

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Ferhat KÜLEY**

**BAZI BAHARATLARIN (SUMAK, KİMYON, KARABİBER VE KIRMIZI  
BİBER) GIDA KAYNAKLI PATOJEN BAKTERİLERİN GELİŞİMİ VE  
BİYOJEN AMİN ÜRETİMİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

**SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI**

**ADANA, 2016**

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAZI BAHARATLARIN (SUMAK, KİMYON, KARABİBER VE KIRMIZI  
BİBER) GIDA KAYNAKLI PATOJEN BAKTERİLERİN GELİŞİMİ VE  
BİYOJEN AMİN ÜRETİMİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

**Ferhat KÜLEY**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI**

Bu Tez 25/07/2016 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği ile Kabul Edilmiştir.

.....  
Prof. Dr. Fatih ÖZÖĞÜL  
DANIŞMAN

.....  
Prof. Dr. Gülsün ÖZYURT  
ÜYE

.....  
Yrd. Doç. Dr. Yekta GEZGİNÇ  
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Su Ürünleri Avlama Ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

**Kod No:**

**Prof. Dr. Mustafa GÖK  
Enstitü Müdürü**

**Bu Çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.**

**Proje No: FYL-2015-4813**

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

## ÖZ

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### BAZI BAHARATLARIN (SUMAK, KİMYON, KARABİBER VE KIRMIZI BİBER) GIDA KAYNAKLI PATOJEN BAKTERİLERİN GELİŞİMİ VE BİYOJEN AMİN ÜRETİMİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Ferhat KÜLEY

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Fatih ÖZOĞUL

Yıl: 2016, Sayfa: 67

Jüri : Prof. Dr. Fatih ÖZOĞUL

: Prof. Dr. Gülsün ÖZYURT

: Yrd. Doç. Dr. Yekta GEZGİNÇ

Çalışmada sumak, kimyon, karabiber ve kırmızı (pul) biber dietil eter ekstraktının 8 farklı gıda kaynaklı patojen bakteri (*Staphylococcus aureus*, *Salmonella Paratyphi A*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterococcus faecalis*, *Campylobacter jejuni*, *Aeromonas hydrophila*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Yersinia enterocolitica*) gelişimi ve iki farklı aminoasit (histidin ve tirozin) dekarboksilaz sıvısında biyojen amin üretimine etkisi incelenmiştir. Baharat ekstraktının gıda kaynaklı patojen bakteri üzerindeki antimikrobiyal etkisi minimum inhibisyon konsantrasyonu (MIK) ve minimum bakterisit konsantrasyonu (MBK) ile belirlenmiştir. Test edilen baharat ekstraktları arasında sumak ve bunu takiben pul biber ekstraktı diğer baharat ekstraktlarına kıyasla daha yüksek antimikrobiyal aktivite sergilemiştir. Sumak ekstraktına karşı en hassas türler 6.25 mg/ml MIK değeri ile *Ent. faecalis* ve *A. hydrophila* olmuştur. Baharat ekstraktlarının bakteriler üzerindeki MBK değerleri genellikle 50 mg/ml'nin üzerinde olmuştur. Aminoasit dekarboksilaz sıvısında genellikle en düşük bakteriyel yük sumak, pul biber ve kimyonda (<8.20 logkob/ml) gözlenmiştir. Baharat ekstraktları amonyak üretimini önemli düzeyde düşürmüştür (p<0.05). Gıda kaynaklı patojen bakteriler başlıca TMA, dopamin, serotonin ve agmatin üretmişlerdir. Histidin dekarboksilaz sıvısında histamin üretimi 0.14 mg/L (*Y. enterocolitica*) ve 39.29 mg/L (*Staph. aureus*) arasında değişkenlik gösterirken, tirozin dekarboksialz sıvısında bakteriler 10 mg/L'nin üzerinde tiramin üretmişlerdir. Histidin dekarboksilaz sıvısında pul biber ekstraktı, tirozin dekarboksilaz sıvısında ise kimyon ekstraktı genel olarak biyojen amin üretimini artırmasına karşın, baharat ekstraktlarının biyojen amin üretimindeki etkisi aminoasit dekarboksilaz sıvısına, baharat tipine, bakteri türüne ve spesifik biyojen amine göre değişkenlik göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Gıda kaynaklı patojenler, sumak, kimyon, karabiber, pul biber, biyojenik aminler, antimikrobiyaller

## ABSTRACT

### MSc THESIS

# INVESTIGATION OF EFFECTS OF SOME SPICES EXTRACTS (SUMAC, CUMIN, BLACK PEPPER, RED PEPPER) ON GROWTH AND BIOGENIC AMINE PRODUCTION OF FOOD-BORNE PATHOGENS

Ferhat KULEY

ÇUKUROVA UNIVERSITY  
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES  
DEPARTMENT OF FISHING AND SEAFOOD PROCESSING  
TECHNOLOGY

Supervisor : Prof. Dr. Fatih ÖZOĞUL  
Year: 2016, Pages: 67  
Jury : Prof. Dr. Fatih ÖZOĞUL  
: Prof. Dr. Gülsün ÖZYURT  
: Asst. Prof. Dr. Yekta GEZGİNÇ

In the present study, effects of diethyl ether extract of sumac, cumin, black pepper and red pepper on growth of eight food-borne pathogens (*Staphylococcus aureus*, *Salmonella Paratyphi A*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterococcus faecalis*, *Campylobacter jejuni*, *Aeromonas hydrophila*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Yersinia enterocolitica*) and their biogenic amine production in two different amino acid (histidine and tyrosine) decarboxylase broth were investigated. The antimicrobial effect of spice extracts was determined by minimum inhibition concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC). Among spice extracts, sumac followed by red pepper had the highest antimicrobial activity against food-borne pathogens. *Ent. faecalis* and *A. hydrophila* was the most susceptible strains to sumac extract, with MIK value of 6.25 mg/ml. MBK of spice extract on food-borne pathogen was generally above 50 mg/ml. The lowest bacterial load in amino acid decarboxylase broth was observed from sumac, red pepper and cumin extract (<8.20 log cfu/ml). Spice extracts induced significantly lower ammonia accumulation (p<0.05). Food-borne pathogens produced mainly TMA, dopamine, serotonin and agmatine. Histamine production in histidin decarboxylase broth was in range from 0.14 mg/L (*Y. enterocolitica*) to 39.29 mg/L (*Staph. aureus*), whilst tyramine production by foodborne-pathogens was more than 10 mg/L in tyrosine decarboxylase broth. The effect of spice extracts on biogenic amine production varied depending on amino acid decarboxylase broth, spice type, bacterial strains and specific amine, although red pepper extract in histidine decarboxylase broth and cumin extract in tyrosine decarboxylase broth generally increased biogenic amine production by bacteria.

**Key Words:** Food-borne pathogens, sumac, cumin, black pepper, red pepper, biogenic amine, antimicrobials

## **TEŞEKKÜR**

Tez konusunun belirlenmesinde ve yürütülmesinde yardımını esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Fatih ÖZOĞUL'a,

Tezin değerlendirilmesinde yapıcı ve yönlendirici katkılarından dolayı Yüksek Lisans Tez Jüri üyeleri Sayın Prof. Dr. Gülsün ÖZYURT ve Yrd. Doç. Dr. Yekta GEZGİNÇ'e teşekkürlerimi sunarım.

Tezin uygulanması, verilerin değerlendirilmesi ve tez yazımında her türlü desteği ve yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Esmeray Küley BOĞA' ya, Doç. Dr. Mustafa BOĞA'ya, Arş. Gör. Dr. Mustafa DURMUŞ'a, Arş. Gör. Yılmaz UÇAR'a, Biyolog Ali Rıza KÖŞKER'e, Arş. Gör. Elif Tuğçe AKSUN ve Su Ürünleri Mühendisi Çağın GAYDE' ye teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her aşamasında maddi manevi bana her türlü desteklerini esirgemeyen anne ve babama şükranlarımı sunarım.

## İÇİNDEKİLER

## SAYFA

ÖZ .....	I
ABSTRACT .....	II
TEŞEKKÜR .....	III
İÇİNDEKİLER .....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	X
1. GİRİŞ .....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	7
2.1. Biyojenik Aminler.....	7
2.2. Antimikrobiyaller.....	8
2.2.1. Karabiber .....	10
2.2.2. Sumak.....	11
2.2.3. Kimyon.....	13
2.2.4. Kırmızıbiber .....	15
3. MATERYAL VE METOD .....	17
3.1. Materyal .....	17
3.1.1. Baharatlar .....	17
3.1.2. Gıda kaynaklı patojen bakteriler .....	17
3.2. Yöntem.....	17
3.2.1. Baharat ekstraksiyonu .....	17
3.2.2. Antimikrobiyal Aktivite Analizi .....	19
3.2.3. Aminoasit Dekarboksilaz Sıvısının Hazırlanması .....	19
3.2.4. Histidin ve Tirosin Dekarboksilaz Sıvısına Bakterilerin Aşılınması ....	19
3.2.5. Aminoasit Dekarboksilaz Sıvısında Toplam Bakteriyel Gelişimin Belirlenmesi .....	20
3.2.6. Biyojenik Amin Analizi için Bakteriyel Dekarboksilaz Sıvısının Ekstraksiyonu.....	20
3.2.7. Biyojenik Amin Analizi .....	20

3.2.8. Standart Amin Solüsyonunun Hazırlanması .....	20
3.2.9. Ekipman ve Kolon.....	21
3.2.10. İstatistik Analiz .....	22
4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	23
4.1. Baharatların antimikrobiyal aktivitesi.....	23
4.2. Histidin dekarboksilaz sıvısında bakteriyel gelişim.....	25
4.3. Tirosin dekarboksilaz sıvısında bakteriyel gelişim.....	27
4.4. Histidin dekarboksilaz sıvısında amonyak ve biyojen amin üretimi .....	28
4.5. Tirosin dekarboksilaz sıvısında amonyak ve biyojen amin üretimi.....	36
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	45
KAYNAKLAR .....	53
ÖZGEÇMİŞ .....	67

<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b>	<b>SAYFA</b>
Çizelge 4.1. Baharatların bakteriler üzerindeki MIK ve MBK değerleri.....	25
Çizelge 4.2. Histidin dekarboksilaz sıvısında bakteriyel gelişim.....	27
Çizelge 4.3. Tirosin dekarboksilaz sıvısında bakteriyel gelişim.....	28
Çizelge 4.4. Histidin dekarboksilaz sıvısında amonyak ve biyojen amin üretimi.....	30
Çizelge 4.5. Tirosin dekarboksilaz sıvısında amonyak ve biyojen amin üretimi.....	38





## ŞEKİLLER DİZİNİ

## SAYFA

Şekil 2.1. Karabiber bitkisinin genel görünümü.....	12
Şekil 2.2. Sumak bitkisinin genel görünümü.....	14
Şekil 2.3. Kimyon bitkisinin genel görünümü.....	16
Şekil 2.4. Kırmızı biber bitkisinin genel görünümü.....	18
Şekil 3.1. Baharatların sokdalet cihazında ekstraksiyonu.....	20
Şekil 3.2. Baharat ekstraksiyonu eldesinde kullanılan evaporatör cihazı.....	20
Şekil 3.3. Biyojen amin için kullanılan HPLC cihazı.....	23
Şekil 4.1. Histidin dekarboksilaz sıvısında patojen bakteriler tarafından amonyak ve TMA üretimi.....	31
Şekil 4.2. Histidin dekarboksilaz sıvısında patojen bakteriler tarafından putresin ve kadaverin üretimi.....	32
Şekil 4.3. Histidin dekarboksilaz sıvısında patojen bakteriler tarafından histamin üretimi.....	35
Şekil 4.4. Histidin dekarboksilaz sıvısında patojen bakteriler tarafından tiramin üretimi.....	36
Şekil 4.5. Tirosin dekarboksilaz sıvısında patojen bakteriler tarafından amonyak ve TMA üretimi.....	39
Şekil 4.6. Tirosin dekarboksilaz sıvısında patojen bakteriler tarafından putresin ve kadaverin üretimi.....	40
Şekil 4.7. Tirosin dekarboksilaz sıvısında patojen bakteriler tarafından histamin üretimi	42
Şekil 4.8. Tirosin dekarboksilaz sıvısında patojen bakteriler tarafından tiramin üretimi	43



## **SİMGELER VE KISALTMALAR**

MIK	: Minimum inhibisyon konsantrasyonu
MBK	: Minimum bakterisit konsantrasyonu
KONT	: Kontrol
KİM	: Kimyon
KAR	: Karabiber
SUM	: Sumak
PUL	: Pul biberi
AMN	: Amonyak
PUT	: Putresin
KAD	: Kadaverin
HIS	: Hstamin
TRİP	: Triptamin
FEN	: Feniletilamin
SPD	: Spermidin
SPN	: Spermin
TİR	: Tiramin
TMA	: Trimetilamin
AGM	: Agmatin
DOP	: Dopamin
SER	: Serotonin



## 1. GİRİŞ

Tüketicilerin güvenli ve yüksek kaliteli gıdalara karşı olan talepleri gün geçtikçe artış göstermektedir. Gıda ürünlerinde patojenlerin varlığı, istenmeyen bir unsur olup dünya genelinde gıda kaynaklı hastalıkların ana sebeplerinden birisidir (Buchanan ve Whiting, 1996). Gıda ürünlerinde en önemli mikrobiyal tehlikeler *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Campylobacter*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica* ve *Clostridium* gibi patojenlerdir. *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., *Yersinia* spp. ve *Clostridium* spp. kusma ve ishal gibi mide ve bağırsak rahatsızlıkları ile ilişkili bir çok vakadan sorumludur (Demirci ve ark., 2008; Friedman ve ark., 2002). Diğer mikrobiyal tehlikeler ise bakteriler tarafından üretilen biyojen aminler ve küfler tarafından üretilen mikotoksinlerdir (Aymerich ve ark., 2006).

Biyojen aminler organik moleküller olup, düşük molekül ağırlığına sahip, balık ve balık ürünlerinde et, süt ürünleri, şarap ve diğer fermente ürünlerde ve geniş gıda çeşitlerinde bulunan toksik bileşiklerdir. Biyojenik aminler, amino asitlerin bakteriler tarafından dekarboksilasyonu ile oluşurlar. Aminler, amonyaktaki 1., 2. veya 3. hidrojen atomunun alkil veya aril grupların yerini almasıyla oluşan temel nitrojenli bileşiklerdir. Bu aminler amino asitlerin dekarboksilasyonu ile canlı organizmaların (bakteriler) faaliyeti sonucu üretildiği zaman, biyojenik olarak adlandırılırlar (Shalaby, 1996). Gıdalarda oluşan en önemli biyojenik aminler histamin, tiramin, putresin, kadaverin,  $\beta$ -feniletilamin, triptamin, spermidin ve spermin olup, bu aminler sırasıyla histidin, tirozin, ornitin, lizin, fenil alanin, triptofan ve arjinin amino asitlerinin bakteriyel dekarboksilasyonu ile oluşmaktadır (Özoğul ve ark., 2004). Spermin ve spermidin putresinden de meydana gelebilmektedir. Biyojenik aminlerin kimyasal yapısı alifatik (putresin, kadaverin, spermin, spermidin), aromatik (tiramin, feniletilamin) ve heterocyclic (histamin, triptamin) olarak değişiklik gösterir (Silla-Santos, 1996). Basit alifatik mono aminler en yaygın bulunan aminlerdir. Biyolojik olarak aktif aminler sinir ve metabolizma gibi biyolojik sistemlerde önemli fonksiyonlara sahip olmalarından dolayı önemlidir (Zhang ve ark 2008). Tiramin ve histamin sırasıyla peynir sendromu ve histamin

zehirlenmesine sebep olduğundan ve insan sağlığı üzerindeki potansiyel risklerinden dolayı bir öneme sahiptir. Biyojenik aminler yüksek miktarda tüketildiği takdirde insanlarda kusma, solunum yetersizliği, kalp çarpıntısı, baş ağrısı, hiper veya hipotansiyon, monoaminoksidaz enzimini inhibe eden ilaç (MAOI) ile etkileşiminden kaynaklı hipertensif kriz gibi semptomlar meydana gelir (Hernandez-Jover ve ark.,1997; Gonzalez de Llano ve ark., 1998). Bu reaksiyonlar putresin kadaverin spermin ve spermidin gibi diğer biyojen aminler tarafından daha etkili bir hale dönüşebilmektedir (Stratton ve ark., 1991). Ayrıca, diaminler (putresin ve kadaverin) nitritle reaksiyona girerek kanserojenik nitrosaminleri oluşturabilmektedir (Scanlan, 1983). Bu nedenle gıdalarda ve özellikle deniz ürünlerinde biyojen aminlerin varlığı çığ materyalin kalitesini ve hijyen derecesini belirlemede faydalı bir gösterge olmaktadır (Hernandez-Jover ve ark., 1997; Schneller ve ark., 1997).

Çoğu bakteri histamin üretimine yol açan histidin dekarboksilaz aktivitesine sahiptir (Ababouch ve ark. 1991; Tsai ve ark. 2005). Histamini üretmede yetenekli olan bakteri türleri ile diğer aminleri üretmede yetenekli olan bakteri türleri genellikle benzer olmaktadır (Rodriguez-Jerez ve ark., 1994). Mikrofloranın doğası ve ürün kompozisyonu bir bakteriyel hücrenin dekarboksilaz aktivitesini etkilebilmektedir (Suzuki ve ark., 1990). Histidin dekarboksilaz aktivitesini etkileyen çeşitli diğer faktörler de mevcuttur. Bunlar ortamdaki amino asit konsantrasyonu (Edmunds ve Eitenmiller, 1975), oksijen gerilimi (Frank ve Yoshinaga, 1984), vitaminler ve koenzim (Chen ve ark.,1989) varlığıdır. Aminoasit dekarboksilaz bütün bakterilerde bulunmamasına rağmen, *Bacillus*, *Citrobacter*, *Clostridium*, *Klebsiella*, *Escherichia*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Salmonella*, *Shigella*, *Photobacterium* gibi patojen bakteri türlerini de içeren çeşitli bakteriyel üyelerde mevcut olabilmektedir (Özogul ve ark., 2004).

Patojenik mikroorganizmaların sebep olduğu artan gıda kaynaklı hastalıklardan dolayı gıda güvenliği ile ilgili kaygılar büyük bir problem haline gelmektedir. Bozulma etmeni ve patojen bakterilerin gelişimini inaktive etmek veya engellemek için kullanılan kimyasal koruyucu ve yapay antimikrobiyallerden kaynaklı sorunlar da mevcuttur (Turner ve ark., 2007). Bu nedenle mikroorganizmaların kontrol altına alınmasında doğal antimikrobiyallerin kullanımı

büyük bir önem arz etmektedir (Tajkarimi ve ark., 2010). Gıda endüstrisinde gıdaların raf ömrünü uzatmada baharat ve esansiyel yağları doğal koruyucu olarak kullanılmaktadır. Gıda ürünlerinde patojenik bakterileri elemine eden veya azaltan, ürünün kalitesini artıran çeşitli bitkiler ve baharatlar kullanılmaktadır. Bunlara örnek olarak biberiye, kekik, karanfil, vanilya, kişniş, zencefil, karabiber, kırmızı biber, kimyon, sumak ve köri verilemektedir (Holley ve Patel, 2005; Arques ve ark., 2008, Proestos ve ark., 2008). Gıdalarda baharat ve bitkiler %0.05–0.1 (500–1000 ppm) oranında kullanılmaktadır. Bazı baharatlar diğerlerine kıyasla daha güçlü antimikrobiyal aktivite sergileyebilmekte ve 1000 ppm düzeyinde etkili olabilmektedir. Ancak bazı baharatlar antimikrobiyal aktiviteleri için daha yüksek konsantrasyonlar gerektirebilmektedir (Ceylan ve Fung, 2004). Bitki ve baharatlar, bakteri hücre zarının fosfolipid çift tabakasına zarar vererek, enzim sistemlerini bozması, bakteri genetik materyali ile etkileşime geçmesi dahil olmak üzere çeşitli antimikrobiyal aktivite sergilemektedir (Arques ve ark., 2008, Burt ve ark., 2007). Genellikle hidrofobik bileşiklerin difüzyonunu kısıtlayan lipopolisakkarit dış membranından dolayı gram negatif bakteriler antimikrobiyallere karşı daha az hassas olmaktadır. Ancak bu durum gram pozitif bakterilerin genellikle çok daha hassas olduğunu göstermemektedir. (Burt, 2004). Gram negatif bakteriler gram pozitif bakterilere kıyasla bitki orjinli antimikrobiyallere karşı genellikle çok daha dirençlidir. (Rameshkumar ve ark., 2007; Stefanello ve ark., 2008).

Sumak (*Rhus coriaria* L.) *Anacardiaceae* familyasının bir üyesi olup, Akdeniz kıyısında yetişmektedir (Nasar-Abbas ve Halkman, 2004). Türkiyede sumak bir çeşni olarak salata ve çeşitli mezeler üzerine ilave edilmektedir. Ayrıca geleneksel tıpta sumak ekstraktı kullanılmakta ve toz haline getirilmiş yaprakları yüksek tanin içeriğinden dolayı bronzlaştırıcı olarak değerlendirilmektedir (McCune ve Johns, 2002). Sumak tanin, flavonoid ve esansiyel yağlarından dolayı güçlü antimikrobiyal aktiviteye sahiptir (Dığrak ve ark., 2001; Lim ve ark., 2001; Nasar-Abbas ve ark., 2004). Sumakta mevcut en önemli flavonoidler; fustin, fisetin, sulfuretin, butein, quercetin and myrcetin olarak rapor edilmiştir (Zallacin ve ark., 2003). Flavonoidler antimikrobiyal, antioksidan, anti-kanserojen, anti-inflamator, bağışıklık sistemini güçlendirici, anti-alerjenik ve anti-viral aktivitelere sahiptir



(Candan, 2003; Son ve ark., 2005). Bozkurt (2006) fermente sos kalitesine sumak ekstraktı ve BHT'nin etkisini araştırmıştır. Çalışmada sumak ekstraktının putresin oluşumunu BHT'e oranla düşürdüğü ancak histamin oluşumunda BHT ve sumak ekstraktının benzer etkiler gösterdiği gözlenmiştir. En düşük tiramin oluşumu sumak ekstraktı uygulanan gruplarda gözlenmiştir. Nasar-Abbas ve ark. (2004) farklı konsantrasyondaki (%0.1, 0.5, 1.0, 2.5 ve 5.0 (w/v)) sumak etanol ekstraktının gıda kaynaklı patojenleri de içeren 12 bakteriyel üyeye karşı inhibitör etkisini incelemişlerdir. Sumak etanol ekstraktının tüm test organizmalarına karşı etkili olduğu, gram pozitif bakterilerin gram negatif bakterilere kıyasla daha hassas olduğu gözlenmiştir. *Bacillus* türlerinin (*B. cereus*, *B. megaterium*, *B. subtilis* ve *B. thuringiensis*) en hassas üyeler olduğu sadece 500 mg/L konsantrasyonunda yaşayabildiği, bu bakteriyi *Staphylococcus aureus*'un (1000 mg/L) takip ettiği belirtilmiştir. Gram negatif bakterilerden *Salmonella enteritidis* ve *E. coli* tip I en dirençli bakteri olarak bulunmuştur (3000 mg/L). Sumak etanol ekstraktının *Bacillus cereus* ve *Clostridium perfringens* gelişimini inaktive ettiği rapor edilmiştir (Al-Kutby, 2012).

