicans* ve *Kluyveromyces fragilis* üzerinde denediklerini bildirmişlerdir. Sonuç olarak her iki mayada da inhibisyon zonu gözlenmediği açıklanmıştır. Bu araştırmada kullanılan *C. albicans* ATCC 10231 ve *Kluyveromyces* türlerinin (*K. lactis* ve *K. marxianus*) ise, etil alkol ekstraktına duyarlılık gösterdiği tespit edilmiştir. Özellikle ekstraksiyon süreleri arasında büyük farklılık olması (6 ve 24 saat), her iki çalışmada temin edilen sumakın farklı bölgelere ait olması ve mayaların aynı suşa ait olmaması, bu sonucun açığa çıkmasında etken olabileceği şeklinde yorumlanmıştır. Soxhelet yönteminde, ekstraksiyon süresinin uzaması ile antifungal maddelerde bir değişimin olabilme ihtimali göz önünde bulundurulmalıdır. Bu durumun tam olarak açıklanması adına; ekstraksiyon süresi denemeleri ve süreye bağı olarak aktif biyolojik maddelerde olabilecek değişimlerin irdelenmesi yararlı olacaktır. Çalışmada *M. fructicola*'nın, sumakın etil alkol ekstraktına karşı *C. albicans*'tan daha dirençli olması dikkat çekicidir. Bu durumun hasat sonrası biyolojik savaşta kullanılan *M. fructicola*'nın aktivitesine zarar vermeden, belirtilen ekstraktın antifungal olarak kullanımına olanak sağlayacaktır. Bir başka çalışmada, sumakın etanol ekstraktının, *C. albicans* ve *A.niger* üzerindeki inhibisyon

etkisi Ertürk (2006) tarafından incelenmiştir. Disk difüzyon yönteminde 5.0 mg/ disk uygulaması sonucunda, her iki türünde birbirine yakın zon çapına sahip olduğu (*C. albicans* 16 mm; *A. niger* 15 mm) ifade edilmiştir. Bunun yanı sıra MİK değerlerinin de eşit olduğu (15 mg/ mL) açıklanmıştır. Araştırmada etil alkol ekstraktının 6.0 mg/ disk denemesinde, *C. albicans* ATCC 10231 inhibisyon zon çapının bir önceki çalışmaya ile uyum içinde olduğu (16 mm) saptanmıştır. Ancak MİK değerleri karşılaştırıldığında, *C. albicans* ATCC 10231'in 45 mg/mL doz denemesinde MİK değerine ulaştığı tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, bu çalışmada kullanılan her iki *A.niger* suşunun da, etil alkol ekstraktı ile gelişiminin önlenemediği belirlenmiştir. Bu durum, ekstraksiyonda kullanılan yöntem ve test mikroorganizmaları arasındaki suş farklılığından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca *A. niger* gelişiminin önlenmesinde, sumakın maserasyon yöntemi ile elde edilmiş alkol ekstraktının etkili olacağı sonucuna varılmıştır.

Bileşiminde, sumakta yer alan metil gallat ve gallik asit bulunan ve Arjantin'de tıbbi bitki olarak kullanılan *Sebastiania brasiliensis*'un diklorometan, metanol, su ve alkol ekstraktlarının antifungal etkisi Pena ve ark. (2001) tarafından incelenmiştir. Test mikroorganizmaları olarak *A.niger* ve *C. albicans*'ın kullanıldığı çalışmada, denemede kullanılan bitki ekstraktlarının tamamının her iki mikroorganizmaya karşı inhibisyon etkisi göstermediği belirtilmiştir. Diğer taraftan sumakın etil alkol, metanol ve su ekstraktlarının *C. albicans* ATCC 10231 üzerinde etki gösterdiği, *A. niger*'e karşı ise sadece metanol ekstraktının antifungal aktivite sahip olduğu belirlenmiştir. Sumak ile *Sebastiania brasiliensis*'nin ortak olarak metil gallat ve gallik asit içermesine rağmen etki yönünden farklılık gösterdiği saptanmıştır. Sumak ekstraktlarının, kimyasal kompozisyonunun ortak maddeler dışında çeşitlilik göstermiş olabileceği, aynı zamanda ekstraktlarda bulunan çok çeşitli fenolik maddelerin sinerjetik etki oluşturabileceği düşünülmektedir. Bir başka çalışmada da, lokal olarak Tayland'da yetişen *Caesalpinia mimosoides* Lamk. bitkisinin aseton, etil alkol, kloroform ve su ekstraktının *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp. ve *C. albicans* üzerindeki engelleyici etkisi araştırılmıştır (Chanwitheesuk ve ark. 2007). Uygulanan ekstraktların fenolik bileşiklerce zengin olduğu ve özellikle gallik asit içerdiği bildirilmiştir. Deneme materyali maya ve küflerin tamamının, söz konusu ekstraktlara karşı dirençli olduğu açıklanmıştır. Sumakın aseton, etil alkol, kloroform ve su ekstraktlarının ise

*C. albicans* gelişimini engellediği tespit edilmiştir. Bildirilen küflerin aseton ekstraktına karşı duyarlılık gösterdiği, ancak su ekstraktlarına karşı dirençli olduğu gözlenmiştir.