Kimyon (*Cuminum cyminum* L.) *Apiaceae* familyasına ait yıllık bir bitki olup, en yaygın kullanılan baharat türünden birisidir. Kimyon ayrıca mide rahatsızlıkları, ishal ve dizanteri gibi rahatsızlıkların tedavisinde geleneksel tıpta kullanılan bir bitkidir (Oroojalian ve ark., 2010). Kimyonun *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Clostridium botulinum*, *Listena monocytogenes*, *Pseudomonas fluorescens*, *Salmonella enteritidis*, *Staphylococcus aureus* bakterilerine karşı antimikrobiyal etkili olduğu bildirilmiştir (Ceylan ve Fung, 2004). Farag (1989) farklı baharat esansiyel yağınının (adaçayı, biberiye, kimyon, karanfil ve kekik) gram negatif ve pozitif bakteriler üzerindeki antibakteriyel etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada mikrobiyal gelişimi önlemede çok düşük konsantrasyondaki (0.25 - 12 mg/ml) esansiyel yağlar yeterli olmuştur. Gram-pozitif bakteriler gram negatif bakterilere göre esansiyel yağlara karşı daha hassas olmuştur. Kekik ve kimyon yağları diğer yağlara oranla daha güçlü antimikrobiyal aktivite sergilemiştir. Oroojalian ve ark., (2010) hidrodistilasyon ile ekstrakte ettiği 3 farklı *Apiaceae* türünün (*Bunium persicum*, *Cuminum cyminum* ve *Carum copticum*) etken madde içeriğini ve

antimikrobiyal aktivitelerini incelemişlerdir. Kimyonun (*C. cyminum*) en önemli bileşenlerinin cuminaldehyde (30.2%), p-cymene (14.1%), γ-terpinene (12.8%), ve safranal (9.4%) olduğu bulunmuştur. Kimyonun *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enteritidis*, ve *Listeria monocytogenes* üzerindeki minimum inhibisyon konsantrasyonu 0.37–3.0 mg/ml olarak bildirilmiştir. Özcan ve Ermen, (2001) 3 farklı konsantrasyonda kullanılan (1, 10, and 15%) çeşitli baharatların (defne, kekik, fesleğen, kimyon, mersin ve nane) esansiyel yağlarının mikroorganizmalar üzerindeki (*Salmonella typhimurium*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida rugosa*, *Rhizopus oryzae* ve *Aspergillus niger*) antimikrobiyal etkilerini inceledikleri çalışmada, kekik ve kimyonun diğer esansiyel yağlardan daha güçlü antimikrobiyal etkiye sahip olduğu gözlenmiştir. Shetty ve ark. (1994) kimyon uçucu yağına karşı Gram-negatif bakteriler arasında *E. coli*'nin en hassas tür olduğu, *Pseudomonas aeruginosa*'nın ise en dirençli bakteri türü olduğunu bildirmiştir.

Kırmızıbiber (*Capsicum annum*) *Solanaceae* familyasına ait dünyanın çeşitli yerlerinde baharat olarak kullanılan ekonomik olarak önemli bir bitkidir. Dünyanın subtropik ve ılıman bölgelerinde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılmaktadır (Belletti ve ark., 1998). Aroma ve renk kazandırma amacıyla çeşitli gıdalara eklenebilmektedir (Ravishankar ve ark., 2003). Kırmızıbiber önemli vitamin A, B, C ve E kaynağıdır (Simonne ve ark., 1997). Kapsaicinoid olarak bilinen bir alkaloid grubunu içermesinden dolayı terapötik özelliklere sahiptir. Geleneksel tıpta, romatizmal bozukluklar ve alerjik olmayan rinit rahatsızlığı, ishal, astım, artrit , kas krampları ve diş ağrısı için kullanılmaktadır (Ravishankar ve ark., 2003; Agarwal ve ark., 2014). Keskin ve Toroglu (2011) kırmızıbiber, kimyon ve karabiberin disk difüzyon yöntemi ile antimikrobiyal aktivitesini incelemişlerdir. Bu çalışmada, bu ekstraktların *Klebsiella pneumonia* 13883, *Bacillus megaterium* NRS, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27859, *Staphylococcus aureus* 6538 P, *E. coli* ATCC 8739, *Enterobacter cloaca* ATCC 13047 bakterilerine karşı sırasıyla 7-20 mm, 7-15 mm ve 7-12 mm inhibisyon zonu gösterdiği görülmüştür.

Karabiber (*Piper nigrum*) *Piperaceae* familyasının bir üyesi olup en yaygın olarak kullanılan baharatlar arasında yer almaktadır. Karabiberin en önemli etken maddesi piperin'dir. Karabiber insan besinin yanı sıra, tıbbi ve kozmetik sektörlerinde de koruyucu olarak kullanılmaktadır (Srinivasan, 2007). Gülçin (2005) karabiberin sulu ve etanolik ekstraktının güçlü antioksidatif ve antimikrobiyal özellik gösterdiğini ve toplam fenol içeriğinin sırasıyla 54.3 ve 42.8 µg gallik asit /mg olduğunu bildirmiştir. Pundir ve Jain (2010) karabiber ve zerdeçalın 6 farklı ekstraktının antibakteriyel etkisine çalışmışlardır. Tüm ekstraktların test organizmalarına karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiği bulunmuştur. Karabiber ve zerdeçalın sulu ekstraktının sırasıyla 25-30 mm ve 26-28 mm inhibisyon zonu ile *Staphylococcus aureus*'a karşı iyi bir antimikrobiyal etki gözlenmiştir. Karabiberin etanolik ekstraktı tüm test organizmalarına karşı 15mm ve 22mm arasında inhibisyon zon değeri ile antimikrobiyal etki göstermiştir. Karabiberin metanolik ekstraktındaki inhibisyon zon çapı ise 12mm ve 28mm arasında olmuştur. Çalışma sonucunda çalışılan tüm ekstraktların kimyasal koruyuculara alternatif olacağı ve gıdaların raf ömrünü uzatmada doğal antimikrobiyal olarak kullanılabilir olacağı bildirilmiştir (Pundir ve Jain, 2010)

Çeşitli çalışmalar sumak, kimyon, karabiber ve kırmızıbiberin antimikrobiyal etkilerinin olduğunu belirtmiştir. Ancak bugüne kadar yapılan çalışmalarda baharatların invitro koşullarda bakteriyel biyojen amin üretimi üzerindeki etkisi ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada, ülkemizde yaygın olarak tüketilen sumak, kimyon, karabiber ve kırmızıbiberin gıda kaynaklı patojenlerin gelişimi ve biyojen amin üretimi üzerine etkileri incelenecektir.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. Biyojenik Aminler

Biyojen aminler düşük molekül ağırlığa sahip, biyolojik olarak aktif organik bileşiklerdir. Amino asit dekarboksilaz enzimlerinin etkisiyle gıdalarda meydana gelirler; bitki, hayvan ve mikroorganizmaların metabolik faaliyeti sonucu oluşurlar (Chang ve ark., 1985; Renner, 1989; Fox, 1993; Maijala ve ark., 1993; Walstra ve ark., 1999).

Mikroorganizmalar tarafından üretilen biyojenik aminler insanlarda potansiyel toksisiteye yol açmasından dolayı gıda güvenliği açısından oldukça önemlidir (Garai ve ark., 2007). Bu aminler balık, balık ürünleri, et ürünleri, yumurta, peynir, fermente sebzeler, meyveler, soya ürünleri, bira, şarap, fındık ve çikolata gibi geniş gıda ürünlerinde mevcut olmaktadır (Brink ve diğ., 1990; Santos, 1996). Biyojenik aminler arasında histamin, potansiyel olarak tehlikeli olmakta ve histamin zehirlenmesine yol açmaktadır. Histamin, tiramin, triptamin ve 2-feniletılamin insanlarda baş ağrısı, düz kas kontraksiyonu, hipo veya hipertansiyon, gastrik asit salınımı ve alerjikreaksiyonları içeren hem sinir hemde damar sistemleri üzerindeki etkilerinden dolayı gıdalarda mevcut olan en önemli aminlerdir (Millichap ve Yee, 2003; Pessione ve ark, 2005).

Biyojen aminler arasında putresin, diaminoksidaz ve hidrosimetıltransferaz gibi detokside edici enzimleri engellemesi ve ayrıca nitrozaminleri oluşturan nitritlerle reaksiyona girmesinden dolayı histamin ve tirosin toksisitesini arttırabilmektedir (Warthesen ve ark., 1975; Eerola ve ark., 1997). Histamin, tiramin, triptamin ve 2-feniletılamin biyolojik olarak aktif aminler olup insanlarda özellikle psikoaktif yada vazoaaktif fizyolojik etkilere sahiptir. Bu aminler öncelikle sinir sistemi üzerinde daha sonra ise vasküler sistem üzerinde etki eder (Lovenberg, 1973).

Gıda kaynaklı patojenler gıdalarda biyojen amin üretiminde önemli rol oynamaktadır. Çeşitli çalışmalarda *Salmonella* suşlarının kadaverin, histamin, feniletılamin, putresin ve tiramin (Geornaras ve ark., 1995), *Kleb. pneumoniae*'nin

ise kadaverin ve tiramin (Özoğul ve Özoğul, 2007) üretme yeteneğine sahip olduğu bildirilmiştir. *Enterococcus faecalis* test edilen bakteriler arasında 526 mg/L tiramin üretmesi bakımından tirozin dekarboksilaz sıvısında en yüksek aktiviteye sahip olan bakteri olmuştur. *Klebsiella pneumoniae* orta düzeyde tiramin üreticisi olarak rapor edilmiştir. VonBeutling (1993), *Pseudomonas*'ın tiramin ürettiğini fakat *E. coli*'nin tiramin üretmediğini gözlemlemiştir. Birçok *Enterobacteriaceae* üyeleri deneysel ortamda tiramin üretmiştir (Marino Marini ve ark., 2000). De las Rivas ve ark. (2006) *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis* ve *L. monocytogenes*'in kadaverin üretiminden sorumlu lizin dekarboksilaz aktiviteye sahip olduğunu belirtmiştir. Chang ve ark. (2008) *Staph. aureus* izolatlarının kültür ortamında 12.7 ve 33.0 mg/kg arasında histamin ürettiğini rapor etmiştir. *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Clostridium*, *Aeromonas hydrophila*, *Bacillus spp.*, *Kleb. pneumoniae*, *Listeria monocytogenes* ve *Ent. faecalis* gibi gıda kaynaklı patojenlerin biyojen amin üretme yeteneğine sahip olduğu bildirilmiştir (Ordonez ve ark., 1999; Özoğul, 2011; Kuley ve ark., 2011; 2012, Gokdogan ve ark., 2012). Ozogul ve ark. (2015) tirozin dekarboksilaz sıvısında *A. hydrophila* (449 mg/L) ve *S. aureus* (470 mg/L) tarafından tiramin birikiminin yüksek olduğunu rapor etmişlerdir.

Histamin oluşuktan sonra dondurma, pişirme veya tütülemeyi içeren yöntemlerin kullanılmasıyla histaminin yıkımlanması zordur (Chong ve ark., 2011). Histamin ısıya dayanıklı olup (Santos, 1996), deneyimli panelistlerce bile duyuşal olarak tespit edilememektedir (Tapingkae ve ark., 2010). Gıdalarda biyojenik amin oluşumu öncelikle soğutma ve dondurma, hidrostatik basınç, radyasyon, kontrollü atmosfer paketlenme veya gıdalarda NaCl katkısı ile mikrobiyal gelişimin sınırlandırılması ile engellenebilmektedir (Chong ve ark., 2011; Suzzi ve Gardini, 2003). Biyojenik aminlerin oluşumunun kontrolü başlıca biyojen amin üreten bakterilerinin gelişiminin engellenmesi ile mümkündür (Visciano ve ark., 2012).

## 2.2. Antimikrobiyaller

Son 20 yıldır dünya genelinde patojen bakteriler, parazitler ve virüsler nedeniyle oluşan gıda kaynaklı hastalıklar gündem de büyük ölçüde yer almaktadır.

Böyle bir kamu endişesi karşısında halk sağlığı çalışmaları çoğunlukla yaygın bilinen gıda kaynaklı hastalıklar ve gıda zincirindeki patojenlere yönelik olmuştur (Newell ve ark., 2010). *Campylobacter*, *Salmonella*, *Yersinia*, patojenik *Escherichia coli* ve *Listeria* en yaygın bilinen gıda kaynaklı patojenlerdir (Schlundt, 2002). *Salmonella* dünya genelindeki gıda zehirlenmesinin ana sebepleri arasında yer almaktadır (Hanes, 2003).

Gıda sektörü, gıda güvenlik araştırmacıları ve düzenleyici acenteler gıdalarda bazı patojen ve bozucu mikroorganizmaların neden olduğu artan hastalık vakaları ile sürekli karşı karşıya gelmektedir. Gıda sektöründeki diğer bir sorun ise gıda kaynaklı hastalıklarla ilişkili bazı patojenlerin artan antibiyotik direncidir (Meng ve ark., 1998; Perreten ve ark., 1998; Stermitz ve ark., 2000). Tüketiciler sentetik katkıları içeren gıdaların güvenliğinden şüphe duymaktadır. Bu nedenle etkili ve toksik olmayan antimikrobiyal bileşiklerin geliştirilmesine karşı ilgiler artmaktadır. Gıda korumada baharat ve bitki ekstraktları gibi doğal antimikrobiyallerin kullanımı büyük bir ilgi odağı haline gelmiştir (Smid and Gorris, 1999). Baharatlar ve bitkiler antik zamanlardan beri sadece aroma verici olarak değil aynı zamanda halk hekimliği ilacı ve gıda koruyucu özelliklerinden dolayı gıdalara eklenmektedir (Beuchat, 1994; Nakatani, 1994; Cutler, 1995). Karakteristik lezzetlerinin yanı sıra, bazı baharat ve bitkiler antioksidan aktivite yoluyla veya bakteriostatik veya bakterisidal aktivite ile gıdaların raf ömrünü uzatmaktadır (Beuchat ve Golden, 1989).

Baharatlar ve bunların bileşenleri hem geleneksel olarak kullanımları nedeniyle herhangi bir belgelenmiş olumsuz etkisi olmaması hemde özel toksikolojik çalışmaların sonucunda genel olarak tüketimi güvenli (GRAS) antimikrobiyaller olarak tanımlanmaktadır (Smidve Gorris, 1999; Shan ve ark., 2007).

Bitki ve baharatlardan elde edilen ekstraktların büyük bir çoğunluğu antimikrobiyal fonksiyonlara sahip olup, gıda bozucu ve patojen bakterilere karşı önemli bir antimikrobiyal madde olarak görev yapar (Bagamboula ve ark., 2003; Albayrak ve ark., 2010).

### 2.2.1. Karabiber

Karabiber (*Piper nigrum*) *Piperaceae* familyasına ait olup, beyaz biber ve yeşil biber üretiminde de kullanılır. Karabiberin anavatanı Hindistandır ve antik çağlardan beri değerli bir baharat olmuştur. Karabiberin antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu rapor edilmiştir (Dorman & Deans, 2000). Karabiber (*Pipernigrum*) astım, kronik hazımsızlık, kolon toksinleri, obezite, sinüs, tıkanıklık, ateş (Ravindran, 2000), aralıklı ateş, kolik, mide rahatsızlıkları ve ishali tedavi etmek için kullanılır (Ghori ve Ahmed, 2009)



Şekil 2.1. Karabiber bitkisinin genel görünümü

Biber aynı zamanda içeriğindeki uçucu bileşikler, tanen, fenoller ve diğer bilinmeyen maddelerin varlığı nedeniyle afrodisyak, gaz giderici, mide, antiseptik idrar söktürücü ve öksürük, romatoidartrit, periferiknöropati, melanoderma ve cüzzam tedavisinde halk hekimliğinde kullanılmaktadır (Rani ve Saxena, 2013).

Karsha ve Lakshmi (2010) karabiberin (*Pipernigrum*) bakteri üzerindeki antibakteriyel etkisini disk difüzyon ve MIK metoduna göre değerlendirmiştir. Yapılan çalışmada karabiberin gram negatif ve gram pozitif bakterilerine karşı MIK

değerinin 50-500 ppm olduğunu bulunmuştur. Karabiber *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* ve *Streptococcus feacalis* gibi gram pozitif bakteriler üzerinde mükemmel bir inhibisyon etki göstermiştir. Karabibere karşı gram negatif bakteriler arasında *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhi* ve *Escherichia coli* daha hassas olduğu saptanmıştır.

### 2.2.2. Sumak

Sumak *Anacardiaceae* familyasına ait çiçekli bir bitki olup, 250' den fazla tür ihtiva eder. Sumak bitkisi doğada kendiliğinden yetişen 4 metreye kadar uzayabilen çalı ve ağaç formundadır. Çiçekleri renkli, 20-25 cm boyunda, konik şekilde toplanmıştır. Meyveleri 4-7 mm büyüklükte, yuvarlak veya hafif basık mercimek şeklindedir. Meyveler tek çekirdekli olup, gri-kahve renkli ve son derece serttir. Çekirdek etrafını, ekşi ve hafif baharatımsı lezzette, koyu kıvamlı bir özsu içeren meyve eti sarar. Meyveleri olgunluk derecesine bağlı olarak yeşilimsi renkten kırmızıya kadar değişen renklerde olup, meyveler olgunlaşınca esmer kırmızı renkli olup üzeri tüylüdür. Sumak dünya genelinde sert ve tropik bölgelerde bulunur. Sumak ekstraktları üzerine günümüze kadar yapılan araştırmalarda antifibrojenik, anti-mantar, anti-iltihabik, anti-sıtma, antimikrobiyal, antimutajen, antioksidan, antitrombin, antitumorijenik, antiviral, sitotoksik ve hipoglisemik biyoaktivitelerinden dolayı yenilenebilir biyoürün sağlamada bu bitki umut verici bir potansiyele sahip olmuştur. Ayrıca hem gıda hem de endüstride kullanım için sumaktaki aktif bileşenler, çevreye zararsız çözücüler kullanılarak elde edilebilmektedir (Rayne ve Mazza, 2007; Kossah ve ark., 2010)

Geleneksel olarak bazı Kuzey Amerikalı Kızılderili kabileleri tarafından gıda ve bakteriyel kaynaklı hastalıkların (kangren ve dizanteri gibi) tedavisinde doğal antibiyotik olarak kullanılmaktadır. Genç sürgünler ve kökleri soyularak ham olarak yendiği gibi, meyvelerinin çiğ veya pişmiş olarak yendiği veya limonata benzeri bir içecek yapıldığı bildirilmiştir (Erichsen-Brown, 1989). Sumaktaki aktif bileşenlerin verem, şeker ve bazı kanserlerin tedavisinde kullanımını üzerinde çalışıldığı rapor edilmiştir (Wetherilt ve Pala, 1994).





Şekil 2.2. Sumak bitkisinin genel görünümü

Toz haline getirilmiş yaprakları yüksek tanen içeriği sayesinde bir bronzlaşma maddesi olarak kullanılır (McCune ve Johns, 2002). Sumak yapısında tanenler, flavonoidler ve uçucu yağ bulunması nedeniyle güçlü bir antioksidan ve antibakteriyel aktiviteye sahiptir (Dığrak ve ark., 2001; Nimri ve ark., 1999, Lauk ve ark., 1998, Nasar-Abbas ve ark., 2004, Sagdıç ve Özcan, 2003)

Zalacain ve ark. (2003) sumak bitkisinde bulunan ana bileşiklerin hidrolize edilebilir gallotaninler olduğunu bildirmiştir.

Sumakta bulunan başlıca flavonoidler fustin, fisetin, sulfuretin, butein (Son ve ak., 2005) quercetin ve myrcetin olarak rapor edilmiştir (Zalacain ve ark., 2003). Flavonoidlerin antioksidan, vazodilatör, anti-kanserojen, anti-enflamatuar, antibakteriyel, bağışıklık uyarıcı ve anti-alerjik ve anti-viral faaliyetleri vardır. Bu nedenle, sumak kanseri önlemek ve bir kemopreventif olarak veya terapötik ajan olarak doğal biyoaktif madde olarak önerilmiştir (Son ve ark., 2005, Bozkurt, 2006)

Sumak yaprağı ve meyveleri Anadolu'da ağızdaki yaralara ve şeker hastalığına karşı halk ilacı olarak kullanılmaktadır. Nasar-Abbas ve Halkman (2004), olgunlaşmış ve olgunlaşmamış sumak meyvelerinin sudaki ekstraktının bazı gıda kaynaklı patojen mikroorganizmalar üzerine antimikrobiyal etkilerini araştırmışlardır.

Olgunluğa bağlı olmayan bu antimikrobiyal etkinin, hem sudaki ekstraktın asit içeriğinden (sitrik asit ve malik asitten kaynaklanan-pH 2.5) hem de sumaktaki bazı antimikrobiyal maddelerden kaynaklandığını saptamışlardır.

### 2.2.3. Kimyon

Kimyon (*Cuminum cyminum*)*Apaiaceae* familyasına ait, aroma ve tedavi edici özelliklerinden dolayı ticari öneme sahip, Asya, Afrika ve Avrupa'da tarımı yapılan bir bitkidir. Diğer baharat türlerinden farklı olarak, genellikle küf mantarlarından etkilenmezler. Kimyon tohumu gıdalarda tatlandırıcı, geleneksel tıpta diş ağrısı, hazımsızlık, ishal, epilepsi ve sarılık tedavisinde yaygın olarak kullanılan popüler baharatlardan biridir (Thippeswamy ve Naidu, 2005). Ayrıca, diüretik, gaz giderici, sindirimi kolaylaştırıcı, antispazmodik, sıkılaştırıcı etkiye sahip olduğu; hafif sindirim bozuklukları, mide bulantısı, kolik, dispeptik baş ağrısı ve şişkinlik tedavisinde kullanıldığı ve karaciğer fonksiyonunu artırdığı bildirilmiştir (Janahmadi ve ark., 2006).

Shetty ve ark. (1994) kimyon uçucu yağına karşı Gram-negatif bakteriler arasında *E. coli*'nin en hassas tür olduğu, *Pseudomonas aeruginosa*'nın ise en dirençli bakteri türü olduğunu bildirmiştir.



Şekil 2.3. Kimyon bitkisinin genel görünümü

Haşimi ve ark. (2014) çalışmalarında kimyon (*Cuminum cyminum* L.) tohumlarının uçucu yağ bileşenleri ile bunların antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerinin belirlenmesini amaçlamışlardır. Uçucu yağ bileşenleri GC/MS cihazı ile belirlenmiştir. Yağların gram pozitif (*Staphylococcus aureus* ATCC25923, *Streptococcus pyogenes* ATCC 19615), gram negatif (*Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853) bakterileri ve maya (*Candida albicans* ATCC 10231) üzerindeki antimikrobiyal özellikleri disk difüzyon yöntemi ile antioksidan özellikler ise DPPH yöntemiyle belirlenmiştir. Kimyon uçucu yağının sırası ile  $\beta$ -pinen (% 15.77),  $\alpha$ -terpinen (% 15.52), 1-fenil-1-butanol (% 15.13) ve kuminik aldehit (% 12.74) içerdiği saptanmıştır. Kimyon uçucu yağının orta derecede antimikrobiyal aktivite gösterdiği saptanmıştır. Kimyon uçucu yağı *C. albicans*'a karşı  $22\pm 0.9$  mm'lik inhibisyon zon çapı ile yüksek antimikrobiyal aktivite göstermiştir. Kimyon uçucu yağının antioksidan aktivitesi % 75.60 olarak saptanmıştır.

Ceylan ve Fung (2004) kimyonun *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Clostridium botulinum*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas fluorescens*, *Salmonella enteritidis*, *Staphylococcus aureus* bakterilerine karşı antimikrobiyal etki

gösterdiğini bulmuşlardır. Farag (1989) farklı baharat esansiyel yağınının (adaçayı, biberiye, kimyon, karanfil ve kekik) gram negatif ve pozitif bakteriler üzerindeki antibakteriyel etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada mikrobiyal gelişimi önlemede çok düşük konsantrasyondaki (0.25 - 12 mg/ml) esansiyel yağlar yeterli olmuştur. Gram-pozitif bakteriler gram negatif bakterilere göre esansiyel yağlara karşı daha hassas olmuştur.

Oroojalian ve ark. (2010) hidrodistilasyon ile ekstrakte ettiği 3 farklı Apiaceae türünün (*Bunium persicum*, *Cuminum cyminum* ve *Carum copticum*) etken madde içeriğini ve antimikrobiyal aktivitelerini incelemişlerdir. Kimyonun (*C. cyminum*) en önemli bileşenlerinin cuminaldehide (30.2%), p-cymene (14.1%), γ-terpinene (12.8%), ve safranal (9.4%) olduğu bulunmuştur. Kimyonun *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enteritidis*, ve *Listeria monocytogenes* üzerindeki minimum inhibisyon konsantrasyonu 0.37–3.0 mg/ml olarak bildirilmiştir.

#### 2.2.4. Kırmızıbiber

Kırmızı biber (*Capsicum annum*) Patlıcangiller (*Solanaceae*) familyasındandır. Kullanılan kısmı meyveleridir. Kalın olarak öğütülmüş (pul biber) ya da toz halinde kullanılır. Başta etli yemekler, soslar, çorbalar ve salatalar olmak üzere her türlü yemeğe tat ve çeşni vermede kullanılır. Kan dolaşımını hızlandırır, iştah açar, uyarıcıdır. Nezle ve gribe karşı etkilidir. Sindirim problemlerine, vücut ağrılarına ve uykusuzluğa iyi geldiği bilinmektedir. Kolesterol düşürücü, mide asidini düzenleyici ve mikrop öldürücü etkisi vardır. Vücudun özellikle bulaşıcı hastalıklara karşı direncini artırır.

Biber sağlıklı bir yaşam için gerekli olan bir sebzedir, kalp ve damar hastalıklarınakarşı mutlaka tüketilmelidir. Aroma ve renk kazandırma amacıyla çeşitli gıdalara eklenebilmektedir (Ravishankar ve ark., 2003). Kırmızıbiber önemli vitamin A, B, C ve E kaynağıdır (Simonne ve ark., 1997). İhtiva ettiği A, B, C ve E vitaminleri ile renk maddeleri birer antioksidan özelliğe sahiptir. Bibere acılık veren madde capsaicin (C<sub>18</sub>H<sub>27</sub>O<sub>3</sub>N)'dir. Capsaicin mide ve barsak hareketlerini artırır,

hazmı kolaylaştırır, emilimi teşvik eder ve peristaltisini hızlandırır (Şalk ve ark., 2008).



Şekil 2.4. Kırmızıbiber bitkisinin genel görünümü

Kapsaicinoid olarak bilinen bir alkaloid grubunu içermesinden dolayı terapötik özelliklere sahiptir. Geleneksel tıpta, romatizmal bozukluklar ve alerjik olmayan rinit rahatsızlığı, ishal, astım, artrit , kas krampları ve diş ağrısı için kullanılmaktadır (Ravishankar ve ark., 2003; Agarwal ve ark., 2014). Keskin ve Toroglu (2011) kırmızıbiber, kimyon ve karabiberin disk difüzyon yöntemi ile antimikrobiyal aktivitesini incelemiştir. Bu çalışmada, bu ekstraktların *Klebsiella pneumonia* 13883, *Bacillus megaterium* NRS, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27859, *Staphylococcus aureus* 6538 P, *E. coli* ATCC 8739, *Enterobacter cloaca* ATCC 13047 bakterilerine karşı sırasıyla 7-20 mm, 7-15 mm ve 7-12 mm inhibisyon zonu gösterdiği görülmüştür.

### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Baharatlar

Çalışmada kullanılacak olan sumak (*Rhus coriaria* L.), kimyon (*Cuminum cyminum* L.), karabiber (*Piper nigrum*) ve kırmızıbiber (*Capsicum annuum*) marketlerden temin edilmiştir.

##### 3.1.2. Gıda kaynaklı patojen bakteriler

Çalışmada gıda kaynaklı patojen olarak *Staphylococcus aureus* (ATCC29213), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC700603), *Yersinia enterocolitica* (NCTC 11175), *Campylobacter jejuni* (ATCC 33560), Salmonella Paratyphi A (NCTC13), *Enterococcus faecalis* (ATCC29212), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC27853) ve *Aeromonas hydrophila* (NCIMB1135) gibi standart bakteriyel kültürler kullanılmıştır.

#### 3.2. Yöntem

##### 3.2.1. Baharat ekstraksiyonu

Baharat ekstraksiyonu için solvent ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır. Ekstraksiyon her biri 250 ml hacimli geri soğutmalı soksalet cihazında gerçekleştirilmiştir. Baharatlar kartuşa yerleştirildikten sonra pamukla kartuşun üzeri kapatılmıştır. Hazırlanan kartuş soksalet aletinin ekstraksiyon tüpünün içerisine yerleştirilmiştir. Soksalet cihazının ekstraksiyon tüpüne dietil eter ile bir kere sifon yapıldıktan sonra tekrar yarıya kadar dietil eter konularak 60°C'de 4 saat boyunca geri soğutmalı sistemde ekstrakte edilmiştir (Şekil 3.1). Elde edilen ekstraktın dietil ether kısmı daha sonra 60°C'de evaporatörde (Heidolph WB 2000) uçurularak (Şekil 3.2) baharat ekstresi elde edilmiştir.



Şekil 3.1. Baharatların soksalet cihazında ekstraksiyonu



Şekil 3.2. Baharat ekstraksiyonu eldesinde kullanılan evaporatör cihazı

### 3.2.2. Antimikrobiyal Aktivite Analizi

Baharat ekstarktlarının bakteriler üzerindeki antibakteriyel etkilerini belirlemek amacıyla minimum inhibitör konsantrasyonu (MIK) ve minimum bakterisit (MBK) konsantrasyonu CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute, 2008) makrodilüsyon metodu kullanılmıştır. 50 µg/ml'lik hazırlanan stok solüsyon steril tüpler içerisinde 0.19 µg/ml düzeyine kadar seyreltilmiştir. İçerisinde sadece stok solüsyon yada saf kültür bulunan tüp kontrol olarak değerlendirilmiş olup, mueller hinton broth içeren diğer tüpler test mikroorganizmalarını ve seyreltik stok solüsyonları içermiştir. Kullanılacak olan tüpler tekrarlı hazırlanarak, 30 °C'de 48 saat inkübe edilmiştir. Test tüplerindeki bakteriyel gelişimler kontrol tüplere göre kıyaslanmış ve bakteriyel gelişimde en düşük inhibisyon gözlenen tüpler MIK olarak kaydedilmiştir.

### 3.2.3. Aminoasit Dekarboksilaz Sıvısının Hazırlanması

Bakterilerin biyojen amin üretimini belirlemek amacıyla histidin ve tirosin dekarboksilaz broth kullanılmıştır. Aminoasit dekarboksilaz sıvıları Klausen ve Huss (1987) tarafından kullanılan yöntemle göre hazırlanmıştır.

Bu amaçla, 500 mL saf su içerisine 1 g peptone, 0.5 g Lab-Lemco, 2.5 g NaCl, 2.5 mg pyridoxal-HCl ve 4.01 g L-tyrosine veya L-histidin eklenerek, pH ayarlaması yapılmıştır (6.5). Histidin ve tirosin dekarboksilaz sıvılarından 10'ar mL alınarak tüpler içerisine aktarılmış ve 121 °C'de 15 dk otoklavlama işlemi gerçekleştirilmiştir.

### 3.2.4. Histidin ve Tirosin Dekarboksilaz Sıvısına Bakterilerin Aşılması

Nutrient broth'da geliştirilen (37 °C'de 24 saat) gıda kaynaklı patojen bakterilerden 0.5'er ml alınarak histidin ve tirosin dekarboksilaz sıvısına aşılacaktır. Bakteri aşılana aminoasit dekarboksilaz sıvıları kontrol grubuna herhangi bir baharat katkısı eklenmeyip, mamele grupları %1 oranında baharat (sumak, karabiber, kimyon



ve pul biber) ekstraktı eklenmiştir. Sonrasında tüpler 37 °C'de yaklaşık 3 gün inkübe edilmiştir.

### **3.2.5. Aminoasit Dekarboksilaz Sıvısında Toplam Bakteriyel Gelişimin Belirlenmesi**

Aminoasit dekarboksilaz sıvısında gelişen her bir bakteriyel kültürden 0.1 ml alınarak uygun seyreltikler hazırlanmış ( $10^{-10}$ 'a kadar), sonrasında Plate Count Agar üzerine aşılama yapılmıştır. Petri kutuları 37 °C'de 72 saat inkübe edilmiştir.

### **3.2.6. Biyojenik Amin Analizi için Bakteriyel Dekarboksilaz Sıvısının Ekstraksiyonu**

Her bir inoküle kültürden 5 ml alınarak üzerine 2 ml % 6 trikloroasetik asit (TCA) eklenmiştir. Bu örnekler 8000 RPM'de 4 °C'de 10 dk santrifüj edilerek ekstrakte edilmiştir. Ekstrakte edilen örnekler sonrasında filtrelenmiştir.

### **3.2.7. Biyojenik Amin Analizi**

Bakterilerin türevlendirilme prosedürü Özoğul ve ark. (2004) yöntemine göre yapılmıştır. Ekstrakte edilen bakteri solüsyonunda 4 ml alınarak üzerine 1 mL 2 M sodyum hidroksit ve 40 µl benzoil chloride eklendikten sonra 30 sn vorteksde karıştırılmıştır. Reaksiyon karışımı 20 dk, oda sıcaklığında (24°C) bırakılmıştır. Benzolasyon işlemi 2 mL doymuş sodyum hidroksit eki ile durdurularak, solüsyon iki kez 2mL dietil eter ile ekstrakte edilmiştir. Karıştırma işleminden sonra üst organik faz temiz tüp içerisine alınarak azotta uçurulmuştur. Tüp içerisinde bulunan kalıntılar 1 mL asetonitrilde çözdürülerek, HPLC tüplerine aktarılmıştır.

### **3.2.8. Standart Amin Solüsyonunun Hazırlanması**

Çalışmada kullanılan bütün biyojen amin standartları Sigma–Aldrich (Munich, Germany)'den sağlanmıştır. Triptamin hidroklorid (122.8 mg), putresin

dihidroklorid (182.9 mg), 2-feniletülin hidroklorid (130.1 mg), kadaverin dihidroklorid (171.4 mg), spermidin trihidroklorid (175.3 mg), spermin tetrahidroklorid (172.0 mg), histamin dihidroklorid (165.7 mg), tiramin hidroklorid (126.7 mg), 5-hidroksitriptamin (serotonin) (133.9 mg), 3-hidroksitiramin hidroklorid (dopamin) (123.8 mg), agmatin sülfat (175.4 mg), ammonia chloride (296.9 mg) ve trimetilamin hidroklorid (161.7 mg) 10 mL ultra saf suda çözdürülmüştür. Her bir amin için serbest bazın son konsantrasyonu 10 mg/mL olmuştur.

### 3.2.9. Ekipman ve Kolon

Biyojen amin analizi için bir SPD-M20A diode array dedektör, iki kanallı gradient pompa (Shimadzu LC-10AT), autosampler (SIL 20AC), kolon fırını (CTO-20AC), FCV-11AL dalga birimli communication bus module (CBM-20A) sahip Shimadzu Prominence HPLC cihazı (Shimadzu, Kyoto, Japan) kullanılmıştır (Şekil 3.3). Biyojen amin analizi için ters-fazlı Spherisorb 5 Si C18 pH-St, 250X4.6 mm kolon (FENomenex, Macclesfield, Cheshire, UK) kullanılmıştır.



Şekil 3.3. Biyojen amin analizi için kullanılan HPLC cihazı

**3.2.10. İstatistik Analiz**

İstatistik analizler SPSS 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL. USA) kullanılarak yapılmıştır.  $P < 0.05$  olarak tanımlanan önemli farklılıkları belirlemek için ANOVA kullanılmıştır. Her muamele grupları için üç tekrarlı olarak istatistik karşılaştırma yapılmıştır.



#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

##### 4.1. Baharatların antimikrobiyal aktivitesi

Çizelge 4.1 kimyon, sumak, karabiber ve pul biberin gıda kaynaklı patojen bakteriler üzerindeki MIK ve MBK değerlerini göstermektedir. Test edilen baharat ekstraktları arasında sumak ve bunu takiben pul biber ekstraktı diğer baharatlara kıyasla daha yüksek antimikrobiyal aktivite sergilemiştir. Karabiberin antimikrobiyal etkisi diğer baharatlara kıyasla düşük olmuştur. Ristori ve ark. (2007) karabibere aşılana Salmonella Rubislaw üyesinin farklı sıcaklık derecesinde (5, 25 ve 35 C) 15 güne kadar canlı kalabildiğini gözlemlemişlerdir. Ancak Chaudhry ve Tariq (2006) karabiberin sulu ekstraksiyonunun *Staphylococcus aureus*'a karşı maksimum aktivite sergilediği (23mm inhibisyon zonu) ve *Salmonella typhi* ve bir çok *Streptococcus* spp. üyesi dışında birçok bakteriyel izolatlar karşı aktif olduğunu bulmuşlardır. Pundir ve Jain (2010) karabiber sulu ekstraktının sırasıyla 25-30 mm inhibisyon zonu ile *Staph. aureus*'a karşı iyi bir antimikrobiyal etki gösterdiğini rapor etmiştir. Bu çalışmada karabiber ekstraktının *Staph. aureus*'a karşı MIK değeri >50 mg/ml olmuştur.

Çizelge 4.1. Baharatların bakteriler üzerindeki MIK ve MBK değerleri (mg/ml)

Bakteriler	Kimyon		Sumak		Karabiber		Pul biber	
	MIK	MBK	MIK	MBK	MIK	MBK	MIK	MBK
<i>Staph. aureus</i>	>50	>50	25	>50	>50	>50	>50	>50
<i>S. Paratyphi A</i>	>50	>50	12.5	50	>50	>50	50	>50
<i>Kleb. pneumoniae</i>	>50	>50	50	>50	>50	>50	25	>50
<i>Ent. faecalis</i>	25	>50	6.25	>50	>50	>50	25	>50
<i>Camp. jejuni</i>	>50	>50	25	>50	>50	>50	50	>50
<i>A. hydrophila</i>	>50	>50	6.25	25	>50	>50	50	>50
<i>Pseu. aeruginosa</i>	50	50	25	50	>50	>50	>50	>50
<i>Y. enterocolitica</i>	>50	>50	25	>50	>50	>50	>50	>50

Kimyon ekstraktı *Ent. faecalis* ve *Pseu. aeruginosa* bakterilerine karşı sırasıyla 25 ve 50 mg/ml MIK değeri göstermiş olup, bu ekstraktın diğer test edilen bakterilere karşı MIK değeri 50 mg/ml'nin üzerinde olmuştur. Oroojalian ve ark. (2010) hidrodistilasyon ile ekstrakte ettiği kimyonun (*C. cyminum*) en önemli bileşenlerinin cuminaldehyde (30.2%), p-cymene (14.1%), γ-terpinene (12.8%), ve safranal (9.4%) olduğu bulunmuştur. Kimyonun *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enteritidis* ve *Listeria monocytogenes* üzerindeki MIK değeri 0.37–3.0 mg/ml olmuştur. Shan ve ark. (2007) kimyon ekstraktının *Staph. aureus*, *Bacillus cereus*, *E. coli* ve *Listeria monocytogenes*'e karşı herhangi bir inhibitör etki göstermediğini bildirmiştir. Rahman ve ark. (2010) kimyonun dietil eter ekstraktının *Staph. aureus*, *Ent. faecalis*, *M. smegmatis*, *M. luteus* ve *C. albicans*'a karşı inhibitör etki gösterdiğini, ancak *Kleb. pneumoniae*, *Pseu. aeruginosa* ve *E. coli*'e karşı herhangi bir aktivite sergilemediğini bulmuşlardır. Akgul ve Kıvanc (1989) kimyonun *Staph. aureus*, *Kleb. pneumoniae* ve *Pseu. aeruginosa*'a karşı antibakteriyel etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

*Kleb. pneumoniae* ve *Ent. faecalis* pul biber ekstraktına karşı en hassas türler olup (25 mg/ml) olmasına karşın, pul biberi ekstraktı *Staph. aureus*, *Pseu. aeruginosa* ve *Y. enterocolitica*'a karşı düşük antimikrobiyal aktivite (>50 mg/ml) sergilemiştir. Baharat ekstraktlarının bakteriler üzerindeki MBK değerleri genellikle 50 mg/ml'nin üzerinde olmuştur. Dilek ve Sevil (2011) 12 farklı bitki türlerinin asetat, aseton ve metanol ekstraktının antimikrobiyal aktivitesini inceledikleri çalışmada pul biber ve kimyon ekstraktının *K. pneumoniae*, *Bacillus megaterium*, *P. aeruginosa*, *Staph. aureus*, *E. coli*, *Enterobacter cloaca*, *Corynebacterium xerosis*, *Streptococcus faecalis* gibi test bakterilerine karşı sırasıyla 7-20 mm (30µl) ve 7-15 mm (30µl) inhibisyon zonu gösterdiğini bulmuşlardır. Kırmızıbiber ekstraktları *Klebsiella pneumoniae* 13883, *Bacillus megaterium* NRS, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27859, *Staphylococcus aureus* 6538 P, *E. coli* ATCC 8739, *Enterobacter cloaca* ATCC 13047 bakterilerine karşı 7-20 mm inhibisyon zonu göstermiştir (Keskin ve Toroglu, 2011).

Nasar-Abbas ve Halkman (2004) %0.1, 0.5, 1.0, 2.5 ve 5.0 (w/v) konsantrasyonundaki sumanın sulu ekstraktının gram negatif ve pozitif bakteriler

üzerindeki antimikrobiyal etkisini incelemiştirlerdir. Çalışmada *Bacillus* türlerinin (*Bacillus cereus*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis* ve *Bacillus thuringiensis*) 24 saatlik inkübasyon sonunda %0.25–0.32 MİK değeri ile sumağa karşı en hassas türler olduğu ve diğer hassas mikroorganizmanın *Staph. aureus* (%0.49) olduğunu bildirmişlerdir. Bu araştırmacılar *Salmonella enteritidis*'in %0.67 MİK değeri ile sumağa en dirençli üye olduğunu bulmuştur. %95 etanol ile ekstrakte edilen sumağın *Bacillus cereus*, *E. coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Shigella dysenteriae*, *Staph. aureus*, *S. epidermidis*, *Streptococcus pyogenes*, *Enterococcus faecalis*, and *Yersinia enterocolitica* a karşı geniş bir antimikrobiyal aktivite sergilediği ve bu antimikrobiyal aktivitenin bakteriyel türüne bağlı olarak 10 ile 26 mg/ml arasında değişen MİK değeri ile ekstraktaki taninden kaynaklandığı bildirilmiştir (Nimri ve ark. 1999). Mevcut çalışmada sumak ekstratına karşı en hassas türler 6.25 mg/ml MİK değeri ile *Ent. faecalis* ve *A. hydrophila* olmuştur. *Kleb. pneumoniae* sumağa karşı en dirençli tür olmuştur.

#### 4.2. Histidin dekarboksilaz sıvısında bakteriyel gelişim

Çizelge 4.2. histidin dekarboksilaz sıvısında bakteriyel gelişimi göstermektedir. Çalışmada kontrol grubu genellikle baharat içeren gruptan daha yüksek düzeyde bakteri yükü içermiştir. Test edilen gruplar arasında genellikle en düşük bakteriyel yük sumak ve bunu takiben pul biberde gözlenmiştir.

Çizelge 4.2. Histidin dekarboksilaz sıvısında bakteriyel gelişim

	Kontrol	Kimyon	Sumak	Karabiber	Pul biber
<i>Staph. aureus</i>	8.19±0.07 <sup>xa</sup>	7.72±0.04 <sup>c</sup>	7.71±0.04 <sup>c</sup>	8.16±0.00 <sup>a</sup>	7.99±0.09 <sup>b</sup>
<i>S. Paratyphi A</i>	8.31±0.35 <sup>a</sup>	7.85±0.24 <sup>a</sup>	7.79±0.09 <sup>a</sup>	7.87±0.01 <sup>a</sup>	7.80±0.07 <sup>a</sup>
<i>Kleb.pneumoniae</i>	8.17±0.05 <sup>a</sup>	7.70±0.28 <sup>a</sup>	8.05±0.05 <sup>a</sup>	8.05±0.29 <sup>a</sup>	7.73±0.26 <sup>a</sup>
<i>Ent.faecalis</i>	8.19±0.15 <sup>a</sup>	7.67±0.09 <sup>ab</sup>	6.83±1.05 <sup>b</sup>	7.43±0.13 <sup>ab</sup>	7.99±0.02 <sup>ab</sup>
<i>Camp.jejuni</i>	7.82±0.07 <sup>a</sup>	6.94±0.25 <sup>b</sup>	7.68±0.06 <sup>a</sup>	7.83±0.07 <sup>a</sup>	7.56±0.07 <sup>a</sup>
<i>A. hydrophila</i>	8.35±0.11 <sup>a</sup>	7.37±0.00 <sup>b</sup>	7.76±0.12 <sup>ab</sup>	7.71±0.48 <sup>b</sup>	7.69±0.16 <sup>b</sup>
<i>Pseu.aeruginosa</i>	8.33±0.15 <sup>a</sup>	7.47±0.05 <sup>b</sup>	6.97±0.05 <sup>c</sup>	8.14±0.25 <sup>a</sup>	8.06±0.05 <sup>a</sup>
<i>Y.enterocolitica</i>	7.73±0.21 <sup>ab</sup>	7.38±0.02 <sup>b</sup>	7.39±0.37 <sup>b</sup>	8.01±0.10 <sup>a</sup>	7.41±0.02 <sup>b</sup>

<sup>x</sup>Ortalama değer± standart sapma, n=3. Aynı sütun üzerindeki farklı harfler (<sup>a-c</sup>) istatistiki farkı göstermektedir.

Karabiber bakteriyel gelişimi engellemede genellikle en düşük aktiviteye sahip baharat olmuştur. Kontrol gruplarında en yüksek bakteriyel gelişim *A. hydrophila* (8.35 log kob/ml) ve *P. aeruginosa*'da (8.33 log kob/ml) en düşük gelişim ise *Y. enterocolitica*'da (7.39 log kob/g) gözlenmiştir. Histidin dekarboksilaz sıvısında *Staph. aureus* gelişimi 7.71 (sumak) ile 8.19 log (kontrol) kob/ml arasında değişkenlik göstermiştir. Gündüz ve ark. (2010) farklı konsantrasyonda (%1, 3 ve 4) hazırlamış oldukları sulu sumak ekstratı ile ilgili çalışmalarında, %4 sumak ekstraktının *S. Typhimurium* gelişimine karşı maksimum logaritmik azalış sağladığını bulmuşlardır. Bu çalışmada *S. Paratyphi A* gelişimi sumak katkısıyla 0.52 log kob/ml azalış sergilemiştir. Baharatlar arasında en yüksek inhibisyon etki 1.36 log kob/ml azalış ile sumak ekstraktında *P. aeruginosa* bakterisine karşı gözlenmiştir.

Baharat ekstraktları içeriği ve kalitesi gelişim evresi, ekolojik koşullar ve yağın Ekstrakte bitkinin diğer faktörlerine göre değişkenlik gösteren organik maddelerin kompleks heterojen gruplarıdır. Ayrıca baharat ve türevlerinin antimikrobiyal etkisi bakteri türlerine bağlıdır (Dube ve ark., 1988; Panizzi ve ark., 1993; Sagdıç ve ark. 2004).