Bazı baharat ve tıbbi bitkilerin etken bileşiği olan gallik asidin, saf olarak *A. alternata* ve *F. semitectum* üzerindeki inhibisyon etkisi Shukla ve ark. (1999) tarafından denenmiştir. uygulanan 1000 ppm gallik asidin *F. semitectum* gelişimini % 96.9 oranında engellerken, *A. alternata* üzerinde % 58.8 düzeyinde etki ettiği belirtilmiştir. Bu çalışmada, *A. alternata*'nın sumak ekstraktlarına en duyarlı tür olarak belirlenmiş olması dikkat çekicidir. Bu etki ekstraktların bileşimindeki gallik asit miktarının değişkenlik göstermesine ve maddelerin birbiri ile etkileşimi sonucunda saf maddeye kıyasla aktivitesinin farklılık sergilemesi sonucunda açığa çıkmış olabilir.

Panizzi ve ark. (2002), *Rubus ulmifolius*'un farklı ekstraktları (hegzan, metanol ve su) ile 3 ayrı fraksiyonun (I triterpen; II flavonoidler, gallik asit ve ferulik asit; III tanen) *C. albicans* ve *A.niger* üzerindeki inhibisyon aktivitelerini incelemiştir. Ekstraktlar arasından hegzan ekstraktının *C. albicans* gelişimine etki etmediği, *A. niger*'in ise tüm ekstraktlara karşı dirençli olduğu bildirilmiştir. Fraksiyonlar arasından terpenlerin antifungal etkisi olmadığı bildirilmiştir. Flavonoid, gallik asit ve ferulik asit içeren fraksiyon ile tanen içeren fraksiyonun *C. albicans*'a karşı etkili olduğu, ancak tanenlerin daha güçlü antikandidial aktivite gösterdiği açıklanmıştır. *A. niger* gelişiminin hiçbir şekilde engellenmediği ifade edilmiştir. Lim ve ark. (2006) *Rhizophora apiculata*'dan ekstrakte edilmiş hidrolize olabilen tanenlerin, *C. albicans* hücre duvarında ciddi zararlanmalara neden olduğunu ifade etmişlerdir. Sumak gibi hidrolize tanen içeren bitkilerin, birçok antibiyotiğe direnç gösteren *C. albicans* üzerinde etki göstermesi son derece önemli bir sonuçtur. Bu da fitokimyasalların antimikrobiyel karakterlerinin, mikroorganizmalar için genelleme yapmaktaki zorluğu ortaya çıkarmaktadır.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

### 6.1. Sonuç

Araştırmada elde edilen sonuç ve önerileri şu şekilde belirtmek mümkündür:

1. Sumakın ekstraksiyonunda kullanılan çözücülerin, oleorezin verimini etkilediği ve en yüksek verimin (%46.64) etil alkol ile gerçekleştiği belirlenmiştir. Aynı zamanda ekstraksiyon yönteminin de verim ile ilişkili olduğu gözlenmiştir. Sulu ekstraktlar arasında otoklavlama metodunun, soxhelet yöntemine kıyasla daha düşük miktarda oleorezin oluşumuna neden olduğu gözlenmiştir. Araştırmada kullanılan her bir çözcünün sumaktan ekstrakte ettiği maddelerin farklı olabileceği düşünüldüğünde, mikroorganizmalar üzerindeki etkileri de farklılık göstermiştir. Bununla birlikte aynı mikroorganizmanın sumakın değişik ekstraktlarına olan duyarlılığının da benzerlik göstermediği belirlenmiştir.

2. Antimikrobiyel etkinin açığa çıkarılmasında; kullanılan çözücü, ekstraksiyon metodu ve süresinin son derece önemli olduğu saptanmıştır. Sulu ekstrakt eldesinde kullanılan soxhelet ve otoklavlama metodu karşılaştırıldığında, soxhelet yöntemi ile elde edilmiş ekstraktın antimikrobiyel aktivitesinin daha güçlü olduğu tespit edilmiştir.

3. Genel anlamda sumak ekstraktlarının antibakteriyel etkisinin daha güçlü olduğu saptanmıştır. Antifungal özelliği incelendiğinde ise; küf gelişimini engellemede zayıf etkiye sahip olduğu kaydedilmiştir.

4. Ekstraktların antibakteriyel etkileri kıyaslandığında, en iyi inhibisyon etkisinin metanol ekstraktı tarafından gerçekleştiği gözlenmiştir. Bakteriler arasından en dirençli suşun *E. coli* ATCC 25922 olduğu tespit edilmiştir.

5. Test mayalarının gelişimini önlemede aseton ekstraktının en iyi etkiyi gösterdiği belirlenmiştir. Sumak ekstraktlarına duyarlılık bakımından ilk sırayı *P. anomalo* aldığı belirlenmişken, *C. albicans* ATCC 10231 en fazla direnç gösteren tür olarak saptanmıştır.