### 4.3. Tirozin dekarboksilaz sıvısında bakteriyel gelişim

Tirozin dekarboksilaz sıvısında bakteriyel gelişim Çizelge 4.3’de verilmiştir. Kontrol grubunda bakteriyel gelişim 8.04 log kob/ml (*Staph. aureus*) ile 8.61 log kob/g (*Pseu. aeroginosa*) arasında değişkenlik göstermiştir.

Çizelge 4.3. Tirozin dekarboksilaz sıvısında bakteriyel gelişim

	Kontrol	Kimyon	Sumak	Karabiber	Pul biber
<i>Staph.aureus</i>	8.04±0.02 <sup>xa</sup>	7.74±0.03 <sup>a</sup>	5.71±0.14 <sup>b</sup>	8.21±0.01 <sup>a</sup>	7.70±0.52 <sup>a</sup>
<i>S. Paratyphi A</i>	8.35±0.76 <sup>a</sup>	8.19±0.01 <sup>a</sup>	7.18±0.35 <sup>b</sup>	7.94±0.00 <sup>ab</sup>	7.94±0.14 <sup>ab</sup>
<i>Kleb. pneumoniae</i>	8.54±0.00 <sup>a</sup>	7.83±0.03 <sup>ab</sup>	6.97±0.20 <sup>b</sup>	8.43±0.03 <sup>a</sup>	7.83±0.52 <sup>ab</sup>
<i>Ent. faecalis</i>	8.33±0.19 <sup>a</sup>	7.77±0.47 <sup>ab</sup>	6.62±0.31 <sup>b</sup>	7.67±0.00 <sup>ab</sup>	8.16±0.01 <sup>a</sup>
<i>Camp. jejuni</i>	8.31±0.77 <sup>a</sup>	7.99±0.21 <sup>b</sup>	5.77±0.16 <sup>c</sup>	8.00±0.05 <sup>b</sup>	7.66±0.28 <sup>b</sup>
<i>A. hydrophila</i>	8.48±0.00 <sup>a</sup>	8.09±0.25 <sup>a</sup>	7.54±0.83 <sup>ab</sup>	8.40±0.00 <sup>a</sup>	8.33±0.01 <sup>a</sup>
<i>Pseu. aeroginosa</i>	8.61±0.12 <sup>a</sup>	7.69±0.21 <sup>d</sup>	7.74±0.06 <sup>cd</sup>	8.30±0.00 <sup>ab</sup>	8.09±0.03 <sup>bc</sup>
<i>Y.enterocolitica</i>	8.39±0.50 <sup>a</sup>	7.74±0.10 <sup>b</sup>	5.05±0.12 <sup>c</sup>	8.11±0.00 <sup>ab</sup>	8.02±0.26 <sup>ab</sup>

<sup>x</sup>Ortalama değer± standart sapma, n=3. Aynı sütun üzerindeki farklı harfler (<sup>a-d</sup>) istatistiki farkı göstermektedir.

Baharatlar histidin dekarboksilaz sıvısına kıyasla tirozin dekarboksilaz sıvısında daha yüksek antimikrobiyal aktiviteye sahip olmuştur. Çalışmada, ekstraktların etkisi bakteri türüne göre değişkenlik göstermesine karşın sumak diğer test edilen baharatlara kıyasla bakteriyel gelişimde yüksek inhibisyon aktivite sergilemiştir. Sumak tanin, flavonoid ve esansiyel yağlarından dolayı güçlü antimikrobiyal aktiviteye sahiptir (Dığrak ve ark., 2001; Lim ve ark., 2001; Nasar-Abbas ve ark., 2004). Sumakta mevcut en önemli flavonoidler; fustin, fisetin, sulfuretin, butein, quercetin and myrcetin olarak rapor edilmiştir (Zallacin ve ark., 2003). Bu çalışmada sumak ekstraktı *Y. enterocolitica* ve *Camp. jejuni* üzerinde önemli inhisyon etki göstermiş olup bakteriyel gelişimde sırasıyla 3.34 ve 2.54 log kob/ml azalış sergilemişlerdir. Pul biber ekstraktı *Y. enterocolitica*, *S. Paratyphi A* ve *Staph. aureus* gelişimi üzerinde sırasıyla 0.65, 0.41 ve 0.34 log kob/g azalış sağlamıştır. Kırmızı biber yüksek düzeyde flavonoid, doğal fenolikleri ve özellikle



quersetin, luteolin ve kapsaisinoidleri içermektedir (Hasler, 1998; Sim ve Sil, 2008). *Ent. faecalis* dışında karabiber en düşük antimikrobiyal aktiviteye sahip ekstrakt olmuştur. Kimyonun *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Clostridium botulinum*, *Listena monocytogenes*, *Pseudomonas fluorescens*, *Salmonella enteritidis*, *Staphylococcus aureus* bakterilerine karşı antimikrobiyal etkili olduğu bildirilmiştir (Ceylan ve Fung, 2004). Bu çalışmada kimyon ekstraktı *Pseu. aeruginosa* gelişimde 0.92 log kob/ml ile en yüksek azalış göstermiştir.

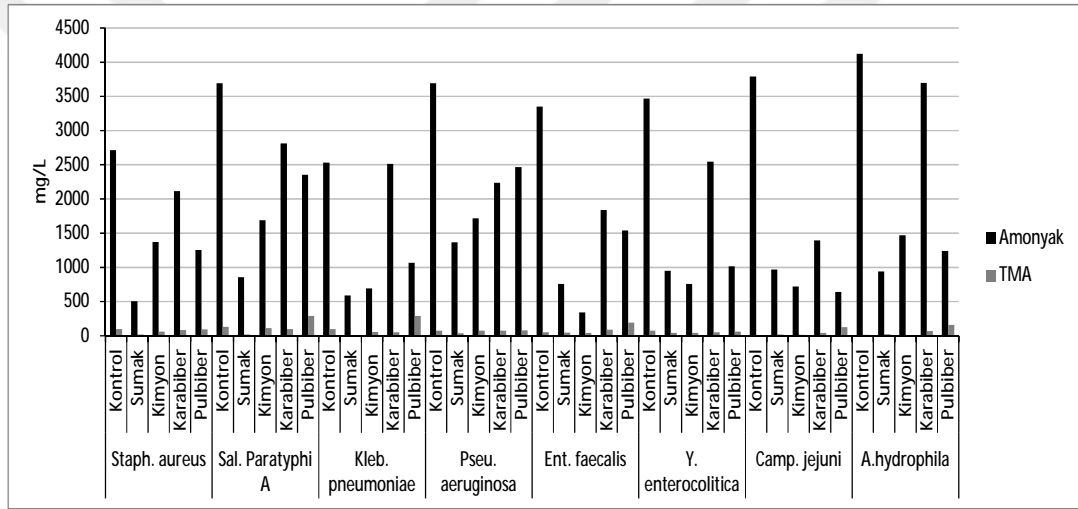
#### 4.4. Histidin dekarboksilaz sıvısında amonyak ve biyojen amin üretimi

Çizelge 4.4 baharat ekstraktı eklenen histidin dekarboksilaz sıvısında amonyak ve biyojen amin üretimini göstermektedir. *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Clostridium*, *Aeromonas hydrophila*, *Bacillus spp.*, *Kleb. pneumoniae*, *Listeria monocytogenes* ve *Ent. faecalis* gibi gıda kaynaklı patojenlerin amonyak ve biyojen amin üretme yeteneğine sahip olduğu bildirilmiştir (Ordonez ve ark., 1999; Özogul, 2011; Kuley ve ark., 2011; 2012, Gokdogan ve ark., 2012). Bu çalışmada bakteriler tarafından amonyak ve biyojenik amin üretiminde önemli farklılıklar gözlenmiştir

Çizelge 4.4. Histidin dekarboksilaz sıvısında amonyak ve biyojen amin üretimi

	AMN	PUT	CAD	SPD	TRP	FEN	SPN	HIS	SER	THR	TMA	DOP	AGM	Grup
<i>Staph. aureus</i>	2712.86±42.38a	5.64±0.36b	17.61±1.65ab	131.79±8.02a	13.36±0.87b	0.00±0.00c	57.81±5.26a	39.26±1.85b	114.98±6.23a	71.00±0.59a	97.13±5.08a	62.95±2.67d	49.94±2.35a	KONT
	504.28±14.22d	1.21±0.10c	14.33±0.81c	6.95±0.35c	8.65±0.22cc	0.00±0.00c	9.91±0.11b	30.46±1.11b	18.35±0.90d	7.86±0.50d	19.96±0.98d	19.57±2.16b	37.23±0.17c	STIM
	1369.90±133.00c	8.78±0.24a	19.72±1.01a	10.66±0.47c	17.13±0.45a	0.00±0.00c	1.80±0.10c	1.19±0.13c	11.68±0.57d	7.62±0.31d	59.04±1.03c	74.30±6.49cd	13.20±0.79d	KM1
	2114.18±136.46b	0.83±0.02c	15.21±0.83bc	12.27±0.14c	2.74±0.12d	2.02±0.01a	5.75±0.62bc	39.63±1.47b	35.91±2.91c	11.27±0.20c	82.49±0.80b	86.54±6.77c	44.61±0.38d	KAR
	1252.45±85.85c	8.79±0.52a	11.50±0.37d	66.69±2.33b	12.55±0.72b	1.28±0.12b	8.94±0.20b	110.04±8.73a	51.77±2.91b	19.33±0.37b	94.03±2.84a	166.65±4.93a	44.61±0.03b	PUL
Sal.	3692.41±147.23a	1.75±0.15d	6.06±0.04cd	32.51±1.56b	3.35±0.18d	14.12±1.01a	0.00±0.00d	28.93±2.38b	69.37±2.20b	10.35±0.38b	132.94±11.73b	51.17±4.48c	36.93±0.96b	KONT
	877.14±16.40a	6.97±0.21c	7.14±0.32c	9.18±0.47a	7.13±0.51c	0.00±0.00d	2.01±0.01c	25.86±0.85b	35.99±1.84c	11.05±0.21ab	19.49±0.14d	94.85±4.45b	23.06±1.39c	STIM
	1688.05±129.29d	15.45±0.75b	3.06±0.08d	25.58±0.13c	38.56±2.50a	0.00±0.00d	1.77±0.13c	5.29±0.41c	32.52±2.94c	11.66±0.21ab	112.75±7.74bc	46.48±3.30c	10.50±0.69d	KM1
	2810.89±25.97b	36.99±0.81a	20.11±2.68a	16.93±0.67d	2.37±0.17d	10.24±0.77c	6.13±0.39b	29.08±0.31b	31.44±0.94c	6.72±0.48c	97.92±8.79c	53.54±1.31c	14.30±0.55d	KAR
	2351.94±178.98c	7.77±0.34c	12.01±0.77b	105.55±2.92a	14.37±0.53b	12.15±0.15b	14.81±0.28a	114.07±5.28a	107.65±8.07a	5.28±0.48c	287.22±15.08a	129.09±9.92a	126.18±9.99a	PUL
<i>Klebs. pneumoniae</i>	2527.21±67.64a	7.68±0.26cd	13.80±0.83bc	15.09±0.19b	0.37±0.04d	4.58±0.25b	0.60±0.19c	4.96±0.20c	142.66±11.42a	3.43±0.26d	97.42±7.50b	11.32±1.00d	12.72±0.52b	KONT
	584.25±28.34b	2.65±0.37d	16.52±0.84b	12.80±0.91c	3.90±0.19c	0.00±0.00d	0.00±0.00c	20.50±1.29b	8.41±0.38c	5.07±0.07d	5.07±0.03d	18.37±1.22c	5.09±0.09e	STIM
	691.49±24.43c	15.32±0.57c	3.58±0.49d	7.57±0.07d	27.65±1.44a	0.00±0.00d	1.89±0.11c	2.50±0.13c	17.13±0.30c	4.54±0.01c	54.30±5.10c	78.64±2.77a	11.37±0.56c	KM1
	2514.81±0.49a	94.57±3.90b	10.77±0.16c	16.33±0.11b	2.46±0.06c	1.36±0.09c	6.60±0.19b	41.68±4.28c	24.37±1.11c	5.25±0.20b	50.72±4.28c	58.63±3.34b	8.94±0.46d	KAR
	1064.14±33.99b	133.43±9.36a	36.71±2.52a	54.10±0.74a	22.74±0.95b	35.10±0.16a	104.29±2.69a	173.61±34.93a	108.52±7.85b	12.74±0.37a	290.29±12.02a	22.52±1.73c	28.86±0.52a	PUL
<i>Pen. chrysogenum</i>	3689.41±117.15a	6.92±0.63b	5.11±0.14c	0.00±0.00d	0.00±0.00d	0.46±0.02c	3.75±0.36c	0.47±0.00d	10.48±0.01c	3.46±0.10a	75.64±3.65a	9.64±0.23d	4.34±0.86c	KONT
	1364.13±55.53d	5.72±0.23b	11.03±0.53b	25.98±0.79b	4.46±0.05c	0.74±0.02b	18.04±1.67b	16.71±1.04c	23.15±1.02b	11.73±0.07a	34.76±1.71b	52.51±1.97c	10.28±0.10b	STIM
	1715.90±143.11c	14.65±0.92b	3.04±0.01d	3.11±0.15d	25.67±0.83a	0.00±0.00d	1.40±0.04d	1.56±0.04d	23.28±1.89b	8.22±0.07b	72.74±0.57a	74.73±5.39b	5.26±0.33c	KM1
	2234.75±37.99b	462.12±16.75a	16.08±0.02a	33.40±1.38a	8.86±0.83b	9.72±0.26a	22.94±0.94a	68.23±2.20a	36.52±2.56a	6.78±0.06d	76.83±5.17a	56.69±2.78c	4.16±0.34c	KAR
	2467.57±185.06b	4.29±0.37b	4.86±0.08c	15.90±0.72c	9.94±0.65b	3.96±0.05b	0.57±0.04d	21.68±1.82b	23.88±1.19b	7.31±0.06c	81.04±2.73a	126.20±6.15a	24.78±1.45a	PUL
<i>Enr. faecalis</i>	3347.49±146.81a	13.52±1.11d	5.31±0.40d	30.47±2.92b	1.28±0.16d	0.46±0.02c	1.16±0.06c	16.03±0.14c	11.92±0.07c	3.69±0.10d	50.21±0.48c	10.86±1.08a	23.42±2.34b	KONT
	760.62±41.47d	17.52±0.47cd	21.34±0.53a	26.59±1.82b	8.47±0.78c	3.51±0.02b	9.80±0.28b	13.93±0.85c	12.69±0.84c	18.80±0.29b	46.12±4.82c	73.95±6.87c	12.20±1.13c	STIM
	342.31±20.44e	22.51±0.19c	10.47±0.20c	33.84±4.44ab	36.43±2.89a	0.00±0.00c	14.87±1.23b	16.58±0.82c	8.66±0.26c	5.17±0.22d	44.26±3.77c	91.73±1.56b	14.99±0.25c	KM1
	1838.93±136.51b	83.93±7.07a	18.61±0.49b	40.17±1.10a	4.48±0.18d	3.08±0.05b	11.37±0.02b	25.00±2.14b	80.22±2.90a	14.84±0.31c	88.06±7.39b	119.81±8.41a	20.49±0.25b	KAR
	1538.31±32.10c	32.50±0.92b	19.54±1.26b	31.50±2.73b	14.68±1.38b	17.77±1.58a	144.82±6.82a	126.06±3.00a	57.33±5.73b	23.98±1.20a	191.14±5.66a	55.67±0.92d	43.37±2.59a	PUL
<i>I. europaeus</i>	3464.75±209.93a	267.54±21.52a	0.67±0.04d	0.00±0.00d	0.24±0.02c	2.32±0.15b	0.00±0.00c	0.14±0.02d	6.39±0.08d	0.61±0.00a	77.85±2.74a	14.72±0.82d	8.83±0.54a	KONT
	950.33±28.51c	82.74±0.78b	6.89±0.11b	8.80±0.03c	2.48±0.00b	0.00±0.00d	0.00±0.00c	0.76±0.03d	6.04±0.02d	2.12±0.13d	45.02±3.98cd	32.91±1.10c	6.43±0.43b	STIM
	757.71±23.70c	18.87±1.87d	3.00±0.05c	18.04±0.41a	21.99±1.42a	0.00±0.00d	7.16±0.44b	4.07±0.34b	14.98±0.58c	2.85±0.21c	39.02±1.72d	72.12±1.64b	9.40±0.13a	KM1
	2541.92±145.20b	49.35±4.51c	17.55±1.43a	14.47±0.55b	1.59±0.01a	2.52±0.01a	11.03±0.56a	19.20±1.01a	22.64±1.19a	3.93±0.19b	50.63±5.04c	77.86±6.91b	4.30±0.05c	KAR
	1013.62±145.78c	40.20±1.77cd	3.17±0.21c	3.95±0.17d	2.79±0.13b	1.73±0.04a	0.00±0.00c	2.77±0.04c	17.42±1.50b	4.45±0.01a	61.41±2.77b	91.44±7.69a	6.97±0.18b	PUL
<i>Comp. jejuni</i>	3790.65±329.38a	43.28±2.67b	28.39±1.79a	123.78±4.35a	0.00±0.00d	0.00±0.00d	54.11±1.56b	37.56±1.91c	36.50±1.09bc	37.50±1.80b	4.18±0.17d	68.69±1.36c	104.18±10.34a	KONT
	968.03±88.20c	31.72±1.78c	32.95±2.27a	41.45±1.47bc	20.39±2.47b	31.32±2.35b	5.10±0.15d	37.63±0.16c	22.11±1.92c	27.43±2.14c	16.70±0.94c	64.67±5.84c	10.43±0.13c	STIM
	719.48±4.16c	22.80±1.74d	20.58±1.75b	47.58±4.23b	32.92±3.00a	31.11±0.42b	15.35±1.01c	11.29±0.49d	34.32±2.05bc	11.48±0.49d	14.94±1.08c	73.47±0.92c	24.23±2.23b	KM1
	1393.62±52.37b	33.62±1.90c	8.76±0.17c	6.49±0.17d	4.73±0.28c	5.23±0.18c	10.24±0.31cd	62.40±5.35b	45.96±4.10b	5.26±0.21d	41.51±1.02b	174.72±5.08a	16.59±1.29bc	KAR
	643.84±49.55c	52.13±2.87a	12.08±0.99c	36.86±1.05c	24.00±0.13b	51.21±2.50a	129.14±6.62a	152.96±11.32a	152.96±11.32a	10.24±0.61a	138.00±3.18a	89.46±2.46b	12.81±0.54bc	PUL
<i>A. baumannii</i>	4122.32±406.74a	41.98±3.13a	9.66±0.36b	25.93±2.48a	0.35±0.02c	0.00±0.00c	2.27±0.05bc	0.38±0.02c	9.23±0.13d	2.68±0.27d	13.50±1.27d	26.38±1.93b	5.96±0.41d	KONT
	936.70±70.02d	36.72±0.60b	6.95±0.56b	20.99±0.04b	1.25±0.01c	1.76±0.01b	0.00±0.00c	13.77±0.69b	5.32±0.73d	4.24±0.48c	20.74±1.71c	17.46±0.54c	25.50±0.18a	STIM
	1471.25±63.84c	11.22±1.06d	3.71±0.57c	8.55±0.18d	17.50±1.67a	0.00±0.00c	1.62±0.10bc	0.28±0.01d	21.79±1.38c	2.56±0.16d	12.49±0.63d	17.88±0.51c	5.49±0.14d	KM1
	3693.96±125.53b	30.61±0.21c	9.43±0.00a	19.26±1.06bc	1.85±0.02c	3.02±0.27a	9.08±0.18b	8.94±0.19c	31.73±2.11b	7.43±0.13a	69.26±2.23a	47.40±2.23a	8.60±0.59c	KAR
	1239.40±39.97cd	32.84±1.27bc	9.58±0.03a	16.84±0.34c	4.94±0.17b	1.48±0.03b	66.32±6.59a	47.07±0.59a	59.85±1.38a	5.10±0.14b	160.72±1.63a	27.57±1.80b	22.52±1.67b	PUL

( $P < 0.05$ ). Bakteriler tarafından amonyak en düşük *Kleb. pneumoniae* (2527.21 mg/L) en yüksek *A. hydrophila* (4122.25 mg/L) tarafından gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.1). Ozogul (2011) histidin dekarboksilaz sıvısında gıda kaynaklı patojenlerin 1130 ve 3089.6 mg/L arasında amonyak ürettiğini rapor etmiştir. Gokdogan ve ark. (2012) histidin dekarboksilaz sıvısında amonyak üretiminin en düşük *L. monocytogenes* (68 mg/L) ve en yüksek *E. coli* (210 mg/L) tarafından gerçekleştirildiğini bulmuşlardır. Lizin dekarboksilaz sıvısında gıda kaynaklı patojenler 965 mg/L'den daha düşük amonyak üretmiştir.

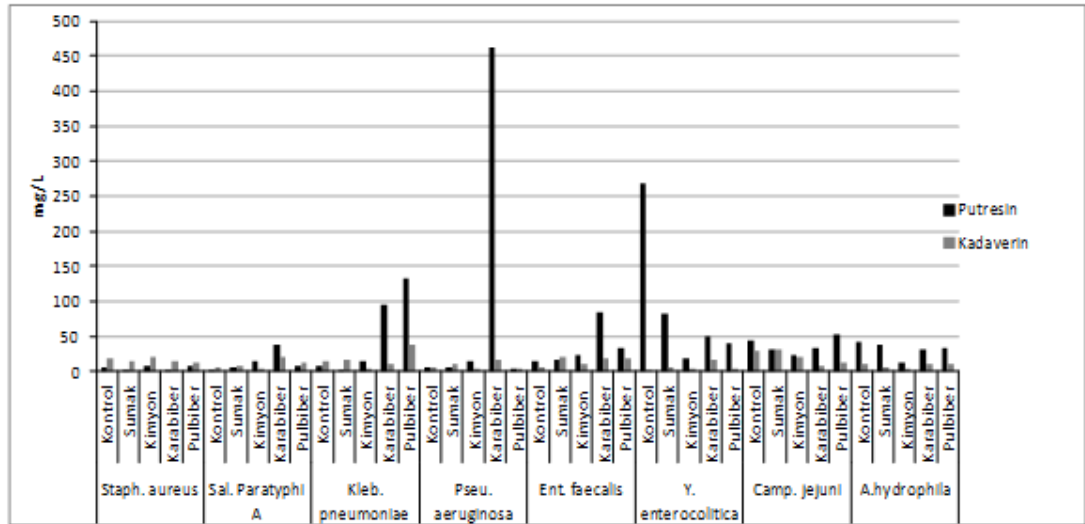


Şekil 4.1. Histidin dekarboksilaz sıvısında patojen bakteriler tarafından amonyak ve TMA üretimi

En yüksek amonyak değerleri kontrol grubunda ve karabiber gruplarında gözlenmiştir. Diğer baharat ekstraktları amonyak üretimini önemli düzeyde düşürmüştür ( $p < 0.05$ ). Genellikle en yüksek inhibisyon etkisi sumak ve kimyon ekstraktlarında gözlenmiştir. Kimyon ve pul biberi ekstraktı *Camp. jejuni* tarafından amonyak üretimini 5-6 kat düşürmüştür. *Staph. aureus* tarafından amonyak üretimi 2712.86 mg/100 g olup, sumak katkısıyla histidin dekarboksilaz sıvısında amonyak birikimi 506.28 mg/100 g'a düşmüştür. *Ent. faecalis* tarafından amonyak üretimi (3347.49 mg/L) kimyon ekstraktı varlığında yaklaşık 10 kat azalma (342.31 mg/L) sergilemiştir. *Pseu. aeruginosa* ve *A. hydrophila* tarafından amonyak üretimini engellemede sumak ekstraktı en yüksek aktivite göstermiştir.

Gıda kaynaklı patojen bakteriler başta TMA, dopamin, serotonin ve agmatin olmak üzere 2-feniletilamin dışında test edilen bütün biyojen aminleri üretmişlerdir. Pul biber ekstraktı genel olarak biyojen amin üretimini artırmasına karşın, baharat ekstratlarının biyojen amin üretimindeki etkisi baharat tipine, bakteri türüne ve spesifik biyojen amine göre değişkenlik göstermiştir.

Durlu-Ozkaya ve ark. (2001) *Enterobacteriaceae* üyelerinin %1 aminoasit içeren brain hearth infusion sıvısında başlıca putresin, kadaverin, tiramin ve histamin ürettiğini belirtmişlerdir. Gıda kaynaklı patojen bakteriler histidin dekarboksilaz sıvısında 9.8 ve 19.2 mg/L arasında putresin üretmiştir (Özogul, 2011). Tavuk derisinden izole edilen 7 farklı *Aeromonas* üyesinin putresin (<3.7 mg/L) ve 5 üyesinin kadaverin ürettiği (73.8 mg/L) gözlenmiştir (Bunkova ve ark. 2010). *Staphylococcus* üyelerinin yüksek miktarda putresin ve feniletilamin (>100 mg/L) oluşturduğu gözlenmiştir (Seitter ve ark., 2011). Mevcut çalışmada, bakteriler tarafından putresin üretimi 1.75 mg/L (*Sal. Paratyphi A*) ve 267.54 mg/L (*Yer. enterocolitica*) arasında olmuştur (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Histidin dekarboksilaz sıvısında patojen bakteriler tarafından putresin ve kadaverin üretimi

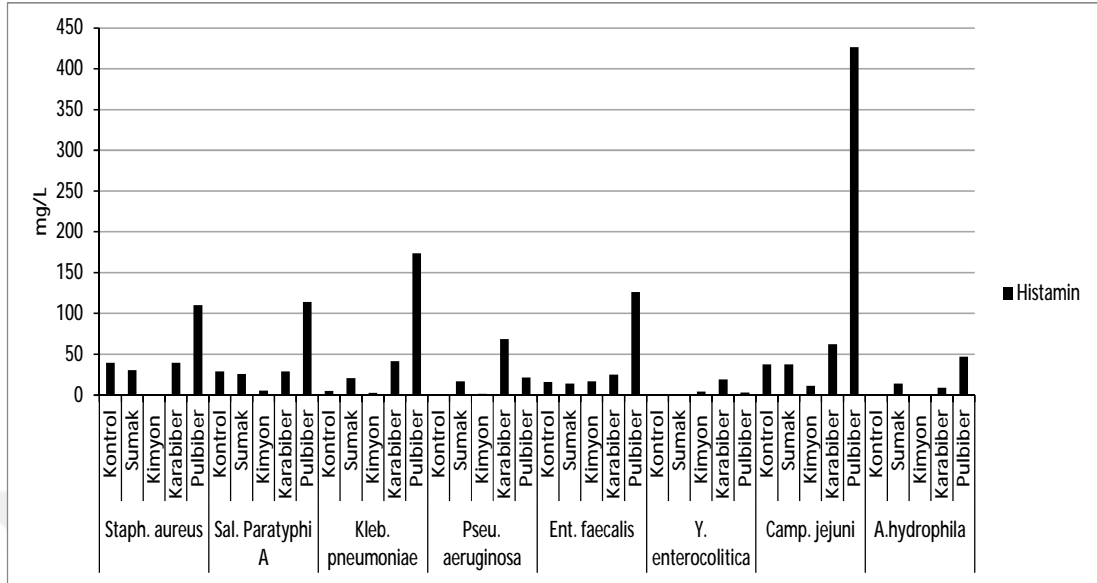
Landete ve ark. (2008) *Pseu. aeruginosa*'nın *Ent. faecalis*'den daha yüksek putresin ürettiğini bildirmiştir. Bu çalışmada *Pseu. aeruginosa* 6.92 mg/L histamin üretirken, *Ent. faecalis* 13.52 mg/L putresin üretmiştir. *Yer. enterocolitica* ve *A. hydrophila* tarafından putresin üretimi baharat ekstraktı katkısıyla önemli düzeyde düşüş sergilemiştir. Ancak, karabiber ekstraktı *Sal. Paratyphi*, *Pseu. aeruginosa* ve *Ent. faecalis*, pul biberi ekstraktı ise *Kleb. pneumoniae* ve *Camp. jejuni* tarafından putresin üretimini önemli düzeyde arttırmıştır. Çalışmada en yüksek putresin birikimi karabiber katkısı içeren besiyerinde *Pseu. aeruginosa* (462.12 mg/L) tarafından gerçekleşmiştir. De las Rivas ve ark. (2006) *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis* ve *L. monocytogenes*'in kadaverin üretiminden sorumlu lizin dekarboksilaz aktiviteye sahip olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada kadaverin en yüksek *Camp. jejuni* tarafından üretilmiştir (28.39 mg/L). Histidin dekarboksilaz sıvısında *Klebsiella* üyelerinin 16 ve 32 mg/L düzeyinde kadaverin ürettiği bulunmuştur (Özogul ve Özogul, 2007; Özogul, 2011). Bu çalışmada *Kleb. pneumoniae* 13.80 mg/L kadaverin üretmiştir. *Pseu. aeruginosa*, *Kleb. pneumoniae* ve *A. hydrophila* tarafından kadaverin üretimi kimyon ekstraktı katkısıyla düşüş gösterirken, baharat katkısı *Ent. faecalis* ve *Y. enterocolitica* tarafından üretilen kadaverin düzeyini arttırmıştır. *Staph. aureus* tarafından kadaverin üretimi ise sumak ve pul biberi ekstraktı varlığında azalmıştır (Şekil 4.2).

Spermidin ve spermin bütün organizmalarda dekarboksile S-adenosilmetiyoninden 1 veya 2 amino grubun ayrılması ile putresinden oluşur (Smith, 1981). Spermidin *Staph. aureus* ve *Camp. jejuni* tarafından yüksek düzeyde üretilmiştir (sırasıyla 131.79 ve 113.78 mg/L). Baharat ekstraktları *Staph. aureus* ve *A. hydrophila* tarafından spermin üretimini önemli düzeyde düşürmüştür. Kontrol grubunda *Pseu. aeruginosa* ve *Y. enterocolitica* spermidin üretmemesine karşın, baharat ekstraktı varlığıyla spermidin üretimi önemli düzeyde artmıştır.

Triptamin *Camp. jejuni* dışında bütün bakteriler tarafından üretilmiştir. *Camp. jejuni* ve *Pseu. aeruginosa* tarafından triptamin üretimi besiyerinde test edilen bütün baharat ekstraktlarının varlığında önemli artışlar sergilemiştir. Kimyon ekstraktı tüm bakteriler tarafından triptamin üretimini önemli düzeyde teşvik etmiştir.

*Sal. Paratyphi A* tarafından 2-feniletülamın üretimi 14.12 mg/L iken, *Staph. aureus*, *Pseu. aeruginosa*, *Camp. jejuni* ve *A. hydrophila* 2-feniletülamın üretmemiştir. Sumak ve kimyon ekstraktı *Sal. Paratyphi A* ve *Kleb. pneumoniae* tarafından 2-feniletülamın üretimini tamamıyla engellemiş olup, pul biber ekstraktı *Kleb. pneumoniae*, *Ent. faecalis* ve *Camp. jejuni* tarafından 2-feniletülamın üretimini önemli düzeyde arttırmıştır.

Kontrol gruplarında histamin üretimi 0.14 mg/L (*Y. enterocolitica*) ve 39.29 mg/L (*Staph. aureus*) arasında değişkenlik göstermiştir (Şekil 4.3). Lopez-Sabater ve ark. (1996) kültür ortamında *Kleb. pneumoniae*'nin 216 ppm histamin ürettiğini belirtmiştir. Chang ve ark. (2008) *Staph. aureus* izolatlarının kültür ortamında 12.7 ve 33.0 mg/kg arasında histamin ürettiğini rapor etmiştir. Özogul (2011) histidin dekarboksilaz sıvısında histaminin gıda kaynaklı patojenler arasında sadece *Ent. faecalis*, *Kleb. pneumoniae* ve *L. monocytogenes* tarafından üretildiği (<0.58 mg/L) bildirmiştir. *Kleb. pneumoniae*'nin histidinden yüksek oranda histamin ürettiği (>3400 mg/L), *Ent. faecalis*'in ise zayıf histamin üreticisi (<10 mg/L) olduğu bulunmuştur (Özogul ve Özogul, 2007). Bu çalışmada *Kleb. pneumoniae* ve *Ent. faecalis* sırasıyla 4.96 ve 16.05 mg/L histamin üretmiştir. Gıdalarda histamin birikimi ve histidin dekarboksilaz aktivitesi mikroorganizma türü, ortamdaki histidine ve karbonhidrat konsantrasyonu (Arnold ve Brown, 1978; Edmunds ve Eitenmiller, 1975), oksijen düzeyi (Frank ve Yoshinaga, 1984), vitaminler ve koenzimler, sıcaklık, pH ve tuz konsantrasyonu (Chen ve ark., 1989), ve kofaktör olarak pyridoksal hidrokloridden (Taylor, 1986) etkilenmektedir.

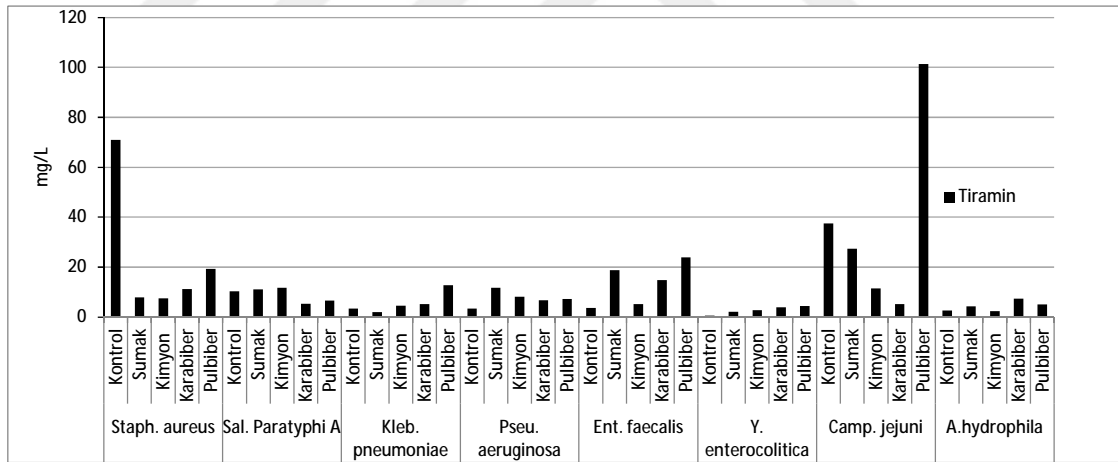


Şekil 4.3. Histidin dekarboksilaz sıvısında bakteriler tarafından histamin üretimi

Pul biberi ekstraktı başta *Kleb. pneumoniae* ve *Camp. jejuni* olmak üzere bakteri tarafından histamin oluşumunu önemli düzeyde arttırmıştır. *Kleb. pneumoniae* ve *Camp. jejuni* sırasıyla 4.96 ve 37.56 mg/L histamin üretirken pul biber ekstraktı varlığında sırasıyla 173.61 ve 426.34 mg/L histamin üretmiştir. Sumak ekstraktının *Staph. aureus*, *Ent. faecalis*, *Y. enterocolitica* *Sal. Paratyphi A* ve *Camp. jejuni*'nin histamin üretimi üzerinde istatistikî olarak herhangi bir etkisi gözlenmemiştir. Ancak kimyon ekstraktı *Staph. aureus*, *Sal. Paratyphi A* ve *Camp. jejuni*'nin histamin üretimini engellemiştir. Karabiber ekstraktı *Staph. aureus* ve *Sal. Paratyphi A* üzerinde histamin üretiminde istatistikî olarak etkili olmazken, diğer test edilen bakterilerin histamin üretimini genellikle teşvik etmiştir.

Bakteriler tarafından serotonin ve dopamin üretimi sırasıyla 5 ve 11 mg/L'nin üzerinde olup, *Kleb. pneumoniae* (142.66 mg/L) ve *Camp. jejuni* (68 mg/L) en yüksek serotonin ve dopamin üreten bakteriler olmuştur. Baharat ekstraktları *Staph. aureus* ve *Kleb. pneumoniae* tarafından serotonin üretimini engelleyici etkiye sahip olmuştur. Kimyon ekstraktının *Staph. aureus*, *Sal. Paratyphi A* ve *Camp. jejuni* tarafından dopamin oluşumu üzerine bir etkisi görülmemiştir. Ancak test edilen diğer bakteriler üzerinde genellikle başta pul biber ve karabiber olmak üzere serotonin ve dopamin oluşumu üzerine teşvik edici özelliği bulunmuştur.

Kucerova ve ark. (2009) süt ve peynirden izole edilen *Enterococcus* üyelerinin çoğunun tirozin dekarboksilaz aktivitesine sahip olduğunu bildirmiştir. Histidin dekarboksilaz sıvısında gıda kaynaklı patojenler tarafından tiramin birikimi 1.1 ve 13.4 mg/L arasında olmuştur (Gokdogan ve ark., 2012). Bu çalışmada, kontrol grubunda tiramin üretimi 0.61 mg/L (*Y. enterocolitica*) ve 71 mg/L (*Staph. aureus*) arasında olmuştur. Baharat ekstraktı katkısıyla *Staph. aureus* tarafından tiramin üretimi önemli düzeyde düşüş sergilemiştir (Şekil 4.4). Kimyon ekstraktı *Sal. Paratyphi A*, sumak ekstraktı *Pseu. aeruginosa* ve karabiber ekstraktı *A. hydrophila* tarafından tiramin üretimini teşvik ederken, pul biberi ekstraktı *Camp. jejuni*, *Ent. faecalis*, *Kleb. pneumoniae* ve *Y. enterocolitica*'nın tiramin üretiminde önemi artışlara neden olmuştur ( $P<0.05$ ). Sumak ekstraktı *Kleb. pneumoniae* tarafından tiramin oluşumunu düşürürken, kimyon ekstraktı *Camp. jejuni* tarafından tiramin üretimini etkilememiştir.



Şekil 4.4. Histidin dekarboksilaz sıvısında bakteriler tarafından tiramin üretimi

Kontrol grubunda gıda kaynaklı patojen bakteriler tarafından TMA üretimi 135 mg/L'ın altında olmuştur (Şekil 4.1). Histidin dekarboksilaz sıvısında baharat ekstraktı varlığı *Y. enterocolitica*'nın TMA üretimini düşürürken, *Camp. jejuni* tarafından TMA üretimini artırmıştır. Sumak ekstraktı *Camp. jejuni*, *Ent. faecalis* ve *A. hydrophila* dışında test edilen bütün bakterilerin TMA üretimini engellemiştir. Pul



biberi ekstraktı *Staph. aureus*, *Pseu. aeruginosa* ve *Y. enterocolitica* hariç diğer bakteriler tarafından TMA üretimini teşvik etmiştir.

Agmatin arjininden direk olarak üretilmekte ve arjinin dekarboksilaz enzimi ile N-carbamoylputresine dönüşmektedir (Burne ve ark., 2006). Histidin dekarboksilaz sıvısında kontrol grupları arasında en yüksek agmatin üretimi *Camp. jejuni* tarafından (104.18 mg/L) gerçekleşmiştir. Baharat ekstraktları *Staph. aureus* ve *Camp. jejuni*'nin agmatin üretimini engellemiştir. Kimyon ekstraktı dışında *Y. enterocolitica*'nın agmatin üretimi baharat ekstraktı varlığında düşmüştür. Pul biber ekstraktı çoğu bakterinin agmatin üretimini teşvik etmiştir.

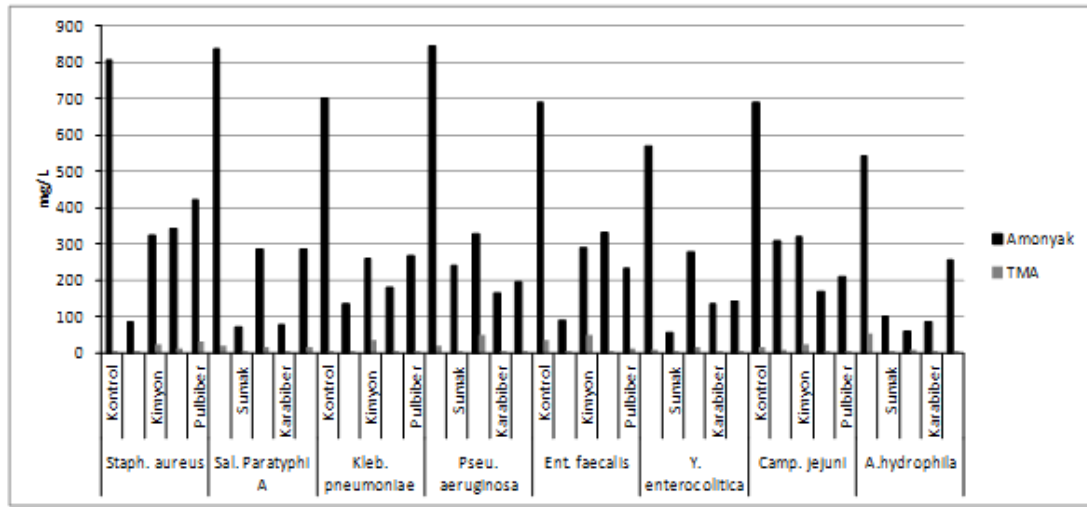
#### 4.5. Tirosin dekarboksilaz sıvısında amonyak ve biyojen amin üretimi

Gıda kaynaklı patojen bakteriler tarafından tirosin dekarboksilaz sıvısında amonyak ve biyojen amin üretimi Çizelge 4.5'de verilmiştir. Tirosin dekarboksilaz sıvısında en yüksek amonyak üretimi sırasıyla *Pseu. aeruginosa* (844.24 mg/L), *Sal. Paratyphi A* (836.47 mg/L) ve *Staph. aureus* (808.05 mg/L) tarafından gerçekleşmiştir. Tirosin dekarboksilaz sıvısında amonyak üretimi 22 mg/L (*Ent. Faecalis*) ile 572 mg/L (*L. monocytogenes*) arasında olmuştur (Özogul ve ark., 2015). *E. coli* ve *K. pneumoniae* tirosin dekarboksilaz sıvısında sırasıyla 160 ve 522 mg/L amonyak üretmiştir (Kuley ve Özogul, 2011). Baharat ekstraktları amonyak üretiminde önemli inhibisyon etkilere sahip olmuştur ( $P < 0.05$ ). Test edilen baharatlar arasında amonyak üretiminde en yüksek inhibisyon etki genellikle sumak ekstraktında gözlenmiştir (Şekil 4.5). *Sal. Paratyphi A* ve *Staph. aureus* tarafından üretilen amonyak sumak ekstraktı varlığında sırasıyla 11 ve 9 kat düşüş sergilemiştir. Karabiber ekstraktı *Camp. jejuni* tarafından amonyak üretimini engellemede en etkili grup olmuştur.