6. Çalışmada kullanılan küflerin, sumak ekstraktlarına karşı dirençli oldukları gözlenmiştir. Özellikle araştırmada yer alan *A. niger* suşları en dayanıklı türler olarak belirlenmiştir. Buna karşın, *A. alternata*'nın ekstraktlardan en fazla etkilenen tür olduğu belirlenmiştir.
7. Genel olarak su ekstraktlarının küf gelişimini engellemede yetersiz olduğu, diğer mikroorganizmalar üzerinde de zayıf etkiye sahip olduğu söylenebilir.
8. Test mikroorganizmalarının sumak ekstraktlarına olan duyarlılıklarında, suşlar arasında ciddi farklılıklar olduğu belirlenmiştir.
9. Antimikrobiyel aktivitenin belirlenmesinde kullanılan disk difüzyon yöntemi ile tüp seyreltme yöntemlerinin bazı durumlarda paralellik göstermediği tespit edilmiştir. Tüp seyreltme yönteminde, mikroorganizmaların ekstraktlar ile tamamen bir arada bulunması sebebiyle sonuçların daha duyarlı olabileceği düşünülmektedir.

## 6.2. Öneriler

1. Sumak ekstraktlarının kimyasal kompozisyonlarının belirlenerek, test mikroorganizmaları üzerindeki etken madde gruplarının tespit edilmesi gerekmektedir. Ayrıca söz konusu maddelerin saflaştırılarak tek başına veya kombinasyonlarının mikroorganizmalar üzerindeki etkilerinin belirlenmesi yönünde çalışmalar ihtiyaç vardır. Bununla birlikte geleceğe dair araştırmalarda, etken maddelerin engelleyici etki mekanizmalarının belirlenmesi ve hücre boyutunda meydana gelen etkileşimlerin açığa çıkarılması yönünde incelemelere de yer verilmesi son derece önemlidir.
2. Ekstraktlardan elde edilebilecek aktif biyolojik bileşiklerin, antimikrobiyel etkilerinin sentetik koruyucu ve antibiyotiklerin etkileri ile karşılaştırılmasının uygun olacağı düşünülmektedir.
3. Farklı çözücüler kullanılarak elde edilen oleozinlerin toksidite testlerinin yapılması ve gıdalarda kullanım uygunluğunun araştırılması yararlı olacaktır. Aynı zamanda gıdaya katıldığında, ürün tüketilebilirliğinin de dikkate alınması gerekmektedir.
4. Ekstraksiyonda uygulanan çözücü, yöntem ve süresinin antimikrobiyel aktiviteyi doğrudan etkilemesi nedeniyle, soxhelet yöntemi dışındaki perkolasyon, maserasyon gibi metod ve süreleri ile test mikroorganizmaları üzerindeki etkilerinin de incelenmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir.

**KAYNAKLAR**

- ADIGÜZEL, A., M. GÜLLÜCE, M. ŞENGÜL, H. ÖĞÜTCÜ, F. ŞAHİN, İ. KARAMAN. 2005. Antimicrobial Effects of *Ocimum basilicum* (Labiatae) Extract. Turkish Journal of Biology, 29: 155–160.
- ADWAN, G., B. ABU-SHANAB, K. ADWAN, F. ABU-SHANAB. 2006. Antibacterial Effects of Nutraceutical Plants Growing in Palestine on *Pseudomonas aeruginosa*. Turkish Journal of Biology, 30: 239–242.
- AHMAD, I., Z. MEHMOOD, F. MOHAMMAD. 1998. Screening of some Indian Medicinal Plants for their Antimicrobial Properties. Journal of Ethnopharmacology, 62: 183-193
- AKGÜL, A. 1993. Baharat Bilimi ve Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği. Ankara. 450 s.
- AKGÜL, A., A. AYAR. 1993. Antioxidant Effects of Turkish Spices. Doğa-Turkish Journal of Agricultural Forest. 17: 1061–1068.
- AKTUĞ, S.E., M. KARAPINAR. 1988. Sensitivity of Some Common Food Poisoning Bacteria to Thyme, Mint and Bay Leaves. International Journal of Food Microbiology, 3(6):349-354.
- AL-SHABIBI, M.M.A., A.M. SIDDIGI, S. KASSIM, B.A. HADDAD. 1982. Studies on the Sumach of Iraq. Proximate. Analysis and Characterization of Seed Coat Lipids. Canadian Institute of Food Science and Technology Journal, 15(1):65–67.
- ARORA, D. S., J. KAUR. 1999. Antimicrobial Activity of Spices. International Journal of Antimicrobial Agents, 12( 3): 257–262.
- BADRİE, N., A. GOBIN, S. DOOKERAN, R. DUNCAN. 2006. Consumer Awareness and Perception to Food Safety Hazards in Trinidad, West India. Food Control, 17:370-377.
- BAŞ, M., A.Ş. ERSUN, G. KIVANÇ. 2006. The Evaluation of Food Hygiene Knowledge, Attitudes and Practice of Food Handlers' Food Businesses in Turkey. Food Control, 17:317-322.
- BAŞOĞLU, F., B. CEMEROĞLU. 1984. Sumakın Kimyasal Bileşimi Üzerine Araştırma. Gıda, 84(3):167–172.
- BAU M., M. R., BRAGULAT, M. L. ABARCA, S. MINGUEZ, F. J. CABANES. 2005. Ochratoxigenic Species from Spanish Wine Grapes. International Journal of Food Microbiology, 98(2):125–130.