Çizelge 4.5. Tirosin dekarboksilaz sıvısında amonyak ve biyojen amin üretimi

	AMN	PUT	KAD	SPD	TRP	FEN	SPM	HIS	SER	ÜR	TMA	DOP	AGM	Grup
Staph. AUS/RS/Ş	808.05±68.56a	15.85±0.54b	3.42±0.21cd	16.70±1.36b	0.28±0.01c	0.25±0.01b	16.16±0.37c	1.99±0.08d	7.95±0.26d	29.16±0.40b	3.21±0.03d	95.24±1.63c	39.18±0.27c	KONT
	84.60±5.69c	5.64±0.22c	2.01±0.32d	2.10±0.20c	0.00±0.00c	0.00±0.00c	5.60±0.13d	0.99±0.06d	96.31±1.66a	36.94±0.27b	3.86±0.21b	24.33±1.94b	42.49±3.77c	SUM
	323.33±17.46b	11.09±4.21a	27.99±2.71a	90.42±8.11a	17.89±0.27a	12.77±0.51b	42.13±1.91b	6.48±0.11c	14.07±1.37c	31.54±0.75b	22.34±0.09b	503.00±0.34b	71.83±1.28b	KIM
	344.10±24.97b	15.77±1.13b	16.87±0.97b	1.01±0.01b	0.28±0.03c	0.00±0.00b	9.32±0.07d	14.78±0.72a	8.99±0.60d	11.37±0.11c	12.79±0.34c	494.54±16.05a	111.66±8.84a	KAR
419.86±20.89b	8.34±0.48c	6.22±0.40c	15.25±1.27b	5.80±0.18b	0.41±0.01b	69.93±3.29a	14.78±0.72a	8.99±0.60d	8.99±0.60d	30.01±2.15a	24.37±1.38d	47.11±1.62c	PUL	
S. Paratyphi A	731.47±62.76b	21.49±1.04b	4.39±0.40c	22.24±2.08b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	17.81±1.55c	2.00±0.20c	31.40±2.82b	13.89±1.42c	18.66±0.92b	468.63±1.47a	70.90±3.82b	KONT
	81.51±5.94c	1.44±0.02c	1.73±0.04d	5.34±0.48c	0.00±0.00b	0.00±0.00b	2.96±0.16e	1.24±0.06c	82.42±2.93a	19.00±1.12b	4.24±0.02c	355.11±30.40b	26.40±1.56c	SUM
	286.12±5.54b	5.79±4.55a	27.41±1.19a	60.95±2.34a	16.54±0.67a	12.81±0.85a	58.75±0.63b	14.97±1.24a	23.96±0.51f	27.31±1.29a	17.17±1.29a	482.23±3.95a	80.87±6.91a	KIM
	78.34±0.79c	8.89±0.39c	3.07±0.13cd	0.00±0.00d	0.16±0.02b	0.00±0.00b	7.28±0.74d	3.15±0.52e	3.66±0.36	3.15±0.52e	3.29±0.16c	45.24±4.30c	32.90±1.59bc	KAR
K. pneumoniae	287.30±18.56b	4.23±0.07c	7.86±0.42b	21.25±2.47b	0.77±0.01b	0.97±0.10b	11.97±2.42a	9.63±0.80b	19.71±1.09	9.63±0.12d	14.36±1.09b	322.84±2.15ab	43.26±1.82b	PUL
	699.88±45.21a	26.35±1.53a	3.03±0.04c	16.95±0.93b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	31.99±2.78a	7.34±0.46b	37.20±1.80b	21.42±1.44c	5.40±0.26b	815.25±3.95a	74.48±3.94b	KONT
	133.15±10.39c	16.89±1.31c	3.10±0.13c	12.04±0.83b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	2.99±0.40c	0.31±0.01e	65.51±3.73a	10.05±0.22d	1.70±0.04c	434.63±38.38b	18.67±1.33c	SUM
	259.56±24.37b	21.26±1.75b	32.05±2.53a	55.52±4.94a	16.32±0.28a	14.56±0.92a	30.87±0.79a	15.77±0.27a	44.31±2.82c	39.26±2.46b	5.06±0.21b	457.67±40.57b	93.58±6.11a	KIM
P. aeruginosa	181.69±7.46c	13.18±1.03d	8.08±0.44c	4.67±0.23c	0.30±0.01b	0.00±0.00b	11.13±0.46b	6.35±0.22c	6.27±0.60d	28.58±2.46b	0.91±0.02c	97.64±4.07c	25.20±1.11c	KAR
	267.97±19.00b	24.89±0.96a	9.14±0.01b	16.63±0.41b	0.39±0.58b	0.66±0.08b	31.02±0.18a	4.31±0.18d	4.68±0.10d	11.93±0.96d	0.91±0.02c	160.19±5.44c	22.55±1.58c	PUL
	844.24±60.07a	2.20±0.18c	3.42±0.33c	46.77±2.95b	0.00±0.00c	0.28±0.03b	21.51±0.47c	6.33±0.03c	10.31±0.94c	10.31±0.94c	20.83±1.94b	668.71±56.08a	64.32±4.17b	KONT
	240.06±8.52c	1.07±0.02c	3.26±0.26c	2.89±0.17d	0.00±0.00c	0.00±0.00b	11.87±0.39cd	3.93±0.10d	51.04±1.89a	18.58±1.95b	4.34±0.02c	483.12±41.40b	24.99±0.06d	SUM
E. faecalis	328.78±9.13b	60.45±7.54a	59.49±0.92a	104.70±8.03a	21.56±1.46a	25.06±1.62a	67.97±3.48b	13.89±0.46a	46.76±2.20b	46.73±2.56a	48.89±0.29a	357.57±12.44c	92.37±4.40a	KIM
	166.48±6.82d	16.40±1.12b	3.44±0.05c	0.77±0.10d	0.00±0.00c	0.00±0.00b	7.59±0.15d	10.10±0.69b	4.52±0.19d	0.32±0.03d	1.34±0.08d	118.81±6.11d	33.98±2.08c	KAR
	193.23±18.25d	3.30±0.33c	11.09±0.52b	35.86±1.69c	4.05±0.01b	0.36±0.05b	109.52±10.36a	5.73±0.43c	14.83±0.39c	9.66±0.51c	2.01±0.07d	175.72±4.57d	36.93±0.56c	PUL
	689.23±56.42a	4.88±0.45c	3.50±0.16c	90.22±4.82a	0.95±0.07b	0.35±0.01b	7.50±0.09c	51.42±1.25a	20.98±0.94c	22.59±1.94b	36.16±2.58b	998.43±15.67a	55.08±4.19b	KONT
Y. enterocolitica	87.75±1.91d	1.46±0.05c	2.24±0.05c	4.43±0.04cd	0.88±0.04b	0.00±0.00b	2.97±0.04d	0.66±0.00d	75.87±2.93a	20.77±0.43b	5.66±0.28a	517.62±38.93b	22.97±1.63d	SUM
	290.61±7.15bc	23.79±1.44b	50.75±3.56a	0.00±0.00d	0.00±0.00c	0.00±0.00b	7.90±0.50c	31.53±2.86b	25.57±0.80b	64.85±1.94a	49.73±0.54a	532.55±25.63b	112.61±4.92a	KIM
	329.76±4.75b	26.73±2.27b	9.12±0.11b	8.14±0.61c	0.24±0.00b	0.51±0.01b	7.90±0.50c	11.24±0.22c	13.65±1.38d	3.49±0.22c	3.86±0.28a	84.04±4.44c	22.94±1.63d	KAR
	235.01±14.94c	33.09±1.69a	3.74±0.42c	27.99±0.94b	0.37±0.08b	0.00±0.00b	41.42±0.83b	10.67±0.89c	9.92±0.71b	2.88±0.03c	10.79±0.09c	516.60±29.40b	43.36±1.28c	PUL
C. jejuni	570.71±10.94a	27.70±1.05a	4.95±0.08cd	48.16±0.46a	0.00±0.00c	0.00±0.00b	24.81±0.65c	1.36±0.07d	135.38±10.36a	14.15±0.14b	8.23±0.53b	1159.63±114.29a	66.27±4.36b	KONT
	55.10±1.52d	2.81±0.27c	2.27±0.00d	0.00±0.00c	0.00±0.00c	0.00±0.00b	2.99±0.11e	0.00±0.00e	14.06±0.29c	4.44±0.25c	1.28±0.08d	440.95±28.32c	26.79±0.08d	SUM
	278.62±5.22b	26.75±0.58ab	26.27±1.62a	38.72±1.66b	17.19±0.27a	14.43±0.68a	66.23±1.43a	15.89±0.19a	87.56±1.46b	45.54±3.61a	16.08±1.42a	599.80±23.20b	97.11±1.07a	KIM
	136.34±5.13c	2.67±0.12c	1.63±0.04d	4.41±0.15d	0.38±0.03b	0.00±0.00b	8.70±0.47d	8.87±0.60b	6.28±0.44c	1.05±0.06d	1.79±0.10d	102.60±3.14d	10.70±0.10e	KAR
A. hydrophila	143.63±14.69c	25.85±5.65b	3.67±0.26c	21.71±2.23c	0.63±0.01b	0.00±0.00b	51.04±0.82b	6.90±2.00c	15.28±3.22c	7.61±1.26c	5.67±3.73c	214.46±120.13d	31.45±7.25c	PUL
	691.20±66.03a	35.49±3.54b	3.23±0.00c	37.71±2.94a	1.07±0.06b	0.00±0.00b	46.78±2.95b	7.44±0.31cd	15.33±1.02b	49.87±4.88a	14.35±0.12b	636.14±24.06a	81.59±7.40b	KONT
	309.67±8.03b	7.84±0.24c	3.27±0.01c	4.22±0.39c	0.00±0.00c	0.00±0.00b	6.34±0.21c	2.34±0.20d	11.06±1.31bc	9.10±0.04c	6.39±0.28c	279.47±7.78c	19.04±1.00cd	SUM
	317.87±9.43b	71.69±2.93a	24.72±0.65a	0.00±0.00d	20.85±0.28a	26.80±1.32a	70.20±2.55a	33.50±4.63a	125.78±6.11a	43.53±3.30a	22.05±0.29a	628.98±51.36a	95.99±0.04a	KIM
A. hydrophila	169.40±9.99c	13.43±1.10c	13.98±0.24b	3.96±0.12c	0.89±0.01b	0.00±0.00b	7.65±0.16c	9.93±0.50c	10.91±0.63bc	35.94±2.68b	6.23±0.32c	19.78±1.17d	11.44±0.01d	KAR
	211.38±17.40c	9.30±0.37c	2.58±0.06c	20.91±0.99b	0.21±0.01c	0.00±0.00b	4.89±0.27c	26.86±1.20b	7.84±0.29c	1.62±0.14c	2.19±0.50d	494.09±5.09b	26.79±0.87c	PUL
	543.77±52.08a	3.29±0.10b	4.61±0.17c	78.29±3.54a	0.66±0.08b	0.97±0.11b	37.21±1.51b	25.74±2.38b	36.74±3.60b	19.84±0.91a	53.66±0.96a	746.78±5.75a	284.91±17.94a	KONT
	99.15±2.96c	5.71±6.63b	5.33±0.28c	6.36±0.44d	0.00±0.00c	0.00±0.00b	6.73±0.22d	1.19±0.12d	7.36±0.17d	6.82±0.17d	2.76±0.23d	578.68±34.14b	51.44±1.79c	SUM
A. hydrophila	58.60±3.53c	25.64±1.16a	9.06±1.11b	32.21±1.70a	5.98±0.28a	4.04±0.04a	31.71±1.03c	0.00±0.00d	66.56±2.16a	18.99±0.87a	8.27±0.64b	707.41±69.65a	164.72±4.99b	KIM
	83.68±5.21c	1.74±0.06b	4.57±0.14c	1.29±0.13c	0.28±0.02c	0.00±0.00c	8.91±0.19d	15.43±0.48b	5.07±0.07d	9.70±0.35c	4.89±0.42c	57.53±4.14c	13.96±0.96d	KAR
	256.36±110.4b	3.76±0.21b	11.18±0.23a	20.46±0.68c	0.70±0.07b	0.00±0.00c	93.57±2.23a	4.24±0.16c	13.29±0.25c	13.29±0.25c	1.42±0.11d	144.53±6.51c	29.24±1.79d	PUL

Dopamin, agmatin, tiramin, serotonin ve TMA tirosin dekarboksilaz sıvısında üretilen başlıca aminler olmuştur. Tirosin dekarboksilaz sıvısında baharat ekstraktların biyojen amin üretimi üzerindeki etkisi baharat tipine, bakteri türü ve spesifik biyojen amine göre değişkenlik göstermesine karşın kimyon ekstraktının genelde biyojen amin üretimini teşvik ettiği gözlenmiştir.

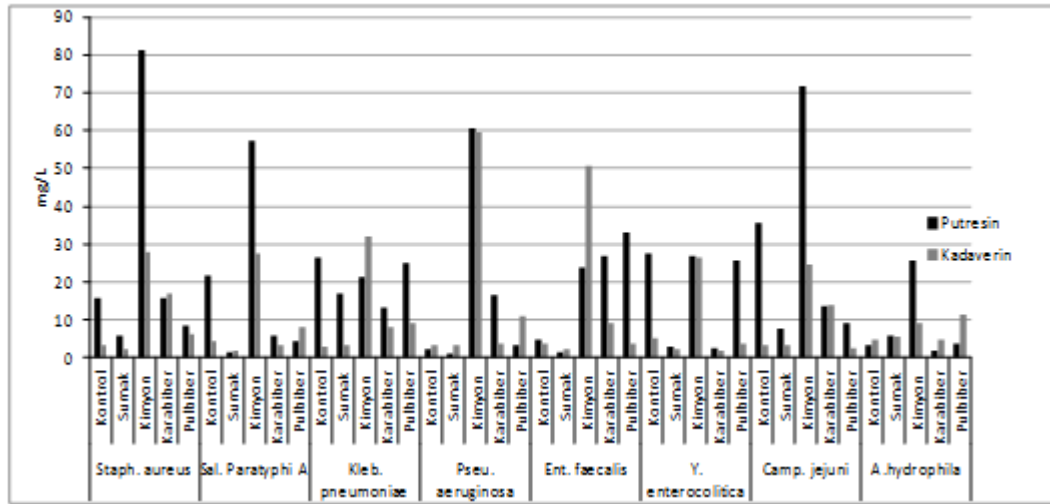


Şekil 4.5. Tirosin dekarboksilaz sıvısında patojen bakteriler tarafından amonyak ve TMA üretimi

*Enterobacteriaceae* üyeleri putresin ve kadaverin üretiminden sorumlu bakterilerdir (Bovercid ve Holzapfel 1999). *Klebsiella* üyeleri tirosince zengin besiyerinde 28 mg/L kadaverin üretmiştir (Özogul ve Özogul, 2007). Tirosin dekarboksilaz sıvısında *Kleb. pneumoniae* 1.29 mg/L kadaverin üretme yeteneğine sahip olmuştur (Kuley ve Özogul, 2011).

Tirosin dekarboksilaz sıvısında *K. pneumoniae*, *E. coli* and *S. Paratyphi A* gibi *Enterobacteriaceae* ve *Pseudomonas* üyeleri 11 ve 39 mg/L arasında putresin üretmiştir. Kadaverin birikimi ise 2.5 mg/L (*Ent. faecalis*) ve 18.6 mg/L (*S. paratyphi A*) arasında olmuştur (Ozogul ve ark., 2015). Bu çalışmada kontrol grubunda bakteriler tarafından putresin ve kadaverin üretimi sırasıyla 2.20 ve 3.03 mg/L'nin üzerinde olmuştur (Şekil 4.6). Pul biberi ekstraktı varlığında *Kleb. pneumoniae* ve *Ent. faecalis* daha yüksek putresin üretmesine karşın, *Kleb. pneumoniae* ve *Y. enterocolitica* dışında diğer test edilen bakteriler kimyon ekstraktı

varlığında tirozin dekarboksilaz sıvısında daha yüksek düzeyde putresin biriktirmişlerdir. *A. hydrophila* dışında bakteriler tarafından kadaverin üretim düzeyi de kimyon ekstraktı varlığında artmıştır.



Şekil 4.6. Tirozin dekarboksilaz sıvısında patojen bakteriler tarafından putresin ve kadaverin üretimi

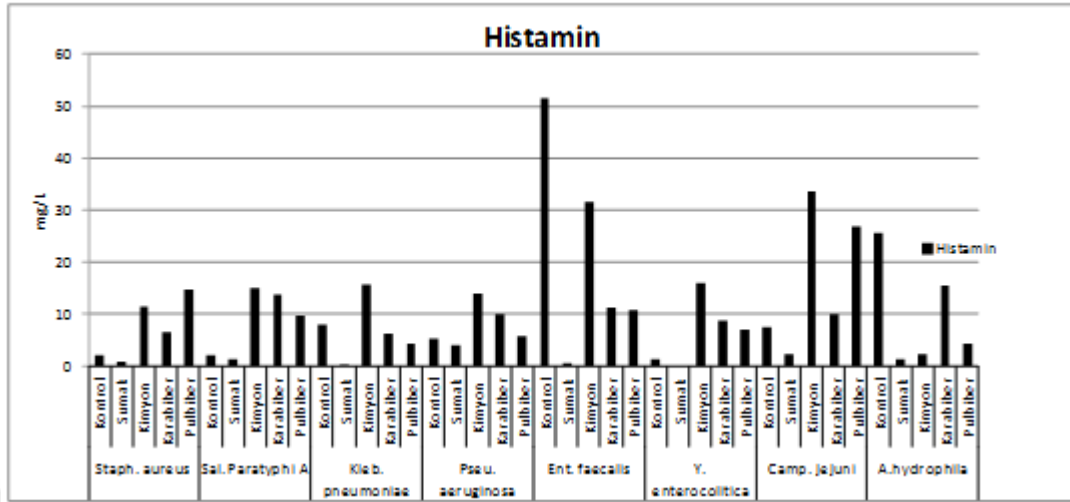
Sumak ekstraktı *Pseu. aeruginosa*, *Ent. faecalis* ve *A. hydrophila* dışında putresin üretimini engelleyici etki göstermiştir. *Y. enterocolitica* ve *Camp. jejuni* tarafından üretilen sırasıyla 27.70 ve 35.49 mg/L düzeyindeki putresin, sumak ekstraktı varlığında sırasıyla 2.81 ve 7.84 mg/L düzeyinde olmuştur. Karabiber ekstraktı genellikle kadaverin üretimini teşvik etmesine karşın, *A. hydrophila*, *Pseu. aeruginosa* ve *Sal. Paratyphi A* tarafından kadaverin üretimini etkilememiştir.

Kontrol grubu bakteriler tarafından spermidin üretimi 16 mg/L'nin üzerinde olmuştur. Tirozin dekarboksilaz sıvısında *Klebsiella* spp. tarafından spermidin üretimi 22-39 mg/L olmuştur (Özogul ve Özogul, 2007; Kuley ve Ozogul, 2011). Bu çalışmada *Kleb. pneumoniae* 16.66 mg/L spermidin üretmiştir. Baharat ekstraktları *A. hydrophila*, *Camp. jejuni*, *Ent. faecalis* ve *Y. enterocolitica* tarafından spermidin üretimini önemli düzeyde engellemiştir ( $P < 0.05$ ). Karabiber ekstraktı bütün bakterilerin spermidin üretimini azaltırken, kimyon ekstraktı *Pseu. aeruginosa*, *Staph. aureus*, *Kleb. pneumoniae* ve *Sal. Paratyphi A*'nın spermidin üretimini artırmıştır.

Triptamin ve 2-feniletinamin tirosin dekarboksilaz sıvısında en az miktarda üretilen aminler olmuştur. En yüksek triptamin (21.56 mg/L) ve feniletinamin (26.80 mg/L) düzeyleri kimyon ekstraktı varlığında sırasıyla *Pseu. aeruginosa* ve *Camp. jejuni* tarafından gerçekleştirilmiştir.

*Camp. jejuni* ve *A. hydrophila* tirosin dekarboksilaz sıvısında kontrol grubunda en yüksek spermin üreten bakteriler olmuştur. Sumak ekstraktı genellikle daha düşük spermin birikimine yol açarken, pul biber ve kimyon ekstraktı genel olarak spermin üretimini önemli düzeyde arttırmıştır. Test edilen gruplar arasında en yüksek spermin üretimi pul biber ekstraktı varlığında *Pseu. aeruginosa* tarafından (109.52 mg/L) gerçekleştirilmiştir.

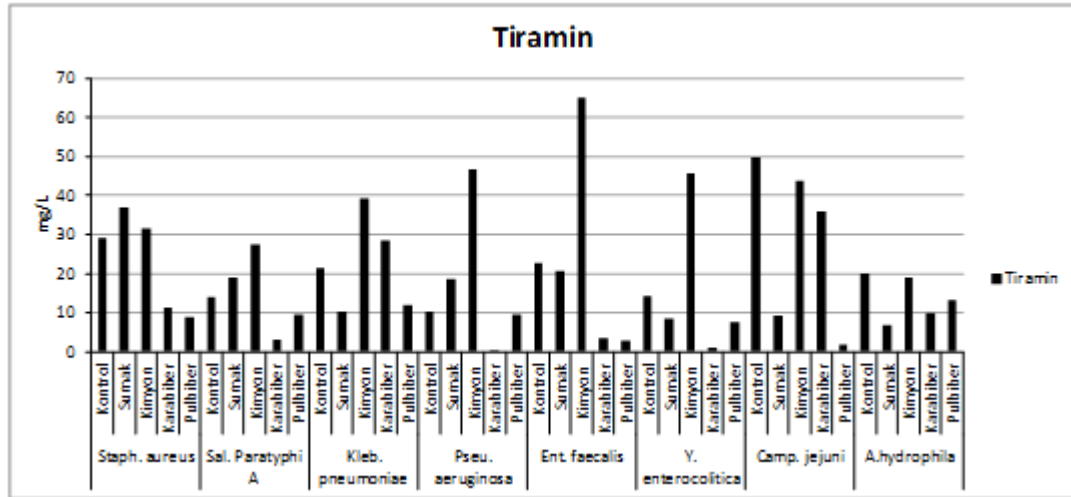
Tirosin dekarboksilaz sıvısında en yüksek histamin üretiminin 2.03 ve 1.93 mg/L değer ile sırasıyla *S. paratyphi A* ve *P. Aeruginosa* tarafından gerçekleştirildiği bulunmuştur (Ozogul ve ark. 2015). Bu çalışmada, baharat katkısı olmayan kontrol grubunda histamin üretimi 1.36 mg/L (*Y. enterocolitica* ve 51.42 mg/L (*Ent. faecalis*) arasında değişkenlik göstermiştir (Şekil 4.7). *A. hydrophila*, *E. coli*, *Pseu. aeruginosa* ve *Staph. aureus* tirosin dekarboksilaz sıvısında yüksek miktarda histamin üretirken, *Ent. faecalis* 1.21 mg/L histamin üretmiştir (Kuley ve Ozogul, 2011). *Ent. faecalis* ve *A. hydrophila* tarafından histamin üretimi başta sumak ekstraktı olmak üzere önemli düzeyde engellenmiştir. *Ent. faecalis* ve *A. hydrophila* bakterileri dışında kimyon ekstraktı bakteriler tarafından histamin üretimini önemli düzeyde teşvik etmiştir ( $P<0.05$ ). Benzer olarak pul biberi ekstraktı *Staph. aureus* ve *Camp. jejuni* tarafından tirosin dekarboksilaz sıvısında histamin birikimini arttırmıştır.



Şekil 4.7. Tirosin dekarboksilaz sıvısında patojen bakteriler tarafından histamin üretimi

Baharat ekstraktı içermeyen kontrol tirosin dekarboksilaz sıvısında gıda kaynaklı patojenler 10 mg/L'nin üzerinde tiramin üretmişlerdir (Şekil 4.8). Ozogul ve ark. (2015) tirosin dekarboksilaz sıvısında *A. hydrophila* (449 mg/L) ve *S. aureus* (470 mg/L) tarafından tiramin birikiminin yüksek olduğunu rapor etmişlerdir. Kuley ve Ozogul (2011) test edilen gıda kaynaklı patojenlerin tüm üyelerinin tirosini dekarboksile ettiği *S. paratyphi A*'nın en yüksek dekarboksilaz aktiviteye sahip olduğunu bulmuşlardır (3921 mg/L). Houicher ve ark. (2013) *Pseudomonas oryzae*'nin tirosin dekarboksilaz sıvısında 1649 mg/L değerinde en yüksek tiramin birikimine yol açan bakteri olduğunu bildirmiştir. Tirosin dekarboksilaz sıvısında *Pseu. aeruginosa* önemli düzeyde tiramin üretmiştir (1580 mg/L) (Kuley ve Ozogul, 2011). *Aeromonas* ve *Pseudomonas* spp. üyeleri sırasıyla 1.3 ve 7.27 mg/L tiramin üretmiştir (da Silva ve ark., 2002). von Beutling (1993) *Enterococcus* ve *Pseudomonas* üyelerinin tiramin ürettiğini ancak *Escherichia* üyesinin tiramin üretmede yeteneğe sahip olmadığını belirtmiştir. Baharat ekstraktlarının tiramin üretimindeki etkisi bakteri türüne göre değişkenlik göstermesine karşın, kimyon ekstraktının *Staph. aureus*, *A. hydrophila* ve *Camp. jejuni* dışında tiramin üretimini teşvik ettiği (1.2-4.6 kat daha fazla üretim) gözlenmiştir. Sumak ekstraktı çoğu bakteride tiramin üretimini engellerken tirosin dekarboksilaz sıvısında *Staph. aureus*, *Pseu. aeruginosa*, *Sal. Paratyphi* tarafından tiramin üretimini arttırmıştır. Karabiber

ekstraktı *Sal. Paratyphi A*, *Pseu. aeruginosa*, *Ent. faecalis*, *Y. enterocolitica*, *A. hydrophila* ve *Camp. jejuni*'nin tiramin üretimin düzeyini düşürmüştür. Çalışmada en yüksek tiramin birikimi kimyon ekstraktı varlığında *Ent. faecalis* tarafından (64.85 mg/L) gerçekleşmiştir.



Şekil 4.8. Tirozin dekarboksilaz sıvısında patojen bakteriler tarafından tiramin üretimi

*A. hydrophila* TMA üretiminde en yetenekli bakteri olup, 53.66 mg/L TMA üretmiştir. Kuley ve Özogul (2011) test edilen patojen bakteriler arasında tirozin dekarboksilaz sıvısında *P. aeruginosa*'nın TMA üretiminden sorumlu başlıca bakteri olduğunu (57 mg/L), diğer bakterilerin 5 mg/L'nin altında TMA ürettiğini rapor etmiştir. Baharat ekstraktı katkısı bu bakteri tarafından TMA üretimini önemli düzeyde düşürmüştür ( $P < 0.05$ ). Kimyon ekstraktı TMA üretimini önemli düzeyde teşvik ederken, sumak ekstraktı ve bunu takiben karabiber ekstraktı genel olarak TMA üretiminde inhibisyon etkiye sahip olmuştur. Pul biber ekstraktı *Staph. aureus* tarafından TMA üretimini (3.21 mg/L) yaklaşık 9 kat artırmasına karşın (30.01 mg/L) genellikle bakteriler tarafından TMA üretimini engellemiştir.