- BELHATTAB, R., L. LAROUS, G. KALANTZAKIS, D.BOSKOU, V.EXARCHOU. 2004. Antifungal properties of *Origanum glandulosum* Desf. extracts. Journal of Food, Agriculture and Environment, 2(1) : 69–73.
- BENNETT, J. W., M. KLICH. 2003. Mycotoxins. Clinical Microbiology Reviews, 16(3): 497–516.
- BRANHAM, L.A., M.A. CARR, C.B. SCOTT, T.R. CALLAWAY. 2005. *E. coli* O157 and *Salmonella* spp. in White-tailed Deer and Livestock. Current Issues Intestinal Microbiology, 6: 25–29.
- BRUNKE, J.E., FISCHER, N., HAMMERSCHMIDT, F.J. and SCHMAUS, G. 1993. Sumach-an oriental spice. Dragoco Report 3/1993, pp. 81–95.
- BURT, S. A., R. D. REINDERS. 2003. Antimicrobial Activity Selected Plant Essential Oils Against *Escherichia coli* O157:H7. Letters in Applied Microbiology, 36: 162-167.
- CANDAN, F., A. SÖKMEN. 2004. Effects of *Rhus coriaria* L (Anacardiaceae) on Lipid Peroxidation and Free Radical Scavenging Activity. Phytotherapy Research, 18: 84–86.
- CEYLAN, E., D. KANG, Y.C.F. DANIEL, 1998. Spices May Reduce *Escherichia coli* O157:H7 in Meat. Available at: [http:// genetics.miningco.com/library/blpresscoli](http://genetics.miningco.com/library/blpresscoli)
- CHANDRASEKARAN, M., V.VENKATESALU. 2004. Antibacterial and Antifungal Activity of *Syzgium jambolanum* Seeds. Journal of Ethnopharmacology, 91: 105-108.
- CHANWITHEESUK, A., A. TEERAWUTGULRAG, J. D. KILBURN, N. RAKARIYATHAM. 2007. Antimicrobial Gallic Acid from *Caesalpinia mimosoides* Lamk. Food Chemistry, 100(3): 1044-1048.
- CHUNG, K., T. Y. WONG, C. WEI, Y. HUANG, Y. LIN. 1998. Tannins and Human Health: A Review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 38(6): 421–464.
- CHUNG, P.Y., L.Y. CHUNG, Y. F. NGEOW, S. H. GOH, Z. IMIYABIR. 2004. Antimicrobial Activities of Malaysian Plant Species. Pharmaceutical Biology, 42(4–5): 292–300.
- CONNER, D. E. 1993. Naturally Occurring Compounds. Alınmıştır ‘Antimicrobials in Foods’ Marcel Dekker, Inc., New York, p. 441-468.
- CORDELL, G.A. 2000. Biodiversity and Drug Discovery(-) a Symbiotic Relationship. Phytochemistry, 55: 463-480.
- COTON E., M. COTON , D. LEVERT, S. CASAREGOLA, D. SOHIER. 2006. Yeast Ecology in French Cider and Black Olive Natural Fermentations. International Journal of Food Microbiology, 108: 130-135.

- COWAN, M.M. 1999. Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clinical Microbiology Reviews*, 12(4): 564–582.
- DAVIS, P.H. 1967. *Flora of Turkey*. Volume Two. Ediburg at the University Press, 350 p.
- DEAK, T., L. BEUCHAT. 1993. Yeasts Associated with Fruit Juices Concentrates. *Journal of Food Protection*, 56: 777–782.
- DEAK, T., L.R. BEUCHAT. 1996. *Handbook of Food Spoilage Yeasts*. CRC Press, USA. 199 p.
- DEANS, S.G, K.P. SVOBODA. 1990. Antibacterial Activity of Summer Savory (*Satureja hortensis* L.) Essential Oil and its Constituents. *Journal of Horticultural Science*, 64: 205-210.
- DELGADO T., C. GOMEZ-CORDOVES. 1998. Natural Occurrence of Alternariol and Alternariol Methyl Ether in Spanish Apple Juice Concentrates. *Journal of Chromatography A*, 815(1):93-97.
- DI PIETRO, S., K. HARITCHABALET, G. CANTONI, L. IGLESIAS, S. MANCINI, A. TEMPERONI, J.L. LABANCHI, N. BARBAROSSA, M.T. GARCIA, M. COFRE. 2004. Surveillance of Foodborne Diseases in the Province of Rio Negro, Argentina, 1993–2001. *Medicina (B Aires)*, 64: 120-124.
- DİGRAK, M., M.H. ALMA, A. İLÇAM. 2001. Antibacterial and Antifungal Activities of Turkish Medicinal Plants. *Pharmaceutical Biology*, 39(5):346–350.
- DOLAZ, M., A. GÖLCÜ, E. K. DAĞCI, S. SERİN. 2002. Antimicrobial Activities of Silician Sumach (*Rhus coriaria*). *Proceedings of ICNP, Trabzon, Türkiye*, 79–82.
- DORMAN, H. J. D., S. G. DEANS. 2000. Antimicrobial Agents From Plants: Antibacterial Activity of Plant Volatile Oils. *Journal of Applied Microbiology*, 88: 308–316.
- DUKE, J.A., M. JOBOGENSCHUTZ-GODWIN, J. DUCCELLIER. 2003. *CRC Handbook of Medical Plant*. CRC press. Boca Raton.
- DÜLGER, B., A. GÖNÜZ. 2004. Antimicrobial Activity of Some Turkish Medicinal Plants. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7(9): 1559–1562.
- DÜLGER B. 2005. An Investigation on Antimicrobial Activity of Endemic *Origanum solymicum* and *Origanum bulgeri* from Turkey. *African Journal of Traditional Complementary and Alternative Medicines (CAM2)*, 259–263.
- ELOFF, J. N. 1998. Which Extractant Should be Used for the Screening and Isolation of Antimicrobial Components from Plants? *Journal of Ethnopharmacology*, 60: 1-8.
- EL-SISSI, H.I., M.S. ISHAK, M.S. ABD EL WAHID, M.A. EL-ENSARI. 1971. The Gallotannins of *Rhus conaria* and *Mangifera indica*. *Planta Medica*, 19(4):342-351.

- EL-SISSI, H.I., M.S. ISHAK, M.S. ABD EL WAHID. 1972. Polyphenolic Components of *Rhus coriaria* Leaves. *Planta Medica*, 21(1):67–71.
- ERTÜRK, Ö. 2006. Antibacterial and Antifungal Activity of Ethanolic Extracts from Eleven Spice Plants. *Biologia Bratislava*, 61(3): 275–278.
- FARAG R., Z.Y DAW, F.M HEWEDI, G.S.A. EL-BAROTY. 1989. Antimicrobial Activity of Some Egyptian Spice Essential Oil. *Journal of Food Protection*, 52: 665-667.
- FAZELI, M. R., G.AMIN, M. M. A. ATTARI, H. ASHTIANI, H. JAMALIFAR, N. SAMADI. 2007. Antimicrobial Activities of Iranian Sumac and Avishan-e shirazi (*Zataria multiflora*) Against Some Food-borne Bacteria. *Food Control*, 18: 646–649.
- FLEET, G. 1992. Spoilage Yeasts. *Critical Reviews Biotechnology*, 12: 1–14.
- FOGLIANI, B., P. RAHARIVELOMANANA, J. BIANCHINI, S. BOURAIMA-MADJEBI, E. HNAWIA. 2005. Bioactive Ellagitannins from *Cunonia macrophylla*, an Endemic Cunoniaceae from New Caledonia. *Phytochemistry*, 66: 241–247.
- GARDINI, F., R. TOFALO, N. BELLETTI, L. IUCCI, G. SUZZI, S. TORRIANI, M.E. GUERZONI, R. LANCIOTTI. 2006. Characterization of Yeasts Involved in the Ripening of Pecorino Crotonese Cheese. *Food Microbiology*, 23:641–648.
- GAULIN, C., Y.B VIGER, L. FILLION. 2002. An Outbreak of *Bacillus cereus* Implicating a Part-time Banquet Caterer. *Can. J. Public Health*, 93: 353–355.
- GIANCARLO, S., L.M. ROSA F. NADJAFI. 2006. Hypoglycaemic Activity of Two Spices Extracts: *Rhus coriaria* L. and *Bunium persicum* Boiss. *Natural Product Research*, 20: 882–886.
- GÜLMEZ, M., N. ORAL, L. VATANSEVER. 2006. The Effect of Water Extract of Sumac (*Rhus coriaria* L.) and Lactic Acid on Decontamination and Shelf Life of Raw Broiler Wings. *Poultry Science*, 85: 1466–1471.
- GÜVENÇ, A., M. KOYUNCU. 1994. A Study on the Main Active Compounds of Leaves and Fruits of *Rhus coriaria* L. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 20:11-13.
- HALL, G., M.D. KIRK, N. BECKER, J.E. GREGORY, L. UNICOMB, G. MILLARD, R. STAFFORD, K. LALOR. 2005. Estimating Foodborne Gastroenteritis, Australia. *Emerg. Infect. Dis.*, 11: 1257-1264.
- HAMMER, K. A., C. F. CARSON, T. V. RILEY. 1999. Antimicrobial Activity of Essential Oils and Other Plant Extracts. *Journal of Applied Microbiology*, 86: 985–990.
- JUGLAL, S., R. GOVINDEN, B. ODHAV. 2002. Spice Oil for the Control of Co-occurring Mycotoxin-Producing Fungi. *Journal of Food Protection*, 65 (4): 683–687.

- KARAMAN I, F. ŞAHİN, M. GÜLLÜCE, H. ÖĞÜTCÜ, M. ŞENGUL, A. ADIGÜZEL. 2003. Antimicrobial activity of aqueous and methanol extracts of *Juniperus oxycedrus*.L. Journal of Ethnopharmacology, 85: 231-235.
- KOŞAR, M., B. BOZAN, F. TEMELLİ , K.H.C. BAŞER. 2006. Antioxidant activity and phenolic composition of sumac (*Rhus coriaria* L.) extracts. Food Chemistry, In press.
- KOYUNCU, M., A. KÖROĞLU.1991. *Rhus coriaria* L. Yaprak ve Meyvelerinin Anatomik Olarak İncelenmesi. Doğa- Turkish Journal of Pharmacy, 1: 89–96.
- KUETE, V., J.G. TANGMOUO, V. PENLAP BENG, F.N. NGOUNOU, D. LONTSI . 2006. Antimicrobial activity of the methanolic extract from the stem bark of *Tridesmostemon omphalocarpoides* (*Sapotaceae*). Journal of Ethnopharmacology, 104: 5–11.
- KURITA, N., MIAJI, M., KURANE, R., TAKAHARA, Y. and ICHIMURA, K. 1979. Antifungal activity and molecular orbital energies of aldehyde compounds from oils of higher plants. Agricultural Biology Chemistry. 43, 2365–2371.
- KURUCU, S., M. KOYUNCU, A. GÜVENÇ (KÖROĞLU). 1993. The Essential Oils of *Rhus coriaria* L.(sumac), Journal of Essential Oil.Research, 5:481-486.
- LEE, S. H., K. S. CHANG , M. S. SU , Y.S. HUANG ,H. D. JANG. 2007. Effects of Some Chinese Medicinal Plant Extracts on Five Different Fungi. Food Control, Article in press.
- LIM, S. H., I. DARAH, K. JAIN. 2006. Antimicrobial Activities of Tannins Extracted from *Rhizophora Apiculata* Barks. Journal of Tropical Forest Science, 18(1): 59-65.
- LOPEZ-MALO A., S.M. ALZAMORA, E. PALOU. 2005a. *Aspergillus flavus* Growth in the Presence of Chemical Preservatives and Naturally Occurring Antimicrobial Compounds. International Journal of Food Microbiology, 99: 119–128.
- LOPEZ-MALO, A., E PALOU, S. M. ALZAMORA. 2005b. Naturally Occuring Compounds-Plant Sources. “in, Antimicrobials in Foods, Eds P.M. Davidson, J. N. Sofos and A. L. Branen”, Taylor & Francis Group CRC Press, Third Edition, Broken Sound Parkway. 706 p.
- MADIGAN, M. T., J. M. MARTINKO, J. PARKER. 1997. Biology of Microorganisms (8th ed.). Prentice-Hall International Inc., New Jersey.575 p.
- MAIMER, E., M. BUSE. 1992. Growth Properties and Gas Formation by Yeasts Isolated from Processed Fruits in Media with Various Brix Values and Sorbic Acid Contents. Journal of Food Protection, 55: 92–197.
- MARASAS W.F.O., P.E., NELSON, T.A. TOUSSOUN. 1984. Toxigenic *Fusarium* species. Identify and Mycotoxicology. University Park, London, UK, The Pennsylvania State University Press.

- MATHABE, M.C., R.V. NIKOLOVA, N. LALL, N.Z. NYAZEMAC. 2006. Antibacterial Activities of Medicinal Plants Used for The Treatment of Diarrhoea in Limpopo Province, South Africa. *Journal of Ethnopharmacology*, 105: 286–293.
- MAVLYANOV, S.M., S.Y. ISLAMBEKOV, A.K. KARIMDZHANOV, A.I. ISMAILOV. 1997. Anthocyanins and Organic Acids of the Fruits of Some Species of Sumac. *Khim. Prir. Soedin.* 2: 279–280.
- MAYORAL, M.B., R. MARTIN, A. SANZ, P.E. HERNANDEZ, I.GONZALEZ, T. GARCIA. 2005. Detection of *Kluyveromyces marxianus* and Other Spoilage Yeasts in Yoghurt Using a PCR-Culture Technique. *International Journal of Food Microbiology*, 105: 27–34.
- NASAR-ABBAS, S.M., A. K. HALKMAN. 2004. Antimicrobial Effect of Water Extract of Sumac (*Rhus coriaria* L.) on the Growth of Some Food Borne Bacteria including Pathogens. *International Food Microbiology*, 20: 367–369.
- NASAR-ABBAS, S.M., A. K. HALKMAN, M.I. AL-HAQ. 2004. Inhibition of Some Foodborne Bacteria by Alcohol Extract of Sumac (*Rhus Coriaria* L.). *Journal of Food Safety*, 24: 257–267.
- NIELSEN, P. V., R. RIOS. 2000. Inhibition of Fungal Growth on Bread by Volatile Components From Spices and Herbs and the Possible Application in Active Packaging, with Special Emphasis on Mustard Essential Oil. *Int. Journal of Food Microbiology*, 60: 219-229.
- NIMRI, L.F., M.M. MEQDAM, A. ALKOFABI. 1999. Antibacterial Activity of Jordanian Medical Plants. *Pharmaceutical Biology*, 37(3):196–201.
- OUSSALAH, M., S. CAILLET, L., SAUCIER, M. LACROIX. 2007. Inhibitory Effects of Selected Plant Essential Oils on the Growth of Four Pathogenic Bacteria: *E. coli* O157:H7, *Salmonella* Typhimurium, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. *Food Control*, 18: 414–420.
- ÖZCAN, M., A. AKGÜL. 1998. Inhibitory Effects of Spice Extracts on the Growth of *Aspergillus parasiticus* NRRL2999 strain. *Z. Lebensm Unters Forsch A.*, 207:253-255.
- ÖZDAMAR, K. 2004. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi–1.Minitab-NCSS-SPSS. Kaan Kitabevi, 5. baskı. 637 s.
- PANIZZI, L., C. CAPONI, S. CATALANO, P.L. CIONI, I. MORELLI. 2002. In vitro Antimicrobial Activity of Extracts and Isolated Constituents of *Rubus ulmifolius*. *Journal of Ethnopharmacology*, 79: 165–168.
- PENA, C., S. MARINO, E. VIVOT, M.C. CRUANES, J. DE D. MUNOZ, J. CRUANES, G. FERRARO, G. GUTKIND, V. MARTINO. 2001. Antimicrobial Activity of Argentine

Plants Used in the Treatment of Infectious Diseases. Isolation of Active Compounds from *Sebastiania brasiliensis*. *Journal of Ethnopharmacology*, 77: 37–40.

- PRADO, V., V. SOLARI, I.M. ALVAREZ, C. ARELLANO, R. VIDAL, M. CARRENO, N. MAMANI, D. FUENTES, M. O'RYAN, V. MUNOZ. 2002. Epidemiological Situation of Foodborne Diseases in Santiago, Chile in 1999–2000. *Revista Médica de Chile*, 130: 495-501.
- RANGASAMY, O., G. RAOELISON, F. E. RAKOTONIRIANA, K. CHEUK, S. URVERG-RATSIMAMANGA , J. QUETIN-LECLERCQ , A. GURIB-FAKIM , A. H. SUBRATTY. 2006. Screening for Anti-infective Properties of Several Medicinal Plants of the Mauritian Flora. *Journal of Ethnopharmacology*, 109: 331–337.
- RAUHA J.P., S. REMES, M. HEINONEN, A. HOPIA, M. KAHKONEN, T. KUJALA, K. PIHLAJA, H. VUORELA, P. VUORELA. 2000. Antimicrobial Effects of Finnish Plant Extracts Containing Flavonoids and Other Phenolic Compounds. *International Journal of Food Microbiology*, 56: 3-12.
- RUNDBERGET T., I. SKAAR, A. FLAOYEN. 2004. The Presence of *Penicillium* and *Penicillium* Mycotoxins in Food Wastes. *International Journal of Food Microbiology*, 90(2): 181–188.
- SAĞDIÇ, O., M. ÖZCAN. 2003. Antimicrobial Activity of Turkish Spice Hydrosols. *Food Control*, 14: 1141–1143.
- SAXENA, G., A.R. MCCUTCHEON, S. FARMER, G.H.N. TOWERS, R.E.W. HANCOCK, 1994. Antimicrobial Constituents of *Rhus glabra*. *Journal of Ethnopharmacology*, 42: 95–99.
- SCALBERT, A. 1991. Antimicrobial Properties Tannins. *Phytochemistry*, 30(12): 3875–3883.
- SHELEF, L.A., O.A. NAGLIK B.W., BOGEN, 1980. Sensitivity of Some Common Food Borne Bacteria to the Spices Sage, Rosemary and all spice. *Journal of Food Science*, 45: 1042–1044.
- SHELEF, L.A. 1983. Antimicrobial Effect of Spices. *Journal of Food Safety*, 6: 29–44.
- SHUKLA, Y.N., A. SRIVASTAVA, S. KUMAR, S.KUMAR. 1999. Phytotoxic and Antimicrobial Constituents of *Argyrea speciosa* and *Oenothera biennis*. *Journal of Ethnopharmacology*, 67:241–245.
- SOLIMAN, K. M., R. I. BADEAA. 2002. Effect of Oil Extracted From Some Medicinal Plants on Different Mycotoxigenic Fungi. *Food and Chemical Toxicology*, 40: 1669–1675.

- SNYDER, O.P. 1997. <http://www.hi-tm.com/Documents/Spices.html>, Erişim Tarihi: 25.05.2007. Konu: Antimicrobial Effect of Spices and Herbs.
- ŞAHİN, F., M. GÜLLÜCE, D. DAFERRA, A. SÖKMEN, M. SÖKMEN, M. POLİSSİOU, G. AGAR, H. ÖZER. 2004. Biological Activities of the Essential Oils and Methanol Extract of *Origanum vulgare* ssp. *vulgare* in the Eastern Anatolia Region of Turkey. *Food Control*, 15: 549–557.
- ŞENGÜL, M., H. ÖĞÜTCÜ, A. ADIGÜZEL, F. ŞAHİN, A. A. KARA, İ. KARAMAN, M. GÜLLÜCE. 2005. Antimicrobial Effects of *Verbascum georgicum* Bentham Extract. *Turkish Journal of Biology*, 29: 105-110.
- TANGIGUCHI, M., YANO, Y., TADA, E., IKENISHI, K., OI, S., HARAGUCHI, H., HASHIMOTO, K. and KUBO, I. 1988. Mode of action of polygodial, antifungal sesquiterpene dialdehyde. *Agricultural Biology Chemistry*. 52, 1409–1414.
- TASSOU, C., K. KOUTSOUMANIS, G.J.E. NYCHAS. 2000. Inhibition of *Salmonella enteritidis* and *Staphylococcus aureus* in Nutrient Broth by Mint Essential Oil. *Food Research International*, 33: 273–280.
- TEPE, B., E., DONMEZ, M. UNLU, F. CANDAN, D. DAFERERA, G. VARDAR-UNLU, M. POLISSIOU, A. SOKMEN. 2004. Antimicrobial and Antioxidative Activities of the Essential Oils and Methanol Extracts of *Salvia cryptantha* (montbret et aucher ex benth.) and *Salvia multicaulis* (vahl). *Food Chemistry*, 84: 519–525.
- TING, W.T.E, K.E. DEIBEL. 1992. Sensitivity of *Listeria monocytogenes* to spices at two temperatures. *Journal of Food Safety*, 12: 129–137.
- TOPAL, R.Ş. 1996. Gıda Güvenliği ve Kalite Yönetim Sistemleri. TÜBİTAK-Marmara Araştırma Merkezi Matbaası, Gebze-Kocaeli. 225 s.
- TURAN, Z. M. 1998. İstatistik. Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Ders Notları No: 78, Bursa. 207 s
- VATTEM, D. A., Y. T. LIN, R. G. LABBE, K. SHETTY. 2004. Phenolic Antioxidant Mobilization in Cranberry Pomace by Solid-state Bioprocessing Using Food Grade Fungus *Lentinus Edodes* and Effect on Antimicrobial Activity Against Select Food-Borne Pathogens. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 5: 81–91.
- VERZELE, M., P. DELAHAYE, F. VAN DAMME. 1985. Determination of the Tanning Capacity of Tannic Acids by High-performance Liquid Chromotography. *Journal of Chromotography*, 362:363–372.
- WANGIKAR, P. B., P. DWIVEDI, N. SINHA, A. K. SHARMA, A. G. TELANG. 2005. Effects of Aflatoxin B1 on Embryo Fetal Development in Rabbits. *Food and Chemical Toxicology*, 43: 607–615.
- YALÇIN, A. 2000. Sumak. *Baharat Dünyası. Geçit Kitabevi* 1. Baskı, İstanbul. 221–222 s.

YEŞİL CELİKTAŞ, O., E.E. HAMES KOCABAŞ, E. BEDİR , F. VARDAR SUKAN, T. ÖZEK , K.H.C. BAŞER. 2007. Antimicrobial Activities of Methanol Extracts and Essential Oils of *Rosmarinus officinalis*, Depending on Location and Seasonal Variations. Food Chemistry, 100: 553–559.

YIN, M. C. ve S. M. TSAO.1999. Inhibitory effect of seven *Allium* plants upon three *Aspergillus* species. International Journal of Food Microbiology, 49: 49–56.



**ÖZGEÇMİŞ**

1976 yılında Bursa'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimlerini Bursa'da tamamladı. 1998 yılında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 1999 yılında yüksek lisansa başladı ve aynı yıl araştırma görevlisi olarak atandı. 2002 yılında yüksek lisansını tamamlayarak doktora eğitimine başladı. Halen aynı bölümde görevini sürdürmektedir.

**TEŞEKKÜR**

Tezimin hazırlanmasının tüm aşamalarında çok değerli yardımlarını ve desteği gördüğüm danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Mihriban KORUKLUOĞLU'na, çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Bölüm Başkanım Prof. Dr. Ö. Utku ÇOPUR ve Sayın Hocam Prof. Dr. Fikri BAŞOĞLU'na, bölümümüzün değerli öğretim üye ve elemanlarına, arkadaşım AraŐ. Gör. Dr. Yasemin ŐAHAN'a, Dursun ÇINAR'a, her zaman ilgi ve destekleriyle yanımda olan annem, babam ve diğer aile fertlerine teşekkür, saygı ve sevgilerimi sunarım.