Besiyeri ortamında 5-hidroksitriptofan ver tirozin varlığı serotonin ve dopamin üretimine sebep olmaktadır. Ozogul ve Ozogul (2005) *Moraxella* spp. üyesinin 3 mg/L ile en yüksek düzeyde dopamin üreten üye olduğunu bildirmişlerdir. Kuley ve Ozogul (2011) gıda kaynaklı patojenlerin tirozin dekarboksilaz sıvısında

0.83 mg ile 17.3 mg/100 g arasında dopamin; 0.32 mg/L ile 17.58 mg/L arasında serotonin ürettiğini bulmuşlardır. Kim ve ark. (2009) balık türlerinden izole edilen *Enterobacter* üyelerinin dopamin üretmediğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada tirozin dekarboksilaz sıvısında dopamin en yüksek düzeyde üretilen biyojen amin olmuştur. *Y. enterocolitica* test edilen bakteriler arasında en yüksek düzeyde dopamin üreten (1159.63 mg/L) bakteri olmuştur. Kontrol grubunda en yüksek serotonin üretimi 135.38 mg/L ile *Y. enterocolitica* tarafından gerçekleştirilmiştir. Baharat ekstraktları bu bakteri tarafından serotonin üretimini önemli düzeyde düşürmüştür. Sumak ekstraktı *Pseu. aeruginosa*, *Staph. aureus*, *Ent. faecalis*, *Kleb. pneumoniae* ve *Sal. Paratyphi A* tarafından serotonin üretimini önemli seviyede artırırken, karabiber ve pul biber ekstraktı *Ent. faecalis*, *Kleb. pneumoniae* ve *A. hydrophila*'nın serotonin üretimini azaltmıştır. Kimyon ekstraktı *A. hydrophila*, *Camp. jejuni* ve *Staph. aureus*'un dopamin üretim düzeyini arttırmasına karşın, kullanılan baharat ekstraktları *Pseu. aeruginosa*, *Ent. faecalis*, *Y. enterocolitica* ve *Kleb. pneumoniae* tarafından dopamin üretimini önemli düzeyde engellemiştir ( $P<0.05$ ). Tirozin dekarboksilaz sıvısında patojen bakteriler 3.5 ve 130 mg/L arasında agmatin üretmiştir (Kuley ve Özogul, 2011). Bu çalışmada, kontrol grubunda bakteriler tarafından agmatin üretimi 39.18 mg/L (*Staph. aureus*) ve 254.91 mg/L (*A. hydrophila*) arasında değişkenlik göstermiştir. Özogul ve ark. (2015) *K. pneumoniae*, *S. paratyphi A* ve *L. monocytogenes*'in 100 mg/L'den daha fazla agmatin ürettiğini diğer test bakterilerin daha düşük agmatin birikimine (32 mg/L) yol açtığını bildirmişlerdir. *A. hydrophila*'nın agmatin üretimi kullanılan bütün baharat ekstraktları katkısı ile engellenirken, *Salmonella Paratyphi A* ve *A. hydrophila* hariç kimyon ekstraktı diğer bakterilerin agmatin üretimini arttırmıştır.





## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu araştırmada sumak, kimyon, karabiber ve pul biber ekstraktının gıda kaynaklı patojenlerin gelişimi ve biyojen amin üretiminde etkisi incelenmiştir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar şu şekildedir:

1. Test edilen baharat ekstraktları arasında sumak ve bunu takiben pul biber ekstraktı diğer baharatlara kıyasla daha yüksek antimikrobiyal aktivite sergilemiştir. Karabiberin antimikrobiyal etkisi diğer baharatlara kıyasla düşük olmuştur.
2. Kimyon ekstraktı *Ent. faecalis* ve *Pseu. aeruginosa* bakterilerine karşı sırasıyla 25 ve 50 mg/ml MİK değeri göstermiş olup, bu ekstraktın diğer test edilen bakterilere karşı MİK değeri 50 mg/ml'nin üzerinde olmuştur. *Kleb. pneumoniae* ve *Ent. faecalis* pul biber ekstraktına karşı en hassas türler olup (25 mg/ml) olmasına karşın, pul biberi ekstraktı *Staph. aureus*, *Pseu. aeruginosa* ve *Y. enterocolitica*'a karşı düşük antimikrobiyal aktivite (>50 mg/ml) sergilemiştir.
3. Baharat ekstraktlarının bakteriler üzerindeki MBK değerleri genellikle 50 mg/ml'nin üzerinde olmuştur. Sumak ekstraktına karşı en hassas türler 6.25 mg/ml MİK değeri ile *Ent. faecalis* ve *A. hydrophila* olmuştur. *Kleb. pneumoniae* sumağa karşı en dirençli tür olmuştur.
4. Histidin dekarboksilaz sıvısında kontrol grubu genellikle baharat içeren gruptan daha yüksek düzeyde bakteri yükü içermiştir. Gruplar arasında genellikle en düşük bakteriyel yük sumak ve bunu takiben pul biberde gözlenmiştir. Karabiber bakteriyel gelişimi engellemede genellikle en düşük aktiviteye sahip olmuştur. Histidin dekarboksilaz sıvısında kontrol gruplarında en yüksek bakteriyel gelişim *A. hydrophila* (8.35 log kob/ml) ve *P. aeruginosa*'da (8.33 log kob/ml) en düşük gelişim ise *Y. enterocolitica*'da (7.39 log kob/g) gözlenmiştir.
5. Histidin dekarboksilaz sıvısında *Staph. aureus* gelişimi 7.71 (sumak) ile 8.19 log (kontrol) kob/ml arasında değişkenlik göstermiştir. *Staph.*

- aureus* gelişimi 7.71 (sumak) ile 8.19 log (kontrol) kob/ml arasında değişkenlik göstermiştir. *S. Paratyphi A* gelişimi sumak katkısıyla 0.52 log kob/ml azalış sergilemiştir. Baharatlar arasında en yüksek inhibisyon etki 1.36 log kob/ml azalış ile sumak ekstraktında *P. aeruginosa* bakterisine karşı gözlenmiştir.
6. Tirozin dekarboksilaz sıvısında kontrol grubunda bakteriyel gelişim 8.04 log kob/ml (*Staph. aureus*) ile 8.61 log kob/g (*Pseu. aeruginosa*) arasında değişkenlik göstermiştir. Baharatlar histidin dekarboksilaz sıvısına kıyasla tirozin dekarboksilaz sıvısında daha yüksek antimikrobiyal aktiviteye sahip olmuştur.
  7. Çalışmada, ekstraktların etkisi bakteri türüne göre değişkenlik göstermesine karşın sumak diğer test edilen baharatlara kıyasla bakteriyel gelişimde yüksek inhibisyon aktivite sergilemiştir.
  8. Tirozin dekarboksilaz sıvısında sumak ekstraktı *Y. enterocolitica* ve *Camp. jejuni* üzerinde önemli inhisyon etki göstermiş olup bakteriyel gelişimde sırasıyla 3.34 ve 2.54 log kob/ml azalış sergilemişlerdir. Pul biber ekstraktı *Y. enterocolitica*, *S. Paratyphi A* ve *Staph. aureus* gelişimi üzerinde sırasıyla 0.65, 0.41 ve 0.34 log kob/g azalış sağlamıştır. Bu çalışmada kimyon ekstraktı *Pseu. aeruginosa* gelişimde 0.92 log kob/ml ile en yüksek azalış göstermiştir
  9. Bakteriler tarafından amonyak ve biyojenik amin üretiminde önemli farklılıklar gözlenmiştir ( $P < 0.05$ ). Bakteriler tarafından amonyak en düşük *Kleb. pneumoniae* (2527.21 mg/L) en yüksek *A. hydrophila* (4122.25 mg/L) tarafından gerçekleşmiştir. Baharat ekstraktları amonyak üretimini önemli düzeyde düşürmüştür ( $p < 0.05$ ). Genellikle en yüksek inhibisyon etkisi sumak ve kimyon ekstraktlarında gözlenmiştir. Kimyon ve pul biberi ekstraktı *Camp. jejuni* tarafından amonyak üretimini 5-6 kat düşürmüştür. *Staph. aureus* tarafından amonyak üretimi 2712.86 mg/100 g olup, sumak katkısıyla histidin dekarboksilaz sıvısında amonyak birikimi 506.28 mg/100 g'a düşmüştür.

10. Histidin dekarboksilaz sıvısında gıda kaynaklı patojen bakteriler başta TMA, dopamin, serotonin ve agmatin olmak üzere 2-feniletülin dışında test edilen bütün biyojen aminleri üretmişlerdir. Pul biber ekstrektı genel olarak biyojen amin üretimini artırmasına karşın, baharat ekstrektlarının biyojen amin üretimindeki etkisi baharat tipine, bakteri türüne ve spesifik biyojen amine göre değişkenlik göstermiştir.
11. *Yer. enterocolitica* ve *A. hydrophila* tarafından putresin üretimi baharat ekstrektı katkısıyla önemli düzeyde düşüş sergilemiştir. Ancak, karabiber ekstrektı *Sal. Paratyphi*, *Pseu. aeruginosa* ve *Ent. faecalis*, pul biberi ekstrektı ise *Kleb. pneumoniae* ve *Camp. jejuni* tarafından putresin üretimini önemli düzeyde arttırmıştır.
12. *Pseu. aeruginosa*, *Kleb. pneumoniae* ve *A. hydrophila* tarafından kadaverin üretimi kimyon ekstrektı katkısıyla düşüş gösterirken, baharat katkısı *Ent. faecalis* ve *Y. enterocolitica* tarafından üretilen kadaverin düzeyini arttırmıştır. *Staph. aureus* tarafından kadaverin üretimi ise sumak ve pul biberi ekstrektı varlığında azalmıştır.
13. *Staph. aureus* (57.81 mg/L) ve *Camp. jejuni* (54.11 mg/L) en yüksek düzeyde spermin üreten bakteri olmuştur. Baharat ekstrektı katkısı *Staph. aureus* tarafından spermidin üretimini engellerken, *Sal. Paratyphi A* ve *Ent. faecalis* tarafından spermin üretimini teşvik etmiştir.
14. Histidin dekarboksilaz sıvısında kontrol gruplarında histamin üretimi 0.14 mg/L (*Y. enterocolitica*) ve 39.29 mg/L (*Staph. aureus*) arasında değişkenlik göstermiştir. Pul biberi ekstrektı başta *Kleb. pneumoniae* ve *Camp. jejuni* olmak üzere bakteri tarafından histamin oluşumunu önemli düzeyde arttırmıştır. Sumak ekstrektının *Staph. aureus*, *Ent. faecalis*, *Y. enterocolitica* *Sal. Paratyphi A* ve *Camp. jejuni*'nin histamin üretimi üzerinde istatistiki olarak herhangi bir etkisi gözlenmemiştir. Ancak kimyon ekstrektı *Staph. aureus*, *Sal. Paratyphi A* ve *Camp. jejuni*'nin histamin üretimini engellemiştir.
15. Bakteriler tarafından serotonin ve dopamin üretimi sırasıyla 5 ve 11 mg/L'nin üzerinde olup, *Staph. aureus* (114.98 mg/L) ve *Camp. jejuni*

- (68 mg/L) en yüksek serotonin ve dopamin üreten bakteriler olmuştur. Baharat ekstraktları *Staph. aureus* ve *Kleb. pneumoniae* tarafından serotonin üretimini engelleyici etkiye sahip olmuştur.
16. Histidin dekarboksilaz sıvısında kontrol grubunda tiramin üretimi 0.61 mg/L (*Y. enterocolitica*) ve 71 mg/L (*Staph. aureus*) arasında olmuştur. Baharat ekstraktı katkısıyla *Staph. aureus* tarafından tiramin üretimi önemli düzeyde düşüş sergilemiştir. Kimyon ekstraktı *Sal. Paratyphi A*, sumak ekstraktı *Pseu. aeruginosa* ve karabiber ekstraktı *A. hydrophila* tarafından tiramin üretimini teşvik ederken, pul biberi ekstraktı *Camp. jejuni*, *Ent. faecalis*, *Kleb. pneumoniae* ve *Y. enterocolitica*'nın tiramin üretiminde önemi artışlara neden olmuştur ( $P<0.05$ ). Sumak ekstraktı *Kleb. pneumoniae* tarafından tiramin oluşumunu düşürürken, kimyon ekstraktı *Camp. jejuni* tarafından tiramin üretimini etkilememiştir.
17. Histidin dekarboksilaz sıvısında kontrol grubunda gıda kaynaklı patojen bakteriler tarafından TMA üretimi 135 mg/L'in altında olmuştur. Histidin dekarboksilaz sıvısında baharat ekstraktı varlığı *Y. enterocolitica*'nın TMA üretimini düşürürken, *Camp. jejuni* tarafından TMA üretimini artırmıştır. Sumak ekstraktı *Camp. jejuni*, *Ent. faecalis* ve *A. hydrophila* dışında test edilen bütün bakterilerin TMA üretimini engellemiştir.
18. Tirosin dekarboksilaz sıvısında en yüksek amonyak üretimi sırasıyla *Pseu. aeruginosa* (844.24 mg/L), *Sal. Paratyphi A* (836.47 mg/L) ve *Staph. aureus* (808.05 mg/L) tarafından gerçekleşmiştir. Baharat ekstraktları amonyak üretiminde önemli inhibisyon etkilere sahip olmuştur ( $P<0.05$ ). Test edilen baharatlar arasında amonyak üretiminde en yüksek inhibisyon etki genellikle sumak ekstraktında gözlenmiştir. *Sal. Paratyphi A* ve *Staph. aureus* tarafından üretilen amonyak sumak ekstraktı varlığında sırasıyla 11 ve 9 kat düşüş sergilemiştir.
19. Tirosin dekarboksilaz sıvısında dopamin, agmatin, tiramin, serotonin ve TMA tirosin dekarboksilaz sıvısında üretilen başlıca aminler olmuştur. Tirosin dekarboksilaz sıvısında baharat ekstraktların biyojen amin

üretimi üzerindeki etkisi baharat tipine, bakteri türü ve spesifik biyojen amine göre değişkenlik göstermesine karşın kimyon ekstraktının genelde biyojen amin üretimini teşvik ettiği gözlenmiştir.

20. Tirosin dekarboksilaz sıvısında kontrol grubunda bakteriler tarafından putresin ve kadaverin üretimi sırasıyla 2.20 ve 3.03 mg/L'nin üzerinde olmuştur. Pul biberi ekstraktı varlığında *Kleb. pneumoniae* ve *Ent. faecalis* daha yüksek putresin üretmesine karşın, diğer test edilen bakteriler kimyon ekstraktı varlığında daha yüksek düzeyde tirosin biriktirmişlerdir. *A. hydrophila* dışında bakteriler tarafından kadaverin üretim düzeyi de kimyon ekstraktı varlığında artmıştır. Sumak ekstraktı *Pseu. aeruginosa*, *Ent. faecalis* ve *A. hydrophila* dışında putresin üretimini engelleyici etki göstermiştir. *Y. enterocolitica* ve *Camp. jejuni* tarafından üretilen sırasıyla 27.70 ve 35.49 mg/L düzeyindeki putresin, sumak ekstraktı varlığında sırasıyla 2.81 ve 7.84 mg/L düzeyinde olmuştur.
21. Tirosin dekarboksilaz sıvısında kontrol grubunda histamin üretimi 2 mg/L (*Staph. aureus*) ve 51.42 mg/L (*Ent. faecalis*) arasında değişkenlik göstermiştir. *Ent. faecalis* ve *A. hydrophila* tarafından histamin üretimi başta sumak ekstraktı olmak üzere önemli düzeyde engellenmiştir. Ancak bu bakteriler dışında kimyon ekstraktı bakteriler tarafından histamin üretimini önemli düzeyde teşvik etmiştir ( $P < 0.05$ ). Benzer olarak pul biberi ekstraktı *Staph. aureus* ve *Camp. jejuni* tarafından tirosin dekarboksilaz sıvısında histamin birikimini artırmıştır.
22. Kontrol tirosin dekarboksilaz sıvısında gıda kaynaklı patojenler 10 mg/L'nin üzerinde tiramin üretmişlerdir. Kimyon ekstraktının *Staph. aureus*, *A. hydrophila* ve *Camp. jejuni* dışında tiramin üretimini teşvik ettiği (1.2-4.6 kat daha fazla üretim) gözlenmiştir. Sumak ekstraktı çoğu bakteride tiramin üretimini engellerken tirosin dekarboksilaz sıvısında *Staph. aureus* tarafından tiramin üretimini artırmıştır. Karabiber ekstraktı *Sal. Paratyphi A*, *Pseu. aeruginosa*, *Ent. faecalis*, *Y. enterocolitica*, *A. hydrophila* ve *Camp. jejuni*'nin tiramin üretimini

düzyini düşürmüştür. Çalışmada en yüksek tiramin birikimi kimyon ekstraktı varlığında *Ent. faecalis* tarafından (64.85 mg/L) gerçekleşmiştir.

23. *A. hydrophila* TMA üretiminde en yetenekli bakteri olup, 53.66 mg/L TMA üretmiştir. Kimyon ekstraktı TMA üretimini önemli düzeyde teşvik ederken, sumak ekstraktı ve bunu takiben karabiber ekstraktı TMA üretiminde inhibisyon etkiye sahip olmuştur. Pul biber ekstraktı *Staph. aureus* tarafından TMA üretimini (3.21 mg/L) yaklaşık 9 kat artırmasına karşın (30.01 mg/L) genellikle bakteriler tarafından TMA üretimini engellemiştir.

24. Tirosin dekarboksilaz sıvısında kontrol grubunda bakteriler tarafından agmatin üretimi 39.18 mg/L (*Staph. aureus*) ve 254.91 mg/L (*A. hydrophila*) arasında değişkenlik göstermiştir. *A. hydrophila*'nın agmatin üretimi kullanılan bütün baharat ekstraktları katkısı ile engellenirken, kimyon ekstraktı diğer bakterilerin agmatin üretimini artırmıştır.

Sonuç olarak çalışmada kullanılan baharat ekstraktları arasında sumak ekstraktının diğer ekstraktlara kıyasla bakteri gelişimini ve biyojen amin üretimini engellemede en yüksek etkiye sahip olduğu gözlenmiştir. Araştırmada pul biber ekstraktı ve kimyonun çoğu test bakteri gelişimi üzerinde antimikrobiyal etkisi gözlenmesine karşın, genel olarak pul biber ekstraktının histidin dekarboksilaz sıvısında, kimyon ekstraktının ise tirosin dekarboksilaz sıvısında biyojen amin üretimini teşvik ettiği gözlenmiştir. İleriye dönük çalışmalarda biyojen amin üretiminde bu sinerjik etkiyi sağlayan faktörlerin araştırılması gerekmektedir. Yapmış olduğumuz bu çalışmada %1 oranındaki baharat ekstraktlarının bireysel olarak patojen bakterilerin biyojen amin üretimi üzerine etkisi değerlendirilmiştir. Farklı konsantrasyonlar ve farklı baharat ekstraktı kombinasyonları kullanılarak bu etkiler bir sonraki çalışmalarda daha net olarak belirlenebilir. Ayrıca mevcut çalışmada baharatların ekstraksiyonu dietil eter ile gerçekleşmiştir. İleriye dönük çalışmalarda farklı ekstraksiyon teknikleri kullanılarak elde edilen ekstraktların antimikrobiyal ve biyojen aminler üzerindeki etkileri de değerlendirilmelidir. Elde

edilen bu sonuçlar gıda ürünlerinin güvenilirliği konusunda ileriye dönük bilgiler sunmaktadır. Çalışma sonucunda baharat ekstraktlarının biyojen amin üretimi üzerindeki etkisi baharat tipine, bakteri türü ve spesifik biyojen amine göre değişkenlik göstermesine karşın, özellikle sumak ekstraktının gıda güvenliği sağlamada kullanışlı bir antimikrobiyal olabileceğini göstermiştir. Bu nedenle su ürünlerini içeren çeşitli gıda ürünlerinin mikroflora ve biyojen amin oluşumunda bu ekstraktların etkileri incelenmelidir.







## KAYNAKLAR

- AGARWAL, P., BAIRWA, V. K., KACHHWAHA S., KOTHARI S. L., 2014. Green synthesis of silver nanoparticles using callus extract of *Capsicum annuum* L. and Their Activity Against Microorganisms. *International Journal of Nanotechnology and Application*, 4: 2277-4777.
- ALBAYRAK, S., AKSOY, A., SAGDIC, O., HAMZAOGLU, E., 2010. Compositions, antioxidant and antimicrobial activities of *Helichrysum* (Asteraceae) species collected from Turkey. *Food Chemistry*, 119:114–122
- AL-KUTBY, S. 2010. Applications of spice extracts and other hurdles to improve microbial safety and shelf- life of cooked, high fat meat products (doner kebab. Faculty of Science and Technologyfructus against Salmonella. *International Journal of Food Microbiology*, 127(1–2), vitro and in vivo studies. *Postharvest Biology and Technology*, 49(2), 294–300.
- ARNOLD, S.H., BROWN, W.D., 1978. Histamine toxicity from fish products. In: *Advances in Food Research* (edited by C. O. Chishester, E. M. Mrak & G. F. Stewart). Pp. 113-154. New York:Academic Press.
- ARQUES, J. L., RODRIGUEZ, E., NUNEZ, M., & MEDINA, M. 2008. Inactivation of gram-negative pathogens in refrigerated milk by reuterin in combination with nisin or the lactoperoxidase system. *European Food Research and Technology*, 227(1),77–82.
- ARQUES, J. L., RODRIGUEZ, E., NUNEZ, M., MEDINA, M. 2008. Antimicrobial activity of nisin, reuterin, and the lactoperoxidase system on *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus* in cuajada, a semisolid dairy product manufactured in Spain. *J Dairy Sci*, 91(1), 70-75. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2007-0133>
- AYMERICH, T., MARTIÌN, B., GARRIGA, M., VIDAL-CAROU, M. C., BOVERCID, S. AND HUGAS, M. 2006. Safety properties and molecular strain typing of lactic acid bacteria from slightly fermented sausages. *Journal of Applied Microbiology* 100(1): 40-49.

- BAGAMBOULA, C. F., UYTTENDAELE, M., DEBEVERE, J. 2003. Antimicrobial effect of spices and herbs on *Shigella sonnei* and *Shigella flexneri*. *Journal of Food Protection*, 66:668–673.
- BELLETTI, P, MARZACHI, C, LANTERI, S., 1998. Flow cytometric measurement of nuclear DNA content in *Capsicum* (Solanaceae). *Plant Systematic and Evolution* 209, 85-91.
- BEUCHAT L.R., Antimicrobial properties of spices and their essential oils. 1994, *in*: *Natural Antimicrobial Systems and Food Preservation* (eds. Y.M. Dillon & R.G. Board). CAB International, Oxon, pp. 167–179.
- BEUCHAT L.R., GOLDEN D.A., Antimicrobials occurring naturally in foods. *Food Technol.*, 1989, 43, 134–142.
- BOVER-CID, S., HOLZAPFEL, W.H. 1999. Improved screening procedure for biogenic amine production by lactic acid bacteria. *Int J Food Microbiol* 53, 33–41.
- BOZKURT H., 2006. Investigation of the effect of sumac extract and BHT addition on the quality of sucuk (Turkish dry-fermented sausage). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86, 849–856
- BRINK, B. J., C. DAMINK, H. M. L. J. JOOSTEN., J. H. J. HUIS IN'T VELD, 1990. Occurrence and formation of biologically active amines in foods. *Int. J. Food Microbiol.*, 11: 73-84.
- BUCHANAN, R. L., R. C. WHITING. 1996. Risk assessment and predictive microbiology. *Journal of Food Protection* 59 31–36.
- BUNKOVA, L, BUNKAB, F., KLCOVSKA, P., MRKVICKAC, V., DOLEZALOVA, M., KRACMARD, S. 2010. Formation of biogenic amines by Gram-negative bacteria isolated from poultry skin. *Food Chem* 121, 203–206.
- BURNE, R.A., GRISWOLD, A.R., JAMESON-LEE, M. 2006. Regulation and physiologic significance of the agmatine deiminase system of *Streptococcus mutans* UA159. *J Bacteriol* 188(3):834-841.
- BURT S. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods. *International Journal of Food Microbiology*, 94: 223–253.

- BURT SA, MCGUE M, KRUEGER RF, IACONO WG. 2007. Environmental contributions to adolescent delinquency: A fresh look at the shared environment. *Journal of Abnormal Child Psychology*. 35:787–800
- CANDAN F. (2003). Effect of *Rhus coriaria* L. (Anacardiaceae) on superoxide radical scavenging and xanthine oxidase activity. *JOURNAL OF ENZYME INHIBITION & MEDICINAL CHEMISTRY*, 1(18), 59-62., Atif Sayısı: 36 (Yayın No: 608954)
- CEYLAN, E., & FUNG, D. Y. C. 2004. Antimicrobial activity of spices. *Journal of Rapid Methods and Automation in Microbiology*, 12(1), 1–55.
- CHANG, S.-C., KUNG, H.F., CHEN, H.C., LIN, C.S., TSAI, Y.H. 2008. Determination of histamine and bacterial isolation in swordfish fillets (*Xiphias gladius*) implicated in a food borne poisoning. *Food Control*, 19, 16–21.
- CHEN, C.M., WEI, C.I., KOBURGER, J.A., MARSHALL, M.R. 1989. Comparison of four agar media for detection of histamine-producing bacteria in tuna. *Journal of Food Protection*, 52, 808-813.
- CHONG, C.Y.; ABU BAKAR, F.; RUSSLY, A.R.; JAMILAH, B.; MAHYUDIN, N.A. 2011. The effects of food processing on biogenic amines formation. *International Food Research Journal*; 18, 867-876 cold-smoked fish. *Food Control*, 13, 457–461.
- CUTLER H.G., Natural product flavor compounds as potential antimicrobials, insecticides, and medicinals. *Agro Food Ind. Hi-Tech*, 1995, 6, 19–23.
- DAVIS PH. 1967. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol 2.
- DE LAS RIVAS, B., MARCOBAL, A., CARRASCOSA, A., MUNOZ, R. 2006. PCR detection of food bacteria producing the biogenic amines histamine, tyramine, putrescine and cadaverine. *Journal of Food Protection*, 69, 2509–2514.
- DEMİRCİ, F. GUVEN, K. DEMİRCİ, B. DADANDI, M.Y. BASER K.H.C. 2008. Antibacterial activity of two *Phlomis* essential oils against food pathogens. *Food Control*, 19: 1159–1164.

- DIGRAK, M., ALMA, M.H ., ILCIM, A., 2001. Antibacterial and antifungal activities of Turkish medicinal plants. *Pharm Biol* 39: 346–350.
- DORMAN, H.J.D, DEANS, S.G. 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology* 88:308-316.
- DURLU-OZKAYA, F. AYHAN, K. AND VURAL, N. 2001. Biogenic amine produced by *Enterobacteriaceae* isolated from meat products. *Meat Sci* 58, 163–166.
- EDMUNDS, W.J. & EITENMILLER, R.R. 1975. Effects of storage time and temperature on histamine content and histidine decarboxylase activity of aquatic species. *Journal of Food Science*, 40, 516-519.
- EEROLA, S., SAGUES, A.X.R., LILLEBERG, L., AALTO, H.B. 1997. Biogenic amines in dry sausages during shelf-life storage. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung A*, 205, 351-355.
- ERICHSEN-BROWN, C. 1989. Medicinal and other uses of North American plants: A historical survey with special reference to the Eastern Indian Tribes. Dover Publications, New York, p.475.
- FARAG, R. S., DAW, Z. Y., HEWEDI, F. M.;EL-BAROTY, G. S. A. 1989. Antimicrobial Activity of Some Egyptian Spice Essential Oils. *Journal of Food Protection*, 9, 610-677.
- FERNANDEZ-LOPEZ, J., L. SEVILLA, E. SAYAS-BARBERA, C. NAVARRO, F. MARIN, AND J. A. PEREZ-ALVAREZ. 2003. Evaluation of the antioxidant potential of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) and rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extracts in cooked pork meat. *Journal of Food Science*, 68:660-664.
- FRANK AND D. H. YOSHINAGA. 1984. Histamine formation in tuna. In E. P. Ragelis (editor), *Seafood toxins*, p. 443-451. ACS Symp. Ser. 262. Am. Chern. Soc., Wash., D.C.

- FRANK, H.A., BARANOWSKI, J.D., CHONGSIRIWATANA, M., BRUST, P.A. & PREMARATUE, R.J. 1985. Identification and decarboxylase activities of bacteria isolated from decomposed mahi mahi after incubation at 0 and 32 °C. *International Journal of Food Microbiology*, 2, 331-340.
- FRIEDMAN, M. HENIKA, P.R. MANDRELL R.E. 2002. Bactericidal activities of plant essential oils and some of their isolated constituents against *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella enterica*. *Journal of Food Protection*, 65: 1545–15.
- GARAI, G., DUENAS, M.T., IRASTORZA, A., MORENO-ARRIBAS, M.V. 2007. Biogenic amine production by lactic acid bacteria isolated from cider. *Letters in Applied Microbiology*, 45, 473–478.
- GEORNARAS, I., A. E. DE JESUS, E. VAN ZYL, AND A. VON HOLY. 1995. Microbiological survey of a South African poultry processing plant. *J. Basic Microbiol.* 35:73–82.
- GHORI, M.I, AHMED, S., MALANA, M.A., JAMIL, A. 2012. Kinetics of exoglucanase and endoglucanase produced by *Aspergillus niger* NRRL 567. *Afr. J. Biotechnol.* 11, 7227-7231.
- GOKDOGAN S, ÖZOGUL Y, KULEY E, ÖZOGUL F, KACAR C, UCAR Y. 2012. The influences of natural zeolite (cliptinolite) on ammonia and biogenic amine formation by foodborne pathogen. *J Food Sci* 77: 452-457.
- GÜLÇİN İ, 2005. The antioxidant and radical scavenging activities of black pepper (*Piper nigrum*) seeds. 56: 491-499.
- HAŞİMİ N., TOLAN V., KIZIL S., KILINÇ E., 2014. Determination of Essential Oil Composition, Antimicrobial and Antioxidant Properties of Anise (*Pimpinella anisum* L.) and Cumin (*Cuminum cyminum* L.) Seeds. *Journal of Agricultural Sciences* 20, 19-26.
- HAŞİMİ, N., TOLAN, V., KIZIL, S., & KILINÇ, E. 2014. Anason (*Pimpinella anisum* L.) ve Kimyon (*Cuminum cyminum* L.) Tohumlarının uçucu yağ kompozisyonu ile antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerinin belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi* 20, 19-26.

- HERNÁNDEZ-JOVER T., IZQUIERDO-PULIDO M., VECIANA-NOGUÉS M.T., MARINÉ-FONT A., VIDAL-CAROU M.C., 1997. Biogenic amine and polyamine contents in meat and meat products. *J. Agric. Food Chem.* 45, 2098-2102.
- HOLLEY, R. A., & PATEL, D. (2005). Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. *Food Microbiology*, 22(4),273–292.
- HOUICHER A, KULEY E, BENDEDDOUCHE B, ÖZOGUL F. 2013. Histamine and tyramine production by bacteria isolated from spoiled sardine (*Sardina pilchardus*). *Afr J Biotechnol* 12: 3288-3295.  
<http://idak.gop.edu.tr/zozer/sunular/saglikli%20bir%20yasam.pdf>  
(erişim 13 Nisan 2009)
- ICMSF 2005. International Commission On Microbiological Specifications For Foods, Meat and meat products. Pages 1-17 in ICMSF, editor. *Micro-Organisms In Food: 6 Microbiel Ecology of Food Commodities*. Kluwer Academic/Plenum publishers, New York
- JANAHMADI M, NIAZI F, DANYALI S, KAMALINEJAD M. (2006). Effects of the fruit essential oil of *Cuminum cyminum* Linn. (Apiaceae) on pentylenetetrazol-induced epileptiform activity in F1 neurones of *Helix aspersa*. *J Ethnopharmacol* 104(1-2):278-282.
- JORGENSEN, L.V., HUSS, H.H., DALGAARD, P. 2000. The effect of biogenic amine production by single bacterial cultures and metabiosis on cold-smoked salmon. *Journal of Applied Microbiology*, 89, 920-34.
- KARSHA PV, LAKSHMĪ OB. Antimicrobial activity of black pepper (*Piper nigrum* Linn.) with special reference to its mode of action in bacteria. *Indian J Nat Prod Resour.* 2010, 1(2):213-215.
- KESKİN, D., TOROGLU, S. 2011. Studies on antimicrobial activities of solvent extracts of different spices. *Journal Of Environmental Biology.* 32(2): 251-256.

- KIM, M. K., MAH, J. H., HWANG, H. J. 2009. Biogenic amine formation and bacterial contribution in fish, squid and shellfish. *Food Chemistry*, 116, 87-95.
- KOSSAH, R., ZHANG, H., & CHEN, W. 2011. Antimicrobial and antioxidant activities of Chinese sumac (*Rhus typhina* L.) fruit extract. *Food Control*, 22, 128-132.
- KUČEROVÁ, K., SVOBODOVÁ, H., TŮMA, Š., ONDRÁČKOVÁ, I., PLOCKOVÁ, M. 2009. Production of Biogenic Amines by Enterococci. *Czech J Food Sci* 2, 50-55.
- KULEY E, BALIKCI E, ÖZOGUL I, GOKDOGAN S, ÖZOGUL F. 2012. Stimulation of cadaverine production by foodborne pathogens in the presence of *Lactobacillus*, *Lactococcus*, and *Streptococcus* spp. *J Food Sci* 77: 650-658.
- KULEY, E., ÖZOGUL, F. 2011. Synergistic and antagonistic effect of lactic acid bacteria on tyramine production by food-borne pathogenic bacteria in tyrosine decarboxylase broth. *Food Chem* 127, 1163–1168.
- LANDETE, J.M., ARENA, M.E., PARDO, I., MANCA DE NADRA, M.C. & FERRER, S. 2008. Comparative survey of putrescine production from agmatine deamination in different bacteria. *Food Microbiology*, 25, 882–887.
- LAUK, L., CACCAMO, F., SPECIALE, A.M., TEMPERA, G., RAGUSA, S., PANTE, G., 1998. Antimicrobial activity of *Rhus coriaria* L. leaf extract. *Phytother Res* 12:152–153.
- LIM, KT, HU, C, KITTS, DD, 2001. Antioxidant activity of *Rhus verniciflua* Stokes ethanol extract. *Food Chem Toxicol*, 39: 229–237
- MCCUNE, LM, JOHNS T, 2002. Antioxidant activity in medicinal plants associated with symptoms of diabetes mellitus used by the indigenous people of the North American boreal forest. *J Ethnopharmacol*, 82, 197–205.
- MCCUNE, L.M., JOHNS, T. 2002. Antioxidant activity in medicinal plants associated with symptoms of diabetes mellitus used by the indigenous people of the North American boreal forest. *J Ethnopharmacol*, 82:197–205 ().



- MENG, J.H., ZHAO, S.H., DOYLE, M.P., JOSEPH, S.W., 1998. Antibiotic resistance of *Escherichia coli* O157: H7 and O157: NM isolated from animals, food, and humans. *J. Food Protect.*, 61, 1511–1514.
- MILLICHAP, J.G. & YEE, M.M. 2003. The diet factor in pediatric and adolescent migraine. *Pediatric Neurology*, 28, 9–15.
- NAKATANI, N., Antioxidative and antimicrobial constituents of herbs and spices. 1994, *in: Spices, Herbs and Edible Fungi* (ed. G. Charalambous). Elsevier Science, New York, pp. 251—271.
- NASAR-ABBAS, S.M., HALKMAN, A.K., 2004. Antimicrobial effect of water extract of sumac (*Rhus coriaria* L.) on the growth of some food borne bacteria including pathogens. *Int J Food Microbiol*, 97:63–69.
- NASAR-ABBAS, S.M., HALKMAN, A.K., AL-HAQ, M.I, 2004. Inhibition of some foodborne bacteria by alcohol extract of sumac (*Rhus coriaria* L.). *J Food Safety*, 24: 257–267.
- NEWELL, D. G., KOOPMANS, M., VERHOEF, L., DUIZER, E., AIDARAKANE, A., SPRONG, H., OPSTEEGH, M., LANGELAAR, M., THREFFALL, J. 2010. Food-borne diseases the challenges of 20 years ago still persist while new ones continue to emerge. *Int J Food Microbiol* 139, S3–S15.
- NIMRI, L., MEQDAM, M.M., ALKOFABI, A, 1999. Antibacterial activity of Jordanian medicinal plants. *Pharm Biol* 37:196–201.
- ORDONEZ JA, HIERRO EM., BRUNA JM, DE LA HOZ L. 1999. Changes in the components of dry-fermented sausages during ripening. *Crit. Rev. Food Sci Nutr* 39: 329–367.
- OROOJALIAN, F., KASRA-KERMANSHAHI, R., AZIZI, M. BASSAMID M.R. 2010. Phytochemical composition of the essential oils from three Apiaceae species and their antibacterial effects on food-borne pathogens *Food Chemistry*, 120: 765–770.
- ÖZCAN M., ERKMEN O., 2001. Antimicrobial activity of the essential oils of Turkish plant spices. *Eur Food Res Technol*, 212:658–660.

- ÖZER Z, ELİBÜYÜK I.Ö, ÖNEN H, ELİBÜYÜK E. A. 2009. Sağlıklı bir yaşamdır yabancı otlar. <http://idak.gop.edu.tr/zozer/sunular/saglikli%20bir%20yasam.pdf>
- ÖZOGUL F. 2004. Production of biogenic amines by *Morganella morganii*, *Klebsiella pneumoniae* and *Hafnia alvei* using a rapid HPLC method. *Eur Food Res Technol* 219 (5):465-9.
- ÖZOGUL, F. 2011. Effects of specific lactic acid bacteria species on biogenic amine production by foodborne pathogen. *Int J Food Sci Technol* 46, 478–484.
- ÖZOGUL, F., ÖZOGUL, Y. 2005. Formation of biogenic amines by Gram-negative rods isolated from fresh, spoiled, VP-packed and MAP-packed herring (*Clupea harengus*). *Eur Food Res Technol* 221, 575–581.
- ÖZOGUL, F., ÖZOGUL, Y. 2007. The ability of biogenic amines and ammonia production by single bacterial cultures. *European Food Research Technology*, 225, 385–394.
- PERRETEN V., GIAMPA N., SCHULER-SCHMID U., TEUBER M., 1998. Antibiotic resistance genes in coagulase-negative staphylococci isolated from food. *Systemat. Appl. Microbiol.* 21, 113–120.
- PESSIONE, E., MAZZOLI, R., GIUFFRIDA, M.G., LAMBERTI, C., GARCIA-MORUNO, E., BARELLO, C., CONTI, A. & GIUNTA, C. 2005. A proteomic approach to studying biogenic amine producing lactic acid bacteria. *Proteomics*, 5, 687–698.
- PROESTOS, C., BOZIARIS, I., KAPSOKEFALOU, S. M., & KOMAITIS, M. 2008. Natural antioxidant constituents from selected aromatic plants and their antimicrobial activity against selected pathogenic microorganisms. *Food Technology and Biotechnology* 46. 151-156.
- PUNDIR, R. K., JAIN, P., 2010. Comparative studies on the antimicrobial activity of black pepper (*Piper nigrum*) and turmeric (*Curcuma longa*) extracts. *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*.

- RAMESHKUMAR, K. B., GEORGE, V., SHIBURAJ, S. 2007. Chemical constituents and antibacterial activity of the leaf oil of *Cinnamomum chemungianum* Mohan et Henry. *Journal of Essential Oil Research*, 19, 98–100.
- RANI, S. S., SAXENA, N. 2013. Udaysree: Antimicrobial activity of black pepper (*Piper nigrum* L.). *Global Journal of Pharmacology*, 5(1), 87-90.
- RAVINDRAN PN. 2000 *Black Pepper, Piper nigrum*. Harwood Academic, Amsterdam, The Netherlands. 553 p.
- RAVISHANKAR, G. A., SURESH, B., GIRIDHAR, P., RAO, S. R., JOHNSON, T. S. 2003. Biotechnological studies on *Capsicum* metabolite production and plant improvement. In: De AK, editor. *Capsicum: The genus Capsicum*. London: CRC Press. pp. 100.
- RAYNE, S., MAZZA, G. 2007. Biological activities of extracts from sumac (*Rhus* spp.): Plant foods for human nutrition, 62, 165-175. <http://dx.doi.org/10.1007/s11130-007-0058-4>
- ROBERTS, J. A. 2000. Economic aspects of food-borne outbreaks and their control. *British Medical Bulletin* 56:133-141.
- ROBINSON, T. P., OCIO, M. J. KALOTI, A. MACKEY. B. M. 1998. The effect of the growth environment on the lag phase of *Listeria monocytogenes*. *International Journal of Food Microbiology*, 44:83-92.
- RODRIGUEZ-JEREZ J. J., MORA-VENTURA M. T., LÓPEZ-SABATER E. I., HERNÁNDEZ-HERRERO M. 1994. Histidine, lysine and ornithine decarboxylase bacteria in Spanish salted semi-preserved anchovies. *J. Food Prot.* 57, 784–787, 791.
- SAĞDIÇ O, ÖZCAN M, 2003. Antibacterial activity of Turkish spice hydrolysis. *Food Contam.* 14: 141–143.
- SANTOS, M.H.S. 1996. Biogenic amines: their importance in foods. *International Journal of Food Microbiology*; 29, 213-231.
- SCHLUNDT, J. 2002. New directions in foodborne disease prevention *International Journal of Food Microbiology*, 78, pp. 3–17.

- SEITTER, M., GENG, B. & ERTEL, C. 2011. Binding to extracellular matrix proteins and formation of biogenic amines by food-associated coagulase-negative staphylococci. *International Journal of Food Microbiology*, 145, 483-7.
- SHALABY, AR. 1996. Significance of biogenic amines to food safety and human health. *Food research international* 29: 675-690.
- SHAN B., CAI Y.Z., SUN M., CORKE H., 2005. Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. *J. Agric. Food Chem.*, 53, 7749–7759.
- SHETTY, R. S., SINGHAL, R. S., KULKARNI P. R. 1994. Antimicrobial properties of cumin. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 10, 232-233.
- SILLA SANTOS, M.H., 1996. Biogenic amines: their importance in foods. *Int. J. Food Microbiol.*, 29: 213-231.
- SIMONNE, A. H., SIMONNE, E. H., EITENMILLER, R. R., MILLS, H. A. & GREEN, N. R. 1997. Ascorbic acid and provitamin A contents in unusually colored bell peppers (*Capsicum annum* L.). *J. Food Compo. Anal.* 10:299–311.
- SINGLETON, V.L., ORTHOFER, R., LAMUELA-RAVENTOS, R.M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Oxidants and Antioxidants, Pt A* 299:152-78.
- SMITH, T.A. 1981. Amines in food. *Food Chemistry*, 6, 169–200.
- SMID, E.J., GORRIS, L.G.M., 1999. Natural antimicrobials for food preservation. In Rahman MS (ed) *Handbook of Food Preservation*, MarcelDekker, New York, pp 285308.
- SON YO, LEE KY, LEE JC, JANG HY, KIM JG, JEON YM, JANG YS, 2005. Selective antiproliferative and apoptotic effects of flavonoids purified from *Rhus verniciflua* Stokes on normal versus transformed hepatic cell lines. *Toxicol Lett*, 155:115–125.

- SON, Y.O., LEE, K.Y., LEE, J.C., JANG, H.Y., KIM, J.G., JEON, Y.M., JANG, Y.S., 2005. Selective antiproliferative and apoptotic effects of flavonoids purified from *Rhus verniciflua* Stokes on normal versus transformed hepatic cell lines. *Toxicol Lett* 155:115–125.
- SRINIVASANA K. 2007. Black pepper and its pungent principle-piperine: A review of diverse physiological effects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 47:735-748.
- STEFANELLO, M. E. A., CERVI, A. C., ITO, I. Y., SALVADOR, M. J., WISNIEWSKI, A., JR., & SIMIONATTO, E. L. 2008. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils of *Eugenia chlorophylla* (Myrtaceae). *Journal of Essential Oil Research*, 20(1), 75–78.
- STERMITZ F.R., TAWARA-MATSUDA J., LORENZ P., MUELLER P., ZENEWICZ L., LEWIS K., 5'-methoxyhydnocarpin-D and pheophorbide A: berberis species components that potentiate berberine growth inhibition of resistant *Staphylococcus aureus*. *J. Natur. Products*, 2000, 63, 1146–1149.
- STRATTON JE, RW HUTKINS, SL TAYLOR. 1991. Biogenic amines in cheese and other fermented foods: A review. *J Food Protect* 54, 460-470.
- SUZUKI K, ET AL. (1990) Yeast ribosomal proteins: XI. Molecular analysis of two genes encoding YL41, an extremely small and basic ribosomal protein, from *Saccharomyces cerevisiae*. *Curr Genet* 17(3):185-90
- SUZZI, G.; GARDINI, F. 2003. Biogenic amines in dry fermented sausages. *International Journal of Food Microbiology*,; 88, 41-54.
- ŞALK, A., ARIN, L., DEVECİ, M., POLAT, S., 2008. Özel sebzecilik, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 448 s., Tekirdağ.
- TAJKARIMI M.M., IBRAHIM,S.A., CLIVER D.O. 2010. Antimicrobial herb and spice compounds in food. *Food Control*, 21, 1199–1218
- TAPINGKAE, W.; TANASUPAWAT, S.; PARKIN, K.L.; BENJAKUL, S.; VISESSANGUAN, W. 2010. Degradation of histamine by extremely halophilic archaea isolated from high salt-fermented fishery products. *Enzyme and Microbial Technology*; 46, 92-99.

- TAYLOR, S.L. 1986. Histamine food poisoning: toxicology and clinical aspects. *Critical Reviews Toxicology*, 17, 91-128.
- THIPPESWAMY, N.B. AND NAIDU, K.A. 2005. Antioxidant potency of cumin varieties cumin, black cumin and bitter cumin-on antioxidant systems. *European Food Research and Technology* 220: 472–476.
- TSAI J.W., CHEN Y., KRIEGSTEIN A.R., VALLEE R.B. 2005. LIS1 RNA interference blocks neural stem cell division, morphogenesis, and motility at multiple stages. *J. Cell Biol.* 170:935–945.
- TURNER WR, BRANDON K, BROOKS TM, COSTANZA R, DA FONSECA GAB, PORTELAR. 2007. Global conservation of biodiversity and ecosystem services. *BioScience* 57: 868–873.
- VISCIANO, P.; SCHIRONE, M.; TOFALO, R.; SUZZI, G. 2012. Biogenic amines in raw and processed seafood. *Frontiers in Microbiology. Food Microbiology*; 3, 1-10.
- WARTHESEN, J.J., SCANLAN, R.A., BILLS, D.D. & LIBBEY, L.M. 1975. Formation of heterocyclic N-nitrosamines from the reaction of nitrite and selected primary diamines and amino acids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 23, 898–902.
- WETHERILT, H., AND M. PALA. 1994. Herbs and spices indigenous to turkey. Pages 285–307 in *Species, Herbs and Edible Fungi: Developments in Food Science*, vol. 34. G. Charalambous Elsevier, ed. Amsterdam, The Netherlands.
- ZALACAIN, A., PRRODANOV, M., CARMONA, M., ALONSO, G.L., 2003. Optimisation of extraction and identification of gallotannins from sumac leaves. *Biosys Eng* 84:211–216.
- ZHANG, B., ET AL. From pull-down data to protein interaction networks and complexes with biological relevance. *Bioinformatics* 2008;24(7):979-986.



## ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Adana'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Adana'da tamamladı. 2005 Yılında Anadolu Üniversitesi İşletme Fakültesi'nde lisans öğrenimine başladı ve 2009 yılında mezun oldu. 2007 yılında Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nde lisans öğrenimine başladı ve 2011 yılında mezun oldu. 2012 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojileri Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı

