



**BURSA PİYASASINDA BULUNAN LİMON SOSU VE
LİMON SULARINDA SORBİK ASİT VE BENZOİK ASİT
MİKTARININ HPLC İLE BELİRLENMESİ**

NİHAL BARLAK



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BURSA PİYASASINDA BULUNAN LİMON SOSU VE LİMON SULARINDA
SORBİK ASİT VE BENZOİK ASİT MİKTARININ HPLC İLE BELİRLENMESİ**

Nihal BARLAK
(0000-0003-4387-064X)

Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT
(0000-0001-8093-3369)
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2019

TEZ ONAYI

Nihal BARLAK tarafından hazırlanan "Bursa Piyasasında Bulunan Limon Sosu ve Limon Sularında Sorbik Asit ve Benzoik Asit Miktarının HPLC ile Belirlenmesi" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT

Başkan : Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT
0000-0001-8093-3369
Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Doç. Dr. Lütfiye Yılmaz Ersan
0000-0001-9588-6200
Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Oya Irmak CEBECİ
0000-0003-2225-7995
Yalova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Kimya ve Süreç Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

İmza

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü


.../.../...

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

11/09/2019



Nihal BARLAK

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BURSA PİYASASINDA BULUNAN LİMON SOSU VE LİMON SULARINDA
SORBİK ASİT VE BENZOİK ASİT MİKTARININ HPLC İLE BELİRLENMESİ

Nihal BARLAK

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT

Bu çalışmada, Bursa ilinin piyasasında bulunan ve değişik yerlerden temin edilen limon suyu ve limon sosu örneklerinin içeriğinde sorbik asit ve benzoik asit miktarlarının Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi (HPLC) analiz yöntemi ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlar Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği ile Türk Standartları Enstitüsü TS 13551 nolu Limon Sosu Standardı ve Türk Standartları Enstitüsü TS 13534 Limon Suyu Standardı'na uygun olup olmadığı değerlendirilmiştir. Çalışmada 10 adet limon suyu ve 10 adet limon sosu örneği incelenmiştir. Limon suyu ve limon sosu örneklerinde TS 13534 ve TS 13551'de belirtilen yasal limitlere uyulmayan örneklerin olduğu saptanmıştır. İncelenen 10 adet limon suyu örneklerinde 2 tanesinde sorbik asit ve benzoik asit tespit edilememiş olup, 4 tanesinde yalnızca sorbik asit ve 4 tanesinde hem sorbik asit hem benzoik asit kullanıldığı tespit edilmiştir. Limon suyu örneklerinde sorbik asit miktarı 94,46-552,07 ppm arasında ve benzoik asit miktarı ise 102,63-205,08 ppm arasında belirlenmiştir. İncelenen 10 adet limon sosu örneğinin 1 tanesinde sorbik asit ve benzoik asit tespit edilememiş olup, 5 tanesinde yalnızca sorbik asit, 2 tanesinde yalnızca benzoik asit ve 2 tanesinde sorbik asit ve benzoik asidin birlikte kullanıldığı tespit edilmiştir. Limon sosu örneklerinde sorbik asit miktarı ortalama $221,62 \pm 9,9375$ ppm ve benzoik asit miktarı ortalama $54,87 \pm 4,0511$ olarak bulunmuştur. Limon suyu ve limon sosu örneklerindeki sorbik asit, benzoik asit ve sorbik asit+benzoik asit miktarlarının örnekler arasındaki farklılık $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Benzoik asit, HPLC, limon sosu, limon suyu, sorbik asit

2019, viii + 51 sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

**DETERMINATION OF SORBIC ACID AND BENZOIC ACID IN LEMON JUICES
AND LEMON SAUCES IN BURSA BY HPLC**

Nihal BARLAK

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT

The aim of the current study was to determine the contents of sorbic acid and benzoic acid of lemon juice and lemon sauce samples obtained from different markets of Bursa province by High Pressure Liquid Chromatography (HPLC) method. The outcomes were evaluated according to the Turkish Food Codex Food Additives Regulation along with the Turkish Standards Institute TS 13551 Lemon Sauce Standard and the Turkish Standards Institute TS 13534 Lemon Juice Standard. Sorbic acid and benzoic acid were not detected in 2 of 10 lemon juice samples whereas it was found that sorbic acid was used only in 4 samples and in 4 of them sorbic+benzoic acids were detected together. Sorbic acid content of lemon juice samples was determined between 94,46-552,07 ppm and benzoic acid content was determined between 102,63-205,08 ppm. Similarly, sorbic acid and benzoic acid were not detected in 1 of 10 lemon sauce samples. In 5 samples only sorbic acid was detected, in 2 only benzoic acid was found and in 2 they were both detected. The average amount of sorbic acid in lemon sauce samples was found to be $221,62 \pm 9,9375$ ppm and the average amount of benzoic acid was $54,87 \pm 4,0511$. Sorbic acid, benzoic acid and sorbic acid + benzoic acid contents of lemon juice and lemon sauce samples were found to be significant at $p < 0.01$ level.

Key words: Benzoic acid, HPLC, lemon juice, lemon sauce, sorbic acid

2019, viii + 51 pages.

TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitim sürecinde danışmanlığımı üstlenerek, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, bitirme projemin her aşamasında değerli fikir, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, birlikte çalışmaktan onur ve gurur duyduğum çok değerli hocam Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT'e saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Bitirme çalışmamda veri toplamama yardımcı olan, çalışmamın her aşamasında desteğini ve arkadaşlığını hiçbir zaman esirgemeyen sevgili Gökçe HOCA'ya, Damla ZORBAZ'a, Eda UĞUR'a ve Nurşen BARLAK'a sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım ve tüm eğitim yaşantım boyunca desteklerini ve sevgileri ile her zaman yanımda olan ve bugünlere gelmem de büyük emek sahibi sevgili annem Hanife BARLAK'a, sevgili babam Erol BARLAK'a ve sevgili ablam Beril BARLAK YEĞENOĞLU'na sonsuz sevgi, saygı ve şükranlarımı sunarım.

Nihal BARLAK
11/09//2019

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Limon Ağacı Tanımı, Yetiştiriciliği ve Hasadı.....	3
2.2. Limonun Sistematikteki Yeri ve Bileşimi.....	7
2.3. Limonun Gıda Endüstrisinde Kullanım Alanları	9
2.4. Limon Suyu Tanımı ve İçeriği	10
2.5. Limon Sosu Tanımı ve İçeriği	13
2.6. Gıda Katkı Maddeleri	14
2.6.1. Koruyucu maddeler (antimikrobiyeller)	15
2.6.2. Gıdalarda yaygın olarak kullanılan koruyucu katkı maddeleri	18
2.6.3. Gıda katkı maddelerinin sağlık üzerine etkileri	23
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	27
3.1. Materyal	27
3.2. Yöntem.....	27
3.2.1. Analizlerde kullanılan kimyasal maddeler.....	27
3.2.2. Analizlerde kullanılan cihaz ve donanımlar.....	28
3.2.3. Örneklerin hazırlanması.....	29
3.2.4. Sonuçların değerlendirilmesi	29
3.2.5. İstatistiksel analiz.....	31
4. BULGULAR.....	32
4.1. Limon Suyu Örneklerinde Sorbik Asit ve Benzoik Asit İçerikleri	32
4.2. Limon Sosu Örneklerinde Sorbik Asit ve Benzoik Asit İçerikleri.....	36
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	40
KAYNAKLAR	43
ÖZGEÇMİŞ	51

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
°C	Santigrat Derece
cm	Santimetre
g	Gram
Ha	Hektar
Kcal	Kilokalori
Kg	Kilogram
L	Litre
m	Metre
Mg	Miligram
mL	Mililitre
mm	Milimetre
Mmol	Milimol
Ppm	Milyonda bir
µg	Mikrogram
µL	Mikrolitre
µm	Mikrometre

Kısaltmalar	Açıklama
°C	Santigrat Derece
µg	Mikrogram
µL	Mikrolitre
µm	Mikrometre
ADI	Kabul Edilebilir Günlük Alımlar
C ₅ H ₇ COOH	Sorbik Asit
C ₅ H ₇ COONa	Sodyum Sorbat
C ₆ H ₅ CO ₂ Na	Sodyum Benzoat
C ₆ H ₅ COOH	Benzoik Asit
C ₆ H ₅ COONa	Sodyum Benzoik Asit
C ₆ H ₇ O ₂ K	Potasyum Sorbat
CFIA	Kanada Gıda Denetleme Kurumu
cm	Santimetre
DAD	Diode-Array Dedektör
EC	European Community
EU	Avrupa Birliği
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda Ve Tarım Örgütü
FDA	Amerikan Gıda ve İlaç İdaresi
g	Gram
GKMY	Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği
GRAS	Genel olarak güvenli olduğu kabul edilen
Ha	Hektar
Hg	Civa
HPLC	Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi

JECFA	Birleşik Gıda Katkıları Uzman Komitesi
Kcal	Kilokalori
Kg	Kilogram
L	Litre
LOD	Asite Ait Tespit Limiti
LOQ	Ölçüm Limiti
LSD	Least Significant Difference
m	Metre
MAFF	Japonya Tarım Orman ve Balıkçılık Bakanlığı
Mg	Miligram
mL	Mililitre
mm	Milimetre
Mmol	Milimol
NaOH	Sodyum Hidroksit
NOAEL	Deney hayvanlarında gözlenebilen hiçbir yan etki göstermeyen doz
pH	Hidrojen Konsantrasyonunun Koloritması
ppm	Milyonda bir
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Dünyada limon üretimi yapan ülkeler.....	3
Şekil 2.2. Dünyadaki limon üretimin bölgelere göre oranları.....	4
Şekil 2.3. Türkiye’de limonculuk yapılan bölgeler.....	5
Şekil 2.4. Limonun gıda endüstrisinde kullanım alanları	9
Şekil 2.5. Doğal ve bulanık limon suyu konsantresi üretimi	13
Şekil 2.6. Limon sosu üretim akış şeması	14
Şekil 2.7. Gıda katkı maddelerinin sınıflandırılması	16
Şekil 2.8. Benzoatlar ve E kodları.....	19
Şekil 2.9. Sorbatlar ve Kod numaraları	22
Şekil 3.1. Sorbik aside ait kalibrasyon eğrisi	30
Şekil 3.2. Benzoik aside ait kalibrasyon eğrisi	30
Şekil 4.1. Örneklerin tespit edilen asit sorbik ve benzoik asit içeriğine göre dağılımı...32	
Şekil 4.2. Örneklerin tespit edilen benzoik asit ve sorbik asit içeriğine göre dağılımı...36	

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Ülkelere göre limon üretim miktarları	5
Çizelge 2.2. Limonun üretim istatistikleri.....	6
Çizelge 2.3. Limonun sistematikteki yeri	7
Çizelge 2.4. Limonun temel besin içeriği	8
Çizelge 2.5. Limon suyunun bileşimi	11
Çizelge 2.6. Limon sosunun kimyasal özellikleri	14
Çizelge 2.7. Benzoik asitin tanımlanması	19
Çizelge 2.8. Sodyum benzoatın tanımlanması	20
Çizelge 2.9. Sorbik asidin tanımlanması.....	21
Çizelge 2.10. Potasyum sorbatın tanımlanması	23
Çizelge 4.1. Limon suyu örneklerinde sorbik asit ve benzoik asit miktarı	33
Çizelge 4.2. Limon suyu örneklerindeki sorbik asit miktarlarına ilişkin varyans analizi	34
Çizelge 4.3. Limon suyu örneklerindeki sorbik asit miktarlarının birbirlerine göre değişimine ilişkin LSD testi sonuçları	34
Çizelge 4.4. Limon suyu örneklerindeki benzoik asit miktarlarına ilişkin varyans analizi	35
Çizelge 4.5. Limon suyu örneklerindeki benzoik asit miktarlarının birbirlerine göre değişimine ilişkin LSD testi sonuçları	35
Çizelge 4.6. Limon sosu örneklerinde sorbik asit ve benzoik asit miktarı	37
Çizelge 4.7. Limon suyu örneklerindeki sorbik asit miktarlarına ilişkin varyans analizi	38
Çizelge 4.8. Limon sosu örneklerindeki sorbik asit miktarlarının birbirlerine göre değişimine ilişkin LSD testi sonuçları	38
Çizelge 4.9. Limon sosu örneklerindeki benzoik asit miktarlarına ilişkin varyans analizi	39
Çizelge 4.10. Limon sosu örneklerindeki benzoik asit miktarlarının birbirlerine göre değişimine ilişkin LSD testi sonuçları	39.

1. GİRİŞ

Tüketime sunulmadan önce gıdalara bilinçli olarak ilave edilen, kendi başına besin değeri taşımayan, gıdaların tat, görünüm, yapısını düzeltmek ve gıdalarda meydana gelebilecek bozulmalarını önleyerek raf ömrünü uzatmak amacıyla sınırlı miktarlarda kullanılan maddelere “gıda katkı maddeleri” denilmektedir.

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde gıda katkı maddeleri: “Tek başına gıda olarak tüketilmeyen veya gıda ham ya da yardımcı maddesi olarak kullanılmayan, tek başına besleyici değeri olan veya olmayan, seçilen teknoloji gereği kullanılan, işlem veya imalat sırasında kalıntı veya türevleri mamul maddede bulunabilen, gıdanın üretilmesi, tasnifi, işlenmesi, hazırlanması, ambalajlanması, taşınması, depolanması sırasında gıda maddesinin tat, koku, görünüş, yapı ve diğer niteliklerini korumak, düzeltmek veya istenmeyen değişikliklere engel olmak ve düzeltmek amacıyla kullanılan maddelerdir” şeklinde tanımlanmaktadır (Anonim 2003).

FAO (Gıda ve Tarım Örgütü)/WHO (Dünya Sağlık Örgütü) Birleşik Kodeks Komitesi’nin tanımlamasında ise gıda katkı maddeleri: “Tek başına besin değeri taşımayan ancak gıdaya bilinçli olarak direkt veya indirekt olarak katılan, onların görünüş ve yapılarını düzeltmek için veya muhafaza olanağını artırmak için sınırlı miktarda katılan maddelerdir” denilmektedir.

Gıdaların mikrobiyolojik yolla bozulmasının önlenmesi için katkı maddelerinin gıdalara ilave edilmesi “koruyucu maddelerle muhafaza” olarak nitelenmektedir. Koruyucu maddelerle muhafaza gıda sanayisinde gıdaların üretiminde gittikçe artan bir uygulama haline gelmiştir. Bu koruyucuların güvenli kullanım limitleri ve maksimum izin verilen miktarları ulusal ve uluslararası kuruluşlar tarafından belirlenmektedir. Gıdalarda güvenli miktarlardan daha fazla katkı maddelerinin kullanılmaları insan sağlığı açısından zararlıdır. Türkiye’de katkı maddelerinin limit değerleri Türk Gıda Kodeksi’ne uygun olmalıdır.

Gıda sanayinde koruyucu katkı maddesi olarak sorbik asit, benzoik asit ve bunların tuzlarına çeşitli gıdalarda kullanılmalarına izin verilmektedir. Bu koruyucular raf ömrü boyunca kimyasal, enzimatik ve mikrobiyel değişikliklerden dolayı gıdalarda oluşan besin kayıplarını azaltmakta ya da önlemektedirler.

Türk Gıda Kodeksi TS13551 Limon Sosu Standardı'na göre limon soslarında kullanımına izin verilen maksimum sorbik asit miktarı 1 000 mg/L iken benzoik asidin kullanılmasına izin verilmemektedir. Türk Gıda Kodeksi 13534 Limon Suyu Standardı'na göre ise limon sularında ise kimyasal koruyucu maddelerin kullanılması yasaktır.

Avrupa Birliği (EU) standartlarına göre meyve bazlı soslarda kullanımına izin verilen maksimum sorbik asit-potasyum sorbat miktarı 1 000 mg/L'dir. FAO/WHO/Codex Alimentarius'a göre soslarda izin verilen maksimum benzoik asit miktarı 1000 mg/kg, sorbik asit miktarı 1 000 mg/kg'dır. Japonya Tarım Orman ve Balıkçılık Bakanlığı'nın (MAFFJ) yayımladığı standarda göre alkolsüz içeceklerde izin verilen maksimum benzoik asit miktarı 0,60 g/kg'dır, meyveli soslarda izin verilen bütül p-hidroksibenzoat miktarı ise 0,20 g/kg'dır. Food Act and Regulations in Sri Lanka (FARSL)'nin yayımladığı standartlara göre soslarda kullanımına izin verilen sorbik asit miktarı 1 000 mg/kg, benzoik asit miktarı ise 250 mg/kg'dır. İngiliz FSA standartlarına göre meyve bazlı soslarda kullanımına izin verilen maksimum sorbik asit-potasyum sorbat miktarı 1 000 mg/L'dir. Yeni Zelanda-Avusturalya Gıda Standardı (NZFSA)'na göre soslarda kullanımına izin verilen sorbik asit ve benzoik asit miktarları 1 000 mg/L'dir. Kanada Gıda Denetleme Kurumu (CFIA)'nin yayımladığı standarda göre ise meyve sularında 1 000 ppm sorbik asit ve benzoik aside izin verilmektedir (Anonim 2010, 2011, 2016, 2018a, 2018b, 2019a, 2019b).

Bu çalışmada, Bursa ili piyasasında tüketime sunulan limon suyu ve limon sosu örneklerinin sorbik asit ve benzoik asit miktarlarının Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi (HPLC) analiz yöntemi ile belirlenmesi amaçlanmıştır.

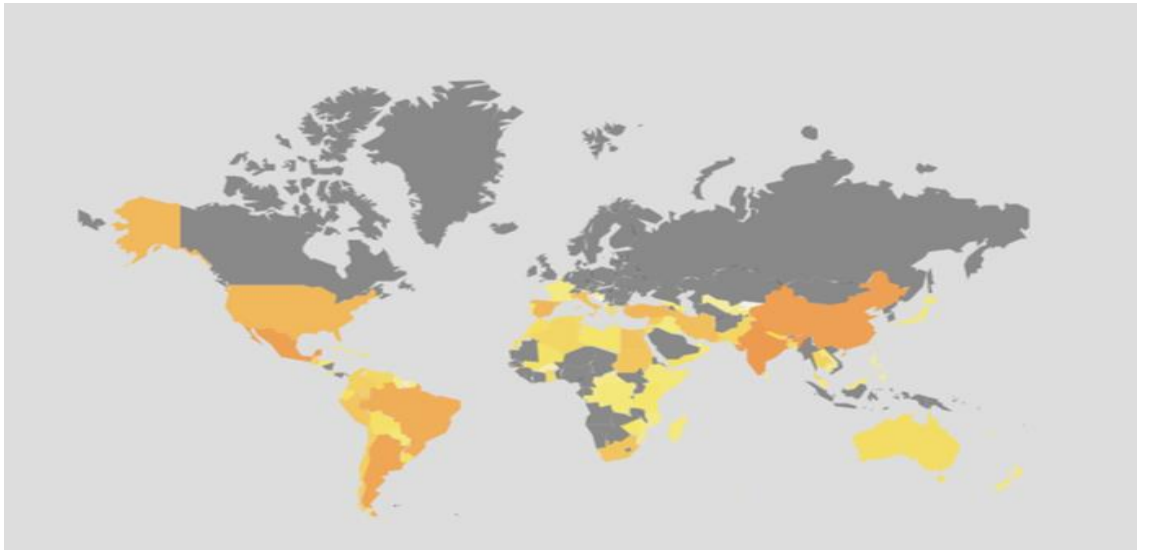
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Limon Ağacı Tanımı, Yetiştiriciliği ve Hasadı

Limonlar genellikle ekvatorun 20° güney ve kuzey enlemleri arasındaki uygun iklim bölgelerinde üretilmektedir. Limonun anavatanı Kuzey Hindistan ya da Çin'in güneyidir. Önemli üretici ülkeler arasında Meksika, ABD, İspanya, İtalya, Brezilya, Türkiye ve Arjantin başta gelmektedir. Dünya turunçgil üretiminin %11,16'sını limon oluşturmaktadır (Swingle ve Reece 1967, Ruberto 2002, FAO 2017).

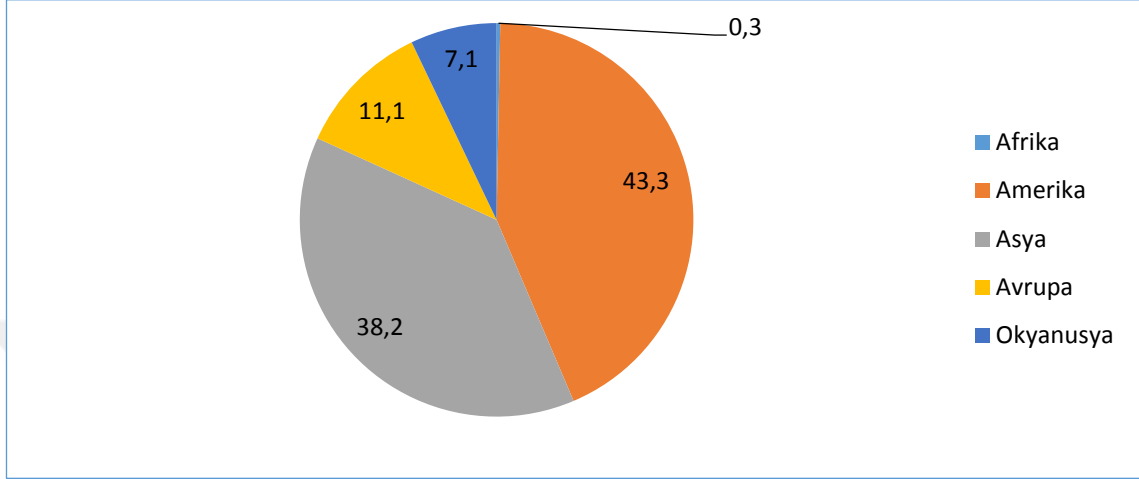
Limon ağaçları, yıl boyunca büyümeyi sürdüren, yılda birkaç kez meyve veren ve kış aylarında yapraklarını dökmeyen özelliktedir. Bu küçük ağaçların boyları 3-7 m civarındadır. Diğer birçok turunçgile göre limon ağacı yapraklarının rengi daha açık yeşildir. Yaprakların boyu yaklaşık 10 cm olup meyveleri de 7-10 dilimlidir (Aslin Sanofer 2014).

Limonlar yuvarlak ve silindirik bir yapıya sahiptir. 'Meme' adı verilen bir çıkıntı mevcuttur. İklim koşulları iyi oldukça, limonlarda çiçeklenme ve meyve verme eğilimi bütün yıl boyunca sürmektedir. Bu özelliğe "yediverenlik" adı verilmekte ve bu duruma sık rastlanmaktadır (Kawaii 2000, Kumar 2007, Kafa 2015). Şekil 2.1.'de Dünya'da limon üretimi yapan ülkeler gösterilmiştir (FAO 2017).



Şekil 2.1. Dünyada limon üretimi yapan ülkeler

Dünyada bir çok ülkede limon üretimi gerçekleştirilmektedir. FAO (2017)'nin yayınladığı istatistiklere göre dünyadaki limon üretiminin bölgelere göre oranları; Avrupa'da %11,1, Asya'da %38,2, Afrika'da %7,1, Okyanusya'da %0,3 ve Amerika'da %43,3'dur. Şekil 2.2'de dünyadaki limon üretiminin bölgelere göre dağılımı verilmiştir.



Şekil 2.2. Dünyadaki limon üretimin bölgelere göre oranları

Limon üretiminde Meksika, Brezilya, Arjantin, Amerika, Hindistan, Çin, İspanya, Türkiye, İtalya ve İran en fazla üretim yapan ülkelerdir. Hindistan 2,9 milyon ton limon üretimiyle ilk sırada yer almaktadır. İkinci sırada ise 2,4 milyon ton üretim ile Meksika yer almaktadır.

Akdeniz ülkeleri arasında İtalya, İspanya ve Türkiye önemli limon üreticisi ve ihracatçı ülkelerdir. Türkiye 725 bin ton limon üretimiyle dünyada 7. sıradayken, Akdeniz ülkeleri içerisinde ise İspanya'nın ardında 2. sırada yer almaktadır. Turunçgil ihracatında önemli bir yere sahip olan Türkiye, dünyada limon ihracatında 4. sırada yer almaktadır. Çizelge 2.1'de 2017 yılının ülkeler bazında limon üretim oranları verilmiştir (FAO 2016).

Ülkemizde turunçgil üretimimizin %20'sini oluşturan limon, Türkiye'nin ihracat ürünleri içinde çok önemli bir yere sahiptir. Türkiye'de yetiştiriciliği yapılan başlıca İnterdonato, Lamas, Kütdiken ve Meyer limon çeşitleri ülkemizin limon ihracatında önemli bir yer tutmaktadır.

Çizelge 2.1. Ülkelere göre limon üretim miktarları

SIRA	Ülke	Üretim (Ton)	Kişi Başı Üretim (Kg)	Ekili Alan (Hektar)	Verim (Kg/Hektar)
1	Hindistan	2 978 000	2,2	258 000	11 543
2	Meksika	2 429 839	19,5	163 466	14 865
3	Çin	2 329 863	1,7	106 844	21 806
4	Arjantin	1 678 337	37,7	52 394	32 033
5	Brezilya	1 262 353	6,0	47 279	26 700
6	İspanya	857 754	18,4	43 292	19 813
7	Türkiye	850 600	10,5	30 033	28 322
8	ABD	822 000	2,5	22 055	37 271
9	İran	457 270	5,6	29 015	15 760
10	İtalya	379 282	6,3	25 311	14 985

Ülkemizin sahip olduğu Akdeniz ikliminin ılıman yapısı sayesinde limonun yetiştiriciliği Ege ve Akdeniz Bölgesi'nde yaygın bir şekilde yapılmaktadır. Akdeniz havzasında limon yetiştiriciliğinin en çok gerçekleştiği iller ise Mersin ve Hatay olmaktadır. Şekil 2.3.'de Türkiye'de limonculuk yapılan iller ve Çizelge 2.2.'de yıllara göre limon üretim istatistikleri gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Türkiye'de limonculuk yapılan bölgeler

Çizelge 2.2. Limonun üretim istatistikleri (2007-2018)

	Ağaç Sayısı		Üretim (Ton)	Alan (Hektar)	Verim (Kg/meyve veren ağaç)
	Meyve veren	Meyve vermeyen			
2007	6 246	491	651 767	24 535	104
2008	6 268	591	672 452	25 161	107
2009	6 336	567	783 587	25 083	124
2010	6 276	1 177	787 587	25 360	125
2011	6 245	937	790 211	24 552	127
2012	6 387	1 397	710 211	26 563	111
2013	6 479	1 523	726 283	27 425	112
2014	6 644	1 552	725 230	27 665	109
2015	7 030	1 444	750 550	28 570	107
2016	8 820	1 225	850 600	30 033	96
2017	8 312	2 019	1 007 133	32 428	121
2018	8 733	2 910	1 100 000	35 911	126

*TUİK 2018

Limon gıda formülasyonlarında tat ve aroma gelişimi, asitliği düzenleme, antioksidan ve koruyucu özelliği nedeniyle yer almaktadır. Gıda dışında da birçok endüstriyel alanda uygulama bulan limona talep yıl boyunca olmaktadır. Limon hasadı eylül ayında başlamakta ve yaklaşık olarak 5 ay sonra hasat tamamlanmaktadır. Hasat sonrası talebi karşılayabilmek için limonun uygun koşullarda depolanması ya da ürünlere işlenmesi gerekmektedir.

Türkiye’de limon hasadından sonra limonların muhafaza edildiği depolara “yatak” adı verilirken, bu depolama sistemine “yatak limonculuğu” adı verilmektedir. Bu amaçla iki tip yatak ya da muhafaza deposu kullanılmaktadır. Birinci muhafaza deposu limonun üretim bölgesinde yer alırken, ikinci muhafaza deposu Ürgüp’ün Ortahisar beldesinde yer almaktadır. Ürgüp’te yer alan bu depolar volkanik tüf yapısındaki poröz kayalara oyulmuş doğal bir yapıdadır. Limonlar üretim bölgelerinde Mart ayına kadar

bekletildikten sonra doğal depoların bulunduğu bölgeye taşınıp en son Ağustos ayına kadar burada kalmaktadır. Bu bölgeden de dönem boyunca iç ve dış pazarlara arzı gerçekleştirilmektedir (Demirtaş 2005). Depoda ürünlere herhangi bir ilave işlem yapılmamaktadır. Üretim bölgesindeki adi depoların sıcaklığı 7-16°C, nisbi nem %45-90 arasında değişirken, Ürgüp'teki doğal depolar ise %85-90 nisbi neme sahiptir ve sıcaklıkları 6-13°C'dir (Hızal 1990, Demirtaş 2005).

2.2. Limonun Sistematikteki Yeri ve Bileşimi

Limon (Citrus); (*Citrus limonia* (L.) Burm. f.), *Rutaceae* familyasına ait, ılıman iklime sahip bütün ülkelerde yetiştirilen, açık sarı renkte, uçucu yağ taşıyan meyveler olup, en bilinen turunçgil çeşitlerinden biridir (Çizelge 2.3; Duarte ve ark. 2010, Kepiro ve ark. 2010, Mohanapria ve ark. 2013).

Çizelge 2.3. Limonun sistematikteki yeri

Alem	Plantae, Angiosperms, Eudicots, Rosids
Takım	Sapindales
Aile	<i>Rutaceae</i>
Cins	Citrus
Tür	C. × limon

Limonun dünyada ve ülkemizde pek çok çeşidi bulunmaktadır. Bazı önemli limon türleri Eureka, Everbearing, Genoa, Lisbon, Meyer, Otaheitai, Ponderosa, Raugh, Sicily, Sweat, Villafranca'dır (Ruberto 2002, Emil 2003).

Limon flavonoidler, mineraller, besinsel lifler, esansiyel yağlar, sitrik asit ve C vitamini gibi biyoaktif bileşenlerce zengin bir meyvedir. Narenciye grubundan olan limonda bulunan elementler ise kalsiyum, demir, bakır, magnezyum, fosfor, potasyum, selenyum, sodyum ve çinko'dur. Yüksek miktarda asidik karakterde bileşen içermesi nedeni ile ekşi bir tada sahiptir (Burt 2004, Ortuno ve ark. 2006). Çizelge 2.4.' de limonun, temel besinsel içeriği ve diğer bileşenlerin derişimi verilmiştir (Duthie ve Crozier 2000, González-Molina ve ark. 2010)

Çizelge 2.4. Limonun temel besin içeriği

Temel bileşenler (g)	g/100 g
Enerji	29 kcal
Su	88,26
Karbonhidrat	6,52
Protein	1,1
Doymuş yağ	0,039
Sitrik asit	5-6
Toplam yağ	0,3
Besinsel lif	2,8
Vitaminler	mg/100g
• Vitamin A (retinol)	0,003
• Vitamin B1 (tiamin)	0,04
• Vitamin B2 (riboflavin)	0,02
• Vitamin B3 (niasin)	0.1
• Vitamin B6 (piridoksin)	0.08
• Vitamin B9 (folik asit)	53
• Vitamin C (askorbik asit)	0,0106
Mineraller	mg/100g
• Kalsiyum	26
• Demir	0,6
• Bakır	iz miktarda
• Magnezyum	8
• Fosfor	16
• Potasyum	138
• Selenyum	iz miktarda
• Sodyum	2
• Çinko	0,06

Flavonoidler antioksidan, antimutajenik, antienflamatuar, antialerjik, antiviral, antimikrobiyal, antiproliferatif, kardiyoprotektif ve antikarsinojenik etkiye sahip

olmalarından dolayı sağlıkla ilgili birçok fonksiyona yardımcı olmaktadır (Hui ve ark. 2006, Stanway 2013). Limonda en yüksek miktarda bulunan flavanon hesperidin'dir. Yüksek antioksidan aktiviteye sahip eriocitrin ise limonlarda yüksek oranda bulunmasına rağmen bütün turunçgil meyvelerinde bulunmamaktadır (Caristi ve ark. 2003, Minato ve ark. 2003, Tripoli ve ark. 2007, Hajimahmoodi ve ark. 2014, Dasenaki ve Thomaidis 2019).

2.3. Limonun Gıda Endüstrisinde Kullanım Alanları

Yüksek asit içeriğine sahip olan limonun gıda endüstrisinde birçok kullanım alanı vardır. Diğer turunçgiller gibi taze meyve olarak tüketilebildiği gibi işlenmiş olarak da gıdalarla birlikte tüketilebilmektedir. Bu tüketim yönüyle farklılık özelliği limonu diğer turunçgillerden ayırmaktadır (Şekil 2.4.).



Şekil 2.4. Limonun gıda endüstrisinde kullanım alanları

İç tüketimde çeşitli sanayi dallarına hammadde katkısı olan limon; limon suyu, limon sosu, limon reçeli, limon turşusu, limon kuru, limon tuzu ve limonata şeklinde tüketime sunulmaktadır. Gazsız meyveli içecek kategorisinde bulunan limonata, şekerli, şekerli ve nane aromalı çeşitleriyle ferahlatıcı bir içecek olarak tüketiciye sunulmaktadır. Limon suyu ve limon sosu salata ve benzeri yiyeceklerde lezzet verici olarak kullanılmaktadır. Limon suyunun ve kabuğunun şeker ve su ilave edilerek pişirilmesiyle limon reçeli de yapılmaktadır. Alkollü içecekler sanayisinde, meyve suyu

sektöründe asitlik düzenleyici olarak ve son dönemlerde meyve konservesi üretiminde dolgu sıvısı olarak tatlı üretiminde de kullanılmaktadır.

2.4. Limon Suyu Tanımı ve İçeriği

TSE 13534 Limon Suyu Standardı'na göre limon suyu “Turunçgil meyvelerinden limonun endokarp kısmından tekniğine uygun olarak elde edilen doğal meyve suyunun doğrudan kullanılmasıyla veya limon suyu konsantresinin içilebilir nitelikte su ile doğal halindeki kuru madde oranına seyreltilmesi ile hazırlanan ısıtılmış veya ısıtılmayan diğer fiziksel işlemlerle dayanıklı hale getirilmiş içecek” olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2012a).

Limon suyu konsantresi ise; limonun endokarp kısmından elde edilen limon suyundan çeşitli fiziksel yollarla suyun uzaklaştırılmasıyla elde edilen üründür.

%5 oranında asit içeren limon suyunun pH değeri 2-3 arasında değişmektedir. Bu yüksek asit içeriklerinden dolayı limon suları ekşimsi bir tada sahiptir.

Limon suyunda bulunan başlıca organik asitler sitrik asit ve malik asittir. Çeşide bağlı olarak litrede 45-63 g asit (susuz sitrik asit olarak) bulunmaktadır. Malik asit genellikle sitrik asidin %10'u kadardır (Topal ve ark. 2011, Kato ve ark. 2014). Brix derecesi ortalama olarak 9°Bx olup 7-12 arasında değişmektedir. Şeker miktarı ise çok düşüktür ve %0,8-4 aralığındadır (Çizelge 2.5; Cemeroğlu ve Acar 1988, Çopur ve ark. 1997, Ri'oa ve ark. 2004).

Limon suyu da taze limon gibi eriositrin ve hesperidin bakımından zengindir. Herperidin bileşiğinin sudaki çözünürlüğü çok azdır ve tatsızdır. Limonoidlerden “limonin”; limon gibi turunçgillerin kabuklarında yüksek miktarda bulunan ve turunçgil meyve sularının tadında istenmeyen hafif bir acılık olmasına neden olan fenolik bileşiktir. Limonin seviyesi 7 ppm'in üzerinde olursa meyve suyunda acılık ortaya çıkmaktadır. Tüketim için limon suyu konsantrelerinin sulandırılması sonucu ticari limon sularında limonin seviyeleri ise 4,2-14,2 ppm arasında değişmektedir (Penniston ve ark. 2008).

Çizelge 2.5. Limon suyunun bileşimi

Bileşenler	100 g'daki miktar (ortalama)
Protein	0,42 g
Yağ	0,20 g
Toplam Çözünür Kuru Madde (briks)	9,30 g
Sitrik Asit	5,97 g
Malik Asit	0,26 g
Toplam Şeker	2,16 g
İndirgen Şeker	1,67 g
Sakkaroz	0,18 g
Mineral Maddeler (toplam Kül)	0,25 g
• Kalsiyum	9,88 mg
• Fosfor	9,35 mg
• Demir	0,23 mg
• Magnezyum	6,70 mg
• Potasyum	103,00 mg
• Sodyum	1,30 mg
• Kükürt	3,36 mg
• Klor	3,00 mg
İnositol	66,50 mg
Flavononlar	50,00 mg
Askorbik Asit (C Vitamini)	45,00 mg
pH	2-3

Limon suyu ve limon suyu konsantresi üretimi

Limon, yüksek düzeyde asit içermesi sebebiyle diğer turuncgil meyveleri gibi doğrudan meyve suyu olarak tüketimi mümkün değildir. Bu nedenle limon tatlandırıcı, asitlik düzenleyici, lezzet verici, renklendirici ve koruyucu gibi çeşitli amaçlara yönelik

kullanılmak üzere limon suyuna ve konsantresine işlenmektedirler. Meyve suyu randımanı % 28-30 arasında değişmektedir (Cemeroğlu 2009).

Kasalardan ya da silolardan konveyörler yardımıyla işletmeye taşınan limonlar ekstraktöre girmeden önce sınıflandırılmakta ve yıkanmaktadır. Kalibratörde boyutlarına göre sınıflanan limonlar yabancı maddelerin ve tarımsal ilaç kalıntılarının uzaklaştırılması amacıyla %1-2'lik alkali çözeltisiyle fırçalı yıkama makinaları yardımıyla yıkanmaktadır. Alkali ile yıkama sonrasında alkali çözeltisinin uzaklaştırılması için klorlu su ile pülverizasyon yapılmaktadır. Bu işlemi takiben konveyör üzerinde ilerleyen limonlar arasından sağlam olmayanlar ayıklanmaktadır (Çopur ve ark. 1997, Uçan ve ark. 2014).

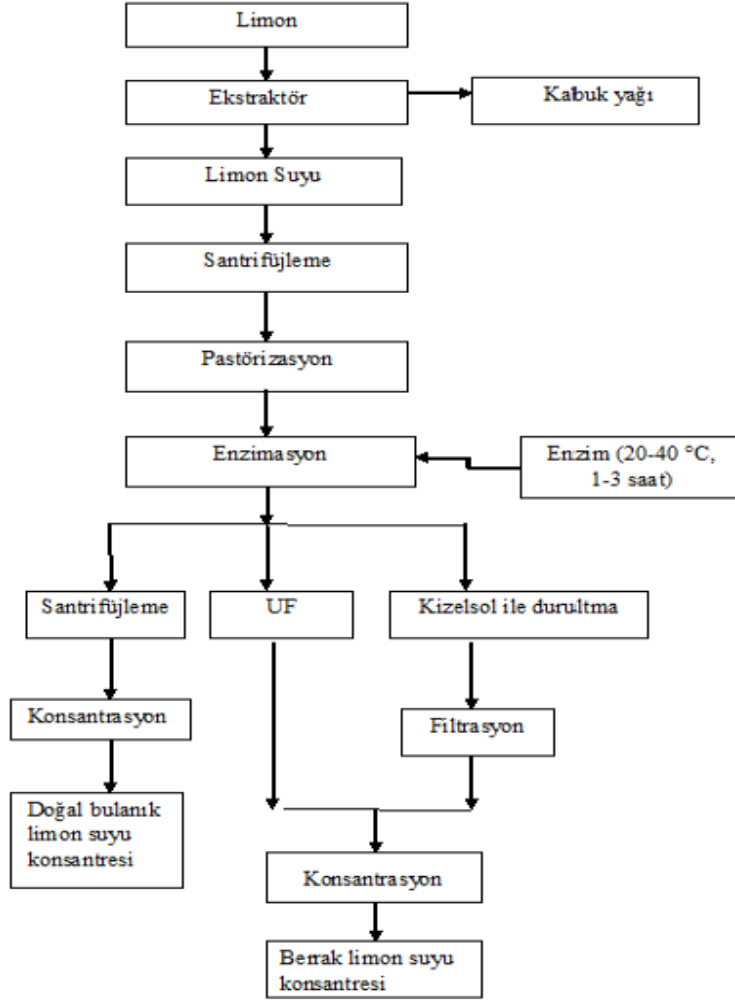
Ekstraktörde kabuk yağı ve kabuk ayrılarak limonun suyu elde edilmektedir. Doğal limon suyunda bulunan pektik enzimlerin bir miktarını inaktif hale getirmek ve mikrobiyolojik inaktivasyon sağlamak için pastörizasyon işlemi uygulanmaktadır. Pastörizasyon işlemi 77°C sıcaklıkta 30 saniye süreyle yapılmaktadır.

Pastörizasyon işleminin ardından limon suyunun bir vakum haznesine püskürtülmesiyle ya da bir ısı değiştirici aracılığıyla hızla soğutulması gerekmektedir. Soğutma işleminden sonra limon suyu çekirdek ve zar gibi maddelerin uzaklaştırılması için finişerden geçirilmektedir.

Soğutulan limon suyu yaklaşık 600-650 mm Hg vakum altında 30 dakika deaerasyona tabi tutulmaktadır. Soğutulan limon suları eğer “dondurulmuş doğal limon suyu”na işlenecekse, bir ısı değiştiriciden geçirilerek -1°C'ye kadar soğutulmakta, laklı kutulara doldurularak kapatılmakta ve (-)20-(-)25°C'lerde depolanmaktadır (Cemeroğlu 2009).

Limon suyu konsantresi üretimi için ise elde edilen limon suyu, evaporatörlerde düşük sıcaklıklarda yüksek vakum altında konsantre edilmektedir. Evaporasyonda sıcaklık derecesi 15-25°C arasındadır. Limon suyu 43°Brix'e kadar konsantre edilmekte, bir ısı değiştiriciden geçirilerek -1°C'ye kadar soğutulmakta ve polietilen kaplanmış varillere doldurularak (-)20-(-)25°C'lerde depolanmaktadır (Cemeroğlu 2009).

Berrak ve yarı berrak limon suyu konsantresi üretimi de mümkündür. Önerilen bu yöntem Şekil 2.5.'de özetlenmiştir. Bu amaçla kullanılan enzimin özelliği pH 2.0-2.5 gibi düşük asidik koşullarda çalışabilmesi ve pektini tam olarak degrade edebilmesidir (Ekşi 1988, Cemeroğlu 2009).

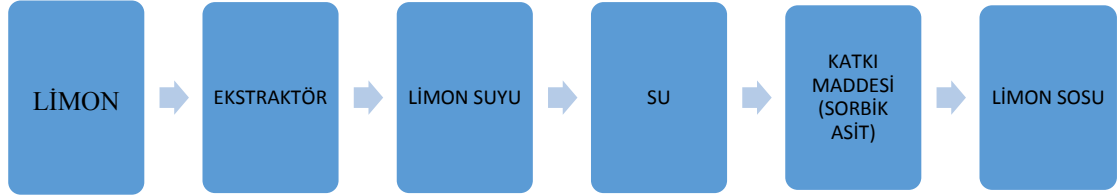


Şekil 2.5. Doğal ve bulanık limon suyu konsantresi üretimi

2.5. Limon Sosu Tanımı ve İçeriği

TS 13551 limon sosunu “Limon suyu konsantresine tekniğine uygun olarak belirli oranda su ve mevzuatında katılmasına müsaade edilen katkı maddeleri katılarak hazırlanan mamul” olarak tanımlamaktadır (Anonim 2012b). Limon sosu üretim aşamaları Şekil 2.6’da verilmiştir. Limon sosunun meyve oranı en az %20 ve pH değeri

ise 1.5-3.0 arasında olmalıdır. Çizelge 2.6.'da limon sosunun kimyasal özellikleri verilmiştir (Anonim 2012b).



Şekil 2.6. Limon sosu üretim akış şeması

Çizelge 2.6. Limon sosunun kimyasal özellikleri

Özellik	Sınır
Çözünür katı madde,% (m/m), en az	6,0
Titrasyon asitliği (sitrik asit cinsinden) (mmol/litre), en az	2,0
pH değeri	1,5-3,0
Kalay (Sn) (mg/kg), en çok	200
Meyve oranı, % (m/m), en az	20

2.6. Gıda Katkı Maddeleri

Gıda katkı maddeleri, gıdalara bilinçli olarak katılan ve kendi başına besinsel bir değeri olmayan maddelerdir. Gıdaların yapılarının ve duyu özelliklerinin iyileştirilmesi ve geliştirilmesi, raf ömrünün uzatılması, besleyici değerinin korunması ve oluşabilecek kayıpların azaltılması gibi amaçlar doğrultusunda güvenilir limitlerde kullanılmalıdır (Quemener ve ark. 2000, Houghton 2002, Suman ve ark. 2009, Saltmarsh ve Insall 2013, Pressman ve ark. 2017).

Bir katkı maddesinin herhangi bir gıda maddesinde kullanıma izin verilmesi için aşağıdaki özellikler aranmalıdır (JECFA 2006):

- Teknik bir zorunluluk ya da tüketici açısından bir gereksinim olmalı
- Sağlık açısından sakıncasız olmalı ve kullanım esnasında denetlenmeli

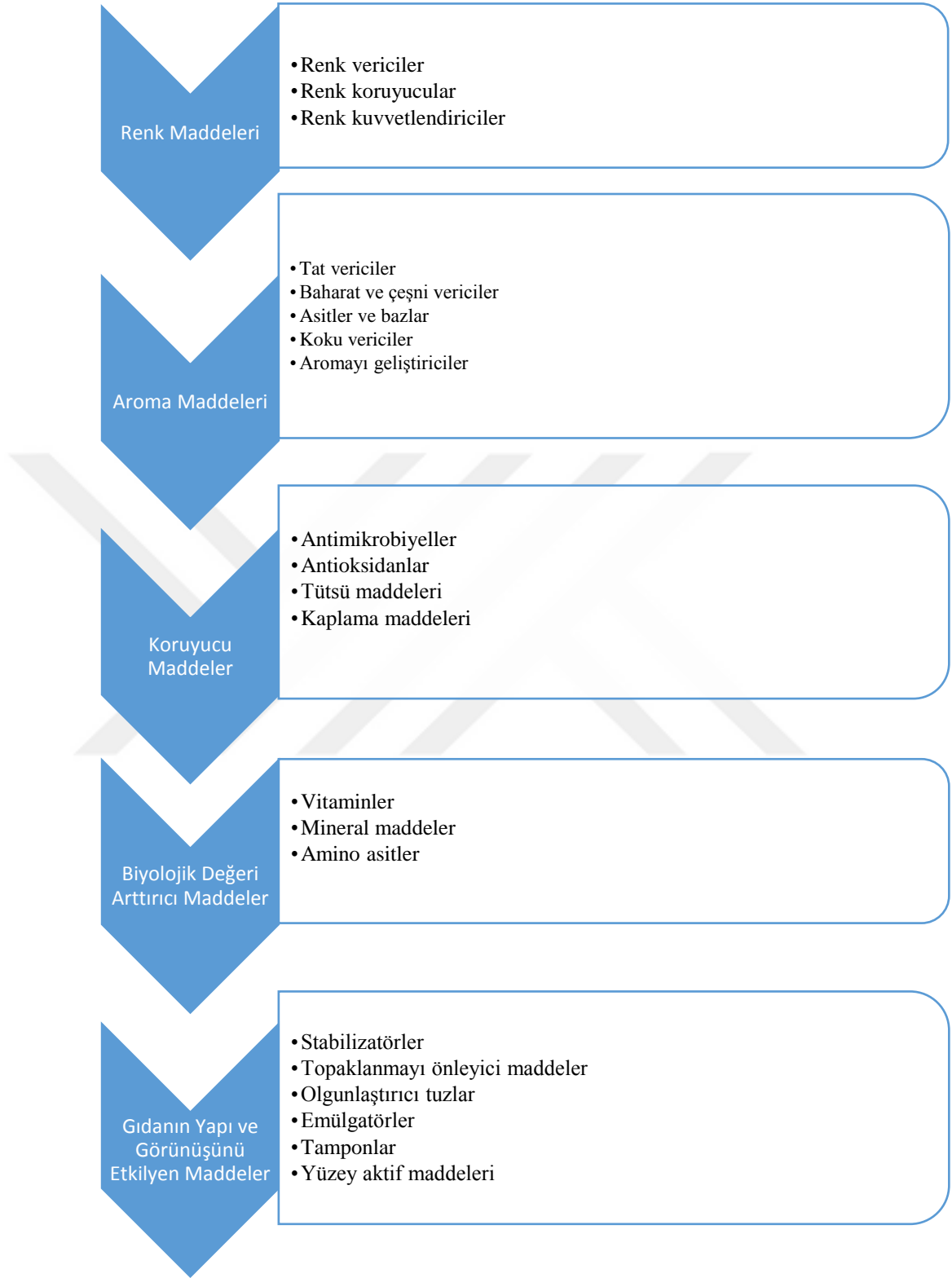
- Her bir katkı maddesi için özellikler saptanmış olmalı
- Temel gıda maddelerine, çocuk yiyeceklerine ve diyet gıdalara katılmamalı
- Kalitatif ve kantitatif analiz için uluslararası geçerliliği olan bir yöntem bulunmalı

Gıda katkı maddelerinin teknolojik kullanım gerekliliğinin dışında yasal olmayan uygulamaları gıdanın kötü kalitede ya da bozulmuş gıdayı maskeleyerek, hatalı ürün özelliklerini gizleme ile gıdalarda taklit/tağşiş yapılmasına olanak vererek tüketicinin aldatılmasıdır. Ayrıca istenilen etkiyi oluşturacak teknik miktardan fazla kullanılmaları da toplum sağlığı açısından risk oluşturmaktadır (Russell ve Gould 2003, Angiollo ve ark. 2014, Inetiambor ve ark. 2015). Bu nedenle katkı maddelerinin limitleri ile kullanım alanlarının belirlenmesi ve gıda denetimlerinin etiket bilgileriyle karşılaştırılarak periyodik ve etkin yapılması önemlidir (Barlow 2013, Robin ve Sankhla 2013).

Gıda katkı maddelerini sınıflandırırken ait oldukları madde grubu ya da kullanıldığı gıda maddesi temel alınmaktadır (Şekil 2.7; Abdumumeen 2012).

2.6.1. Koruyucu maddeler (Antimikrobiyeller)

Antimikrobiyel koruyucu maddeler, gıdalarda istenmeyen bakteri, küf ve mayaların neden olduğu mikrobiyel bozulmaların önlenmesi, besin kayıplarının azaltılması, güvenilirliğinin artırılması ve raf ömrünün uzatılması amacı ile formülasyonlara isteğe bağlı limitler çerçevesinde dahil edilen maddelerdir. Koruyucu maddeler sadece belli bir bakteri, küf ve maya türü üzerinde etkili olabildiği gibi bazen belirli bir gruba yönelik de kullanılabilir (Houghton 2002, Saad ve ark. 2005). Ayrıca mikrobiyel toksinler ya da patojenik mikroorganizmaların oluşumundan kaynaklanan tüketim risklerini ve bozulmadan dolayı oluşabilecek ekonomik kayıpların önlenmesine de katkıda bulunabilmektedirler. Koruyucuların belirtilen bu rolleri artan dünya nüfusu, gelişen teknolojiler ve tüketici isteklerine paralel olarak artan işlenmiş ve kolay hazırlanan gıdalara talep sonucunda daha da önemli hale gelmiştir (Mota ve ark. 2003).Aşağıdaki Şekil 2.7.'de gıda katkı maddelerinin sınıflandırılması verilmiştir.



Şekil 2.7. Gıda katkı maddelerinin sınıflandırılması

Koruyucu maddelerle muhafaza yönteminde katkı maddeleri gıdaya üretim, paketlenme ya da depolama aşamalarında ilave edilerek mikroorganizmalar inhibe edilmekte ya da gelişmeleri sınırlandırılmaktadır (Richard ve Totowa 1995, Angiş ve Oğuzhan 2008, Msagati 2013).

FDA gıdalara tuz, şeker, sirke, baharat gibi doğal maddelerle, herbisit ve insektisit maddeler dışında, gıdaların bozulma ve değer kaybını önlemek için koruyucu amaçlarla katılan bütün kimyasal maddeleri “prezervatif” ya da “kimyasal koruyucu” olarak tanımlamaktadır (Gökalp ve ark. 2002, FDA 2018). TGK Katkı Maddeleri Yönetmeliği’nde de koruyucu maddelerin organik ve anorganik kimyasallar olduğu ve izin verilen limitlerde katılan tuz, şeker, sirke gibi maddelerin kimyasal koruyucu maddelerin dışında tutulması gerektiği belirtilmiştir (TGK 2016).

Gıda maddelerinde en çok kullanılan antimikrobiyel katkı maddeleri benzoik asit ve tuzları, sorbik asit ve tuzları, propiyonik asit ve tuzları, parabenler, kükürt dioksit ve sülfidler, asetik asit ve asetatlar, nitratlar ve nitritler, antibiyotiklerdir (Quemener ve ark. 2000, Ash ve Ash 2008, Suman ve ark. 2009, Carocho ve ark. 2014).

Benzoik asit ile bunun sodyum ve potasyum tuzlarının meyve suları ve şurupları, gazlı içecekler, turşular, margarinler, ketçaplar, sofralık zeytinler, zeytin ezmesi, alkolsüz içecekler, reçel, jöle, marmelatlar, peynir çeşitleri, et ürünleri, ekmek, kek ve pasta hamurunda; kükürt dioksidin kuru üzüm, kuru kayısı, toz şeker ile glukoz şurubunda ve sodyum metabisülfidin ise karidesler, sirkeler, bisküvi, gofret, kek, kurabiye, pasta, patates püresi ve cipsinde olmak üzere her gıda türüne göre belirlenen miktarlarda kullanımına izin verilmektedir (Anonim 1997, Silva ve Lidon 2016).

Ülkemizde gıda muhafazasında koruyucu maddeler Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği (GKMY) ile ilgili standartlarında belirtilen izin verilen miktarlarda kullanılmaktadır. Koruyucuların miktarı izin verilen güvenli sınırın üzerindeyse insan sağlığına zararlı olabilmektedir (Landrigan ve Goldman 2011, Neto ve ark. 2017, Trasande ve ark. 2018). Hayvanlarda ve insanlarda metabolik asidosiz, konvülsiyon, hiperpnöea, alerjik

reaksiyonlar gibi bazı yan etkiler tanımlanmıştır (Lino ve Pena 2010, Neltner ve ark. 2013, Seachrist ve ark. 2016).

Koruyucu maddelerin etkinliği; ortamın pH'sı, tamponlama özelliği, ortamın bileşimi ve su aktivitesi değeri, antimikrobiyel maddenin etki spektrumu, miktarı ve etki süresi ile ortamda bulunan mikroorganizma sayısı ve özelliklerine bağlı olmaktadır. Antimikrobiyel maddelerin hedefleri; etki ettikleri hücrenin duvarı ve zarı, genetik sistemleri, protein sentez sistemi ve enzim sistemleridir (Sharma ve ark. 2018). pH değişimlerine karşı direnç gösterme kabiliyeti olarak tamponlama kapasitesi gıda maddesinin inorganik fosfat, sitrat, organik asit ve protein gibi bileşenlerine bağlıdır. Laktik, asetik, propiyonik, sitrik, sorbik ve benzoik asit gibi karboksilik asitler zayıf asidik karakterde olup ortama daha az H⁺ iyonu (proton) vermekte çözünmemektedirler. Bununla birlikte bu organik asitlerin tuzları disodiye olarak ortam pH'sını daha hızlı düşürmektedir. Ortam pH'sının hedeflenen değerlerinin altına düşmesi sonucu hücre içindeki asit moleküllerinin disosiye olmasıyla hücre duvarı, asitlerce serbest bırakılan protonların tutuklanması için enerji harcamakta ve hücrenin tüm gücünü tüketmesiyle de mikrobiyel hücre inaktive olmaktadır (Theron ve Lues 2007, Bobbarala 2012).

2.6.2. Gıdalarda yaygın olarak kullanılan koruyucu katkı maddeleri

Gıdalarda yaygın olarak kullanılan koruyucu maddeler benzoik asit, sorbik asit ve bunların tuzlarıdır. Benzoik asit tuzlarından en yaygın olarak kullanılan sodyum benzoat ve potasyum benzoat iken, sorbik asidin tuzları ise sodyum sorbat ve potasyum sorbattır.

Benzoik asit ve tuzları

Benzoik asit (C₆H₅COOH) ve tuzları benzen halkası içeren bileşiklerdir (Çizelge 2.7). Birçok bitkinin yaprak, kabuk ve meyvelerinde bulunan benzoik asit; beyaz renkli iğne ve yaprakçık görünümünde bir maddedir. Benzoik asidin sudaki çözünürlüğü 0,34 g/100 mL'dir.

Çizelge 2.7. Benzoik asitin tanımlanması

Diğer adı	Benzen karboksilik asit
Molekül formülü	C ₆ H ₅ COOH
CAS No	65-85-0
Fiziksel görünüm	Beyaz kristal ya da toz
Erime noktası	122°C
Kaynama noktası	249°C

Benzoik asidin tuzları (benzoatlar) FDA (US Food and Drug Administration) tarafından güvenli (GRAS, generally regarded as safe) olarak tanımlanmaktadır. Benzoik asit gıdaya çok düşük konsantrasyonda dahi ilave edildiğinde gıdanın tadını etkilemekte ve damakta yakıcı bir etki bırakmaktadır (Hoover ve Millick 1995, Otero 2003, Kalyoncu 2008, FDA 2018).

Benzoik asit ve tuzları, pepsin ve tripsin gibi enzimlerin aktivitesini engellediği halde amilaza karşı herhangi bir olumsuz etki göstermemektedir (Saldamlı 1985). Benzoik asit ve tuzları küf ve mayalar üzerinde bakterilere göre daha etkilidir. Bu antifungal etki asit özelliğinden değil, çözünürlüğünün daha düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle de antifungal etki asit gıdalarda daha yüksektir (Salehi ve ark. 2017).

Avrupa Birliği'nde her bir gıda katkı maddesi için belirlenen kod numaralarına "E (European) sayısı" denilmektedir. Katkı maddesi olarak kullanılan benzoatlar için E sayıları kodları Şekil 2.8.'de verilmiştir (Anonim 1998).

E-210	• Benzoik Asit
E-211	• Sodyum Benzoat
E-212	• Potasyum Benzoat
E-213	• Kalsiyum Benzoat

Şekil 2.8. Benzoatlar ve E kodları

Benzoik asidin sodyum tuzu olan sodyum benzoat (C₆H₅CO₂Na) antifungal katkı maddesi olarak çeşitli gıdalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. 2,5–4,0 pH aralığında maksimum antifungal etki göstermektedir (Çizelge 2.8.). Sodyum benzoatın sudaki

çözünürlüğü 250°C'de 50 g/100 mL'dir. Sodyum benzoat'ın gıdalarda yaygın olarak kullanılması benzoik asit tuzlarının çözünürlüğünün yüksek olmasına ve üretim maliyetlerinin diğer koruyuculara göre düşük olmasına bağlıdır. Sodyum benzoat daha çok meyve suları, reçel, marmelat, meyve kokteylleri ve turşular gibi asitli ya da kolayca asitlendirilebilen gıdalarda kullanılmaktadır. Gıdalarda üst kullanım sınırı %0,1'dir (Ünlütürk ve Turantaş 1998, WHO 2005, Lennerz ve ark. 2015).

Çizelge 2.8. Sodyum benzoatın tanımlanması

Diğer adı	Sodyum benzoik asit
Molekül formülü	C ₆ H ₅ CO ₂ Na
CAS No	532-32-1
Fiziksel görünüm	Beyaz toz

İnsanlarda, benzoik asit ve sodyum benzoatın akut toksisitesi düşüktür (Pongsavee 2015, Shahmihamadi ve ark. 2016, Khoshnoud ve ark. 2017). Glisinle birleştikten sonra hippürik asit oluşturarak vücuttan kolaylıkla atılabilmektedir. Bu detoksifikasyon basamağı vücutta benzoik asit birikmesini engellemektedir (Anonim 1996).

Sorbik asit ve tuzları

Doğada *Sorbus aucuparia* L. adı verilen üvez ağacı ve meyvelerinde lakton formunda bulunan sorbik asit 6 karbona sahip CH₃CH=CHCH=CHCOOH yapısında α- ve β-doymamış bir karboksilik asittir. Sorbik asit (C₅H₇COOH) beyaz renkli, kendine özgü hafif koku ve ekşimsi bir tada sahip organik bir asittir. Saf ve seyreltilmiş halde ışığa ve sıcaklığa hassastır. Soğuk suda az, sıcak suda iyi, alkol:eter karışımında kolay çözünmektedir (Kıvanç 1989, Scotter ve Castle 2004, Dinçoğlu 2005, Alpözen 2007, Silva ve Lidon 2016). Çizelge 2.9'da sorbik asidin tanımlanması verilmiştir.

Çizelge 2.9. Sorbik asidin tanımlanması

Diğer adı	2,4-Hexadienoic asit
Molekül formülü	C ₆ H ₈ O ₂
CAS No	110-44-1
Fiziksel görünüm	Beyaz kristal ya da toz
Erime noktası	134 °C
Kaynama noktası	228 °C

Sorbik asit piyasada, serbest asit ya da sodyum, potasyum ve kalsiyum tuzları şeklinde toz, granüle ve çözelti formlarında bulunmaktadır. Sorbik asit ve sorbatlar doğrudan ürüne eklenebilir. Gıdalar, sulu sorbat çözeltilerine daldırılabilir veya üzerlerine püskürtülebilmektedir. Yiyeceklerin kuru toz halinde sorbik asitle de kaplanması mümkündür, ancak daha az tavsiye edilmektedir. Çünkü sorbik asit cildi ve mukoza zarlarını tahriş etmektedir (Güven 1998, Lück 2009).

Sorbik asit pH aralığı 3-6 arasında olan asitli ve orta asitli gıdalar üzerinde yüksek antifungal etkiye sahiptir. Bu etki ise sorbik asidin çözünmemiş molekülleri ile hücre duvarını aşarak hücre içine girmesiyle gerçekleşmektedir. Maya ve küfler üzerinde etkisi bulunmaktadır.

Sorbatlar farklı çözünürlüklere sahiptir. Bu özelliklerinden dolayı yaygın olarak kullanılırlar. Sorbik asit suda az, sodyum sorbat ise suda daha iyi çözünürlüğe sahiptir. Potasyum sorbat suda iyi çözünür ve % 50 stok çözeltileri üretmek için kullanılmaktadır. Çözünür sorbatlar, koruyucu maddenin sıvı halde kullanılması istendiğinde veya sulu sistemler korunacağı zaman tercih edilmektedir. Sodyum sorbatın sulu çözeltileri bir süre stabil kalmaktadır. Katı halde olan sodyum sorbat kararsızdır ve çok hızlı bir şekilde atmosferik oksijene maruz kaldığından oksidasyona uğramaktadır. pH, su aktivitesi, sıcaklık, atmosfer, mikrobiyal yük, mikrobiyal bitki örtüsü ve bazı gıda bileşenleri gibi çevresel faktörler sorbatın etkinliğini etkileyebilmektedir. Bu nedenle endüstriyel ölçekte üretilmemektedir (Wedzicha 2003, Lück 2009, Shad ve ark. 2012).

Sorbik asidin esas olarak otoksidasyon ile bozunması nedeniyle, oksijen geçirmeyen filmlerde veya laminatlarda deoksijenasyon ve vakumlu ambalajın bozulmasını azaltmak ve sorbat ile korunmuş gıdaların raf ömrünün uzatılmasını sağlamak için önerilmektedir (Thakur ve ark 2009).

Sorbik asit ve tuzları gıdalara en çok % 0,1–0,2 oranında katılmasına izin verilmektedir (Ünlütürk ve Turantaş 1988). Sorbik asit ve tuzları düşük konsantrasyonlarda meyve suları, kurutulmuş meyve ve sebzeler, karbondioksitli içecekler, peynir ve turşularda kullanılabilirler. Isıl işlem gören gıdalarda sorbik asit mümkün olduğunca ısısal işlemden sonra ilave edilmelidir (Cemeroğlu ve Karadeniz 2001, Shahmohammadi ve ark. 2016). Koruyucu katkı maddesi olarak kullanılan sorbatlar ve kod numaraları şekil 2.9'da verilmiştir.

E-200	• Sorbik Asit
E-201	• Sodyum Sorbat
E-202	• Potasyum Sorbat
E-203	• Kalsiyum Sorbat

Şekil 2.9. Sorbatlar ve Kod numaraları

Potasyum sorbat, $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}=\text{CHCOOK}$ yapısında hafif toz şeklindedir ve molekül ağırlığı 150.2g'dır. Beyaz parlak renkte, yumuşak yapıda ve kokusuzdur. Potasyum sorbatlar suda çözünürlükleri yüksektir ve sulandırılmış stok çözelti halinde muhafaza edilmesi daha uygundur. Sorbik asitin potasyum tuzu, GRAS listelerinde gıdalara katılmasında sakınca olmayan bir madde olarak yer almaktadır (Ash ve Ash 2008, Arslan 2011, Saltmarsh ve Insall 2013).

Potasyum sorbat çoklu doymamış yağ asitlerinden doğal olarak oluşan bir tuzdur ve tamamıyla metabolize edilir. Düşük pH'lı ya da yüksek asitliğe sahip gıdalarda az miktardaki potasyum sorbat koruma için yeterlidir. pH 2,5-3'te sorbatlar, maya ve küfler üzerinde benzoat ve propiyonatlardan daha etkilidir (Ashmawy ve İbrahim 2009). Aşağıdaki Çizelge 2.10.'da potasyum sorbatın tanımlaması verilmiştir

Potasyum sorbat geniş bir antimikrobiyal spektruma sahiptir. Sorbik asit ve tuzları maya ve küflere karşı yüksek etkiye sahipken bakteriler üzerinde daha az etkiye sahiptir. Bu

mikroorganizmalar genellikle % 0,01-0,03 asitle inhibe edilebilmektedir. Çoğu gıdada sorbatların etkin olduğu konsantrasyon % 0,05-0,3 arasında değişir. Sorbik asit ve tuzlarının konsantrasyonu % 0,1'den fazla olduğunda istenmeyen tat oluşabilir (Statham ve McMeekin 1988, Sofos 1992, Boylston ve ark 2003, Davidson ve ark. 2005).

Çizelge 2.10. Potasyum sorbatın tanımlanması

Diğer adı	2,4-Hexadienoic asit potasyum tuzu
Molekül formülü	CH ₃ CH:CHCH:CHCOOK
CAS No	24634-61-5
Fiziksel görünüm	Beyaz kristal ya da toz
Erime noktası	270 °C

Potasyum sorbat direkt olarak gıdanın üretim aşamasında formülasyonuna eklenerek katılabildiği gibi ambalaj materyalinin gıdalla temas eden bölgesine spreyleme veya toz halinde kaplama yöntemiyle de katılabilmektedir (Sofos 2000).

Sodyum sorbat sodyum tuzu olup, suda %28 dolaylarında çözünbilme özelliğine sahiptir. Sodyum sorbatın gösterdiği antimikrobiyal aktivite geniş bir alanı kaplamaktadır. Küf ve mayalara karşı çok etkili olmasına rağmen bakterilere karşı etkinliği zayıftır. Benzoik asit ve bunun tuzlarına oranla daha az toksik etkisi vardır (Gülderen ve Bayhan 1990, EPA1993).

2.6.3. Gıda katkı maddelerinin sağlık üzerine etkileri

WHO (Dünya Sağlık Örgütü) ve FAO (Gıda ve Tarım Örgütü)'nun oluşturduğu gıdalarla ilgili komisyon ve bu kuruluşun gıda katkı maddeleri alt komitesi olan JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, Birleşik Gıda Katkıları Uzman Komitesi) katkı maddelerinin insan sağlığı açısından güvenilirliği konusunda çalışmalar yapmakta ve belirli dozlarda kullanımında sakınca olmadığı belirlenen maddelerle ilgili listeler hazırlanmaktadır. Birleşik Gıda Katkıları Uzman Komitesi (JECFA)'ne göre bir katkının kullanımındaki güvenilirliğin ölçüsü onun kabul edilebilir günlük alım miktarı (ADI) ile ifade edilmektedir (EFSA 2012, FDA 2018, Anonim 2019). ADI yaşam boyu sağlık tehlikesi yaratamayacak şekilde kabul edilebilir günlük tüketilen gıda katkı

maddesinin toplam miktarını temsil eder ve güvenli doz olarak kabul edilmektedir. ADI 1 kg vücut ağırlığındaki gıda katkı maddesinin mg olarak ifadesidir (Tfouni ve Toledo 2002).

Katkı maddelerinin toksikolojik etkileri geniş kapsamlı, detaylı testlerle ve uzun süreler boyunca araştırılmaktadır. Araştırmalarda deney hayvanlarına öldürücü dozda (letal doz (LD50); deney hayvanlarının %50'sinin ölümüne neden olan doz) katkı maddesi verilmektedir. Doz yavaşça azaltılarak doz-cevap ilişkisi ve her dozda katkı maddesinin emilimi, metabolizması ve atımı değerlendirilmektedir. Deney hayvanlarının hücre, doku ve organları incelenerek, karsinojenik, mutajenik, teratojenik ve alerjik etkileri belirlenmektedir. Katkı maddesinin hiçbir etkisinin bulunmadığı bir doz bulunamazsa o katkı maddesinin besinlere katılmasına izin verilmemektedir. NOAEL (No Observed Adverse Effect Level) değeri, deney hayvanlarında gözlenebilen hiçbir yan etki göstermeyen dozdur ve kg-vücut ağırlığı başına düşen maksimum mg madde miktarını ifade etmektedir. Deneysel insanlar üzerinde etik nedenlerle yapılamadığı için güvenlik faktörü kullanılmaktadır (Ürdün 2003, Boğa ve Binokay 2010, Alger ve ark. 2013). İnsanlarda güvenli olan doza ulaşılabilmesi için; NOAEL değeri, güvenlik faktörüne bölünmektedir. Güvenlik faktörü olarak genellikle deney hayvanında hiçbir etki göstermeyen dozun 1/100'ü insan için kabul edilmektedir. NOAEL değerinden ADI değerine aşağıdaki işlem yapılarak ulaşılır (Desphande 2003, EFSA 2012).

$$\text{ADI (mg/kg)} = \text{NOAEL} / \text{Güvenlik faktörü (100)} \quad (2.1)$$

Ülkemizde ise gıdalarda kullanılan gıda katkı maddelerinin kullanımı Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği "Gıda Katkı Maddeleri" başlıklı ikinci bölümde belirtilen limitlere ve kullanım alanına uygun olmalıdır. Gıda maddelerinde şartlı izin verilen koruyucu maddeler ve miktarları TGK 2008/22 no'lu "Renklendirici ve Tatlandırıcılar Dışındaki Gıda Katkı Maddeleri Tebliği"nde açıklanmıştır (TGK 2008).

Koruyucu maddelerin gıdalarda kullanımları FAO/WHO, JECFA ve EFSA tarafından belirlenmiş ve sınırlandırılmıştır. JECFA'ya göre, benzoik asit ve benzoik asit tuzları için 0-5 mg/kg vücut ağırlığı ile sorbik asit için 0-3 mg/kg vücut ağırlığı ve tuzları için

ise 0-11 mg/kg vücut ağırlığı olarak kabul edilebilir günlük alımlar (ADI) ile belirlenmiştir (WHO 2005, EFSA 2006, JECFA 2016, 2019).

Kullanımına izin verilen gıda katkı maddeleri sürekli olarak alındığında, izin verilen miktarlardan fazla kullanıldığında ya da etkileşiminin olabileceği gıda maddelerinin formülasyonunda yer aldığı toksik etki gösterebilecekleri ve toplum sağlığı açısından riskli olabilecekleri bilinmektedir. Kullanılan gıda katkı maddeleri sağlığa zarar vermeyecek dozlarda kullanılsalar dahi, bu maddelerin bir süre sonra vücutta birikerek insan sağlığını tehdit edebilecek miktarlara ulaşabileceği, dokularda hasar meydana getirebileceği, diğer bir deyişle insanlar üzerinde genotoksik, mutajenik ve karsinojenik etkiler gösterebilecekleri göz ardı edilmemelidir (Walker 1990, Parke ve Lewis 1992, Sarıkaya ve Solak 2003, Cirmi ve ark. 2017).

Sorbik asit, sorbatlar, hidrojen peroksit, benzoik asit ve sodyum benzoat'ın ürtiker benzeri alerjilere neden olduğu bildirilmiştir (Walker 1990, Parke ve Lewis 1992, Mitleas 2007). İnsanlarda sorbik asite karşı bazı kişilerde intoleransın olduğu rapor edilmiştir (Santini ve ark. 2009). Yapılan bir çalışmada sorbik asitin düşük toksik etkiye sahip olduğu ve diğer yağ asitleri gibi benzer yollarla hızlıca metabolize olduğu ifade edilmiştir (Rangan ve Barceloux 2009).

Yüksek dozda benzoik asit verilen deney hayvanları ve insanlarda metabolik asidosiz, konvülsiyon ve hyperpnoea gözlenmiş ve insanlarda benzoatlara karşı ürtiker, immünolojik olmayan kontakt ürtiker ve astım gibi alerjik reaksiyonların geliştiği rapor edilmiştir (Tfouni ve Toledo 2002, Nettis ve ark. 2004, Seetaramaiah ve ark. 2011, Abdumumeen ve ark. 2012).

Sodyum benzoat'ın astımı ağırlaştırdığı ve hiperaktiviteyi tetiklediği belirtilmiştir (Voss 2002, Abdumumeen ve ark. 2012, Inetianbor ve ark. 2015). İmmünolojik olmayan ürtiker, pseudo-alerji ve anjioödem olgularının bir kısmından sorumlu olan benzoatların anafilaksi ve astım atağını tetiklemesi nadirdir (Simon ve Stevenson 1998).

Benzoik asit ve bileşiklerinin beyin zedelenmesi, aşırı duyarlılık, kilo kaybı, sinirsel bozukluğun tetiklenmesi, deride kızarıklık, şişlik, kaşıntı ve ağrı; östrojen hormonlarını artırarak hormon dengesinin bozulması ve tümörlerin oluşması şeklinde belirtilebilir (Erkmen 2011).

Yapılan bir çalışmada benzoatların çocukluk hiperaktivitesi ile doğrudan ilişkisi olduğu görülmüştür, diğer yandan L-Glutamik asidin in vitro ortamda sinir hücresi diferansiasyonunu inhibe ettiği gösterilmiştir (Egger ve ark. 1985, Yavuzer 2007).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada Bursa İlinde bulunan çeşitli marketlerden farklı üretici firmalara ait 10 adet limon suyu ve 10 adet limon sosu incelenmiştir. Örnekler 3 farklı zamanda 3 tekerrürlü olarak alınmıştır. Etiket bilgisi içeren orijinal plastik ya da cam şişelerde ambalajlarda temin edilen örnekler Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Laboratuvarı'na getirilmiş ve analizler gerçekleştirilinceye kadar oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Örnekler 3 tekerrür ve iki paralel olarak analize alınmıştır.

3.2. Yöntem

Belirli bir dalga boyunda, çok düşük konsantrasyonlarda (mg/kg) ve çok kısa sürede sonuç vermesi, tekrarlanabilir, hassas, kolay ve düşük maliyetli olması nedeniyle yüksek performanslı sıvı kromatografi (HPLC) yöntemi günümüzde gıda katkı maddelerinin ayrılması ve kantitatif analizi için en çok tercih edilen yöntem olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle limon suyu ve limon sosu örneklerinde sorbik ve benzoik asitlerin belirlenmesinde Ters Faz (RP)-HPLC yöntemi kullanılmıştır.

3.2.1. Analizlerde kullanılan kimyasal maddeler

- Benzoik Asit Standardı ($C_7H_6O_2$ >99,5 saflıkta), Sorbik Asit Standardı ($C_6H_8O_2$ >99,0 saflıkta), Metanol (MeOH, CH_3OH >99,9 saflıkta), Sodyum Hidroksit (NaOH>98,0 saflıkta), Glasiyel Asetik Asit (CH_3COOH , HPLC grade), Çinko Sülfat Heptahidrat ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ >99,0 saflıkta) ve Potasyum Hexanoferrat(II) Trihidrat ($[K_4Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$ >99,0 saflıkta) Sigma-Aldrich (St. Louis, Missouri, ABD) firmasından temin edilmiştir.
- Su-Metanol Çözeltisi (%30'luk): 300 mL saf su MeOH ile 1 litreye tamamlanmıştır.
- 5 N NaOH: 20 g NaOH tartılarak distile su ile çözülmüş ve 100 mL'ye tamamlanmıştır.

- Carrez I: 7,2 gram Çinko sülfat heptahidrat damıtık su ile 100 mL'ye tamamlanmıştır.
- Carrez II: 3,4 gram Potasyum hexasiyanoferrat(II)trihidrat damıtık su ile 100 mL'ye tamamlanmıştır.
- Asetat Tamponu: 5,7 mL glasiyel asetik asit 900 mL saf su ile seyreltilmiş, 5 N NaOH ile pH'sı 4,74 ayarlanmıştır. 1 litreye tamamlandıktan sonra 0.45 µm gözenekli filtre kağıdından süzlmüştür.
- Mobil Faz: 300 mL MeOH asetat tamponu ile 1 litrelik balon jodede 1 litreye tamamlanmış ve 0,45 µm gözenekli filtre kağıdından süzlmüştür.
- Sorbik Asit Stok Solüsyonu (1 000 mg/L): 100,00 mg sorbik asit standartı tartılarak %30 su-MeOH çözeltisi ile 100 mL'ye tamamlanmıştır.
- Benzoik Asit Stok Solüsyonu (1 000 mg/L): 100,00 mg benzoik asit standartı tartılarak %30 su-MeOH çözeltisi ile 100 mL'ye tamamlanmıştır.
- Kalibrasyon eğrilerini hazırlamak için stok sorbik ve benzoik asit çözeltilerinden çalışma çözeltileri günlük olarak hazırlanmıştır.

3.2.2. Analizlerde kullanılan cihaz ve donanımlar

- HPLC (Flexar™, Perkin Elmer Life and Analytical Sciences, Waltham, MA, USA)
- UV dedektör: diode-array dedektör (DAD)
- HPLC kolonu: SPHERI-5 ODS 5µm kolon (PerkinElmer, MA, USA; 4,6 mm × 250 mm i.d., 5 µm particle size)
- Otomatik örnekleyici
- Hassas terazi (0,0001 gr)
- Laboratuvar cam malzemeleri
- Membran filtre: PVDF 0,45 µm gözenekli
- Filtre kağıdı (Whatman 5)
- Enjektör: 100 µL
- Vial (renksiz)

Çalışmamızda limon suyu ve limon sosu örneklerinde bulunan sorbik asit ve benzoik asidin kromatografik ayırımı için Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi (HPLC) cihazı (Flexar™, Perkin Elmer Life and Analytical Sciences, Waltham, MA, USA) kullanılmıştır. Kullanılan HPLC cihazında diode-array dedektör (DAD) bulunmaktadır. Dalgaboyu aralığı sorbik asit için 254 nm ve benzoik asit için ise 235 nm olarak belirlenmiştir. Kromatografik ayırım için SPHERI tarama aralığı 190-370 nm arasında seçilmiş olup maksimum absorpsiyon ODS 5UM kolon (PerkinElmer, MA, USA; 4,6 mm × 250 mm i.d., 5 µm particle size) ile gerçekleştirilmiştir. Mobil faz olarak asetat tampon: metanol karışımı (70:30) kullanılmıştır. Kolon sıcaklığı 30°C'ye, kolon fırın sıcaklığı ise 300°C'ye ayarlanmıştır. Otomatik enjeksiyon sisteminin kullanıldığı izokratik sistemde dakikada 1 mL akış hızında çalışma gerçekleştirilmiştir. Kantitasyon ve etkin ayırım 6 dakika içinde tamamlanmıştır.

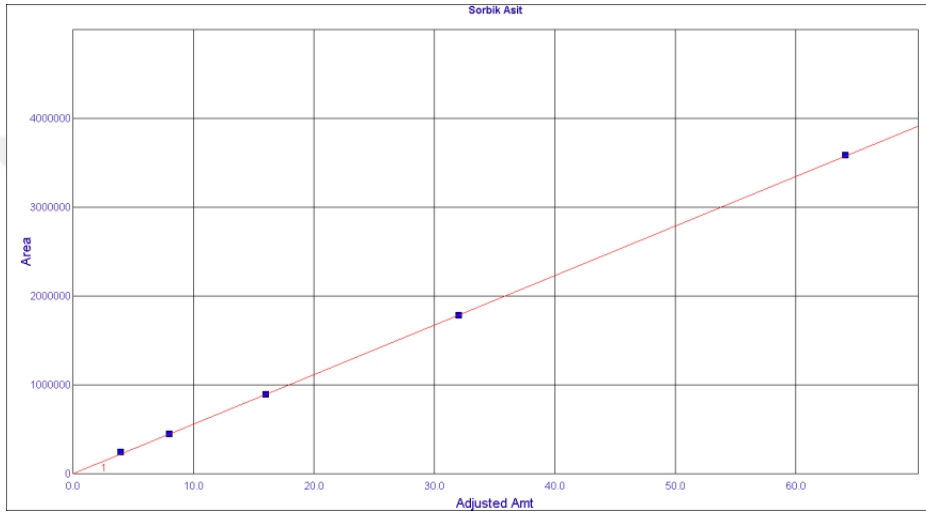
3.2.3. Örneklerin hazırlanması

Limon suyu ve limon sosu örneklerinden sorbik asit ve benzoik asit varlığı ve miktarlarının belirlenmesi için 5±0.0001 mL hassasiyetle alınan örnek 50 mL'lik balon jöjeye aktarılmıştır. Üzerine 2 mL Carrez I ve 2 mL Carrez II çözeltileri ilave edildikten sonra, %30'lik Su-MeOH çözeltisiyle 50 mL'ye tamamlanmıştır. Çalkalayıcıda 1500 rpm'de 15 dakika çalkalanan örnekler kaba filtre kağıdından süzölmüştür. Enjektör yardımıyla süzöntüden 20 µL alınmıştır. Alınan süzöntü daha sonra PVDF 0,45 µm membran filtrelerden süzölererek viallere alınarak HPLC analizi için örnek hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler, cihaza enjekte edilmeden önce cihaz programı ve kalibrasyon durumu hazırlanmış olan ara stok standart çözeltiler ile kontrol edilmiştir.

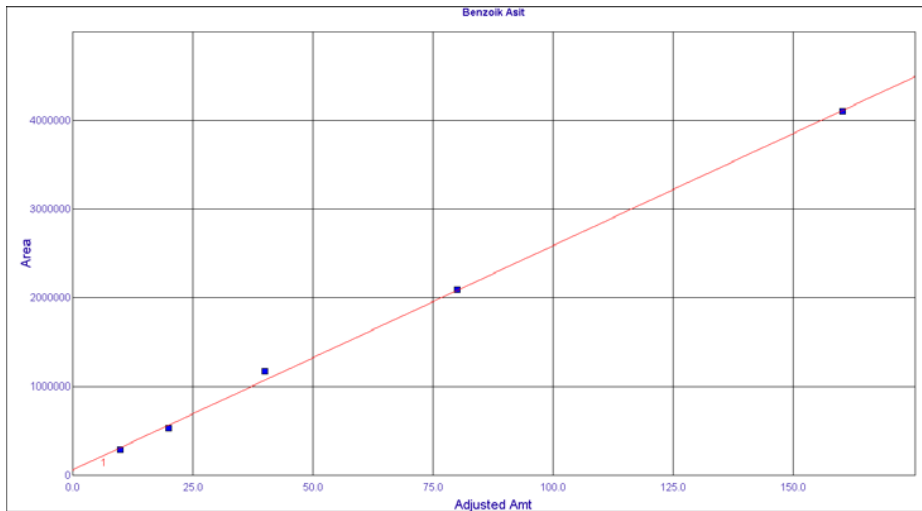
3.2.4. Sonuçların değerlendirilmesi

Metot ile ilgili olarak 10 tekrarlı yapılan tespit limiti çalışmaları sonucunda; sorbik asite ait tespit limiti (level of detection, LOD) ise 6,22 mg/kg ile ölçüm limiti (level of quantitation, LOQ) 20,58 mg/kg ve benzoik asite ait tespit limiti (LOD) ise 6,17 mg/kg ile ölçüm limiti (LOQ) 20,74 mg/kg; olarak belirlenmiştir. Bu değerlerin altındaki sonuçlar ile hiç bulunamayan sonuçlar nd olarak ifade edilmiştir.

Farklı konsantrasyonlardaki standart çözeltilerin enjeksiyonu sonucu elde edilen kromotogramda sorbik asit ve benzoik asit pikinin kaçınıcı dakikada geldiği belirlenmiştir. Benzoik asit için 10, 20, 40, 80, 160 mg/L'lik, sorbik asit için ise 4, 8, 16, 2, 64 mg/L'lik standart kalibrasyon çözeltileri ile kalibrasyon eğrileri hazırlanmıştır. Buna göre benzoik asit ve sorbik aside ait r^2 değerleri sırasıyla 0,9988 ve 0,9990 olarak bulunmuştur. Sorbik aside ait kalibrasyon eğrisi Şekil 3.1.'de ve benzoik aside ait kalibrasyon eğrisi ise Şekil 3.2.'de gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Sorbik aside ait kalibrasyon eğrisi



Şekil 3.2. Benzoik aside ait kalibrasyon eğrisi

Benzoik asit ve sorbik asit miktarları kromatogramdaki pik alanları mg/kg olarak belirlenmiştir. Numunedeki benzoik ve/veya sorbik asit konsantrasyonu aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$E = (F/B) \times S \times Z \qquad S = M/K \qquad (3.1)$$

E = Örnekteki koruyucu miktarı (mg/kg)

F = Numunenin pik alanı

B = Standardın pik alanı

Z = Standart Derişimi (mg/kg)

S = Seyreltme Katsayısı (M/K)

M = Tamamlanan hacimsel su miktarı (mL)

K = Başlangıçta tartılan numune miktarı (gr)

Benzoik asit ve sorbik asit miktarları kromatogramdaki pik alanları ppm cinsinden hesaplanmıştır.

3.2.5. İstatistiksel analiz

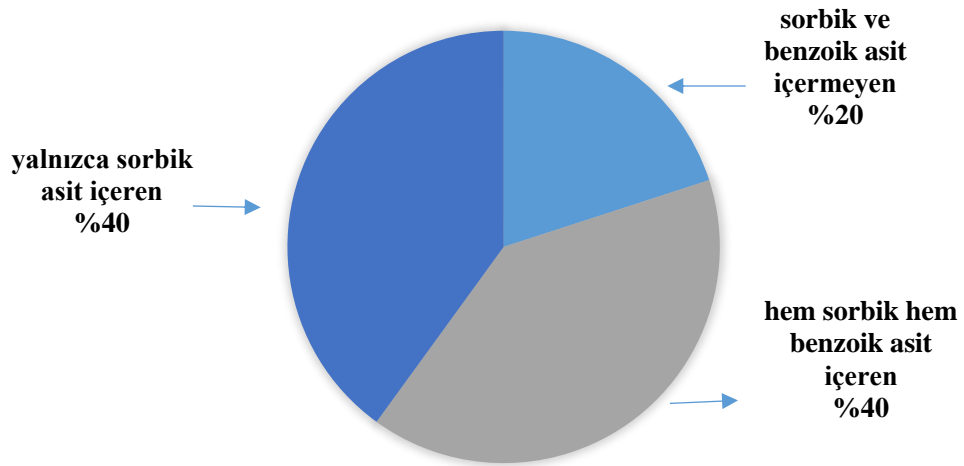
Araştırmada elde edilen verilere ait tanıtıcı istatistikler için Minitab Windows paket programı (Versiyon 17) kullanılmıştır. Sonuçlar 5 tekrarlı ölçümlerin ortalaması±standart sapma olarak gösterilmiştir. Tek yönlü varyans analizi yapılarak uygulamalar arasındaki önemli farklılıklar LSD çoklu karşılaştırmalı testi ile belirlenmiştir.

4. BULGULAR

Bursa ili piyasasında tüketime sunulan ambalajlı 20 adet limon suyu ve limon sosu örneğinde meyveli soslarda kullanımına belirli limitler çerçevesinde izin verilen sorbik ve benzoik asit miktarları belirlenmiştir.

4.1. Limon Suyu Örneklerinde Sorbik Asit ve Benzoik Asit İçerikleri

Temin edilen 10 adet limon suyu örneğinin 2 tanesinde sorbik asit ve benzoik asit tespit edilememiş olup, 4 tanesinde yalnızca sorbik asit ve 4 tanesinde hem sorbik asit hem benzoik asit kullanıldığı tespit edilmiştir. Örneklerin tespit edilen benzoik asit ve sorbik asit içeriğine göre dağılımı Şekil 4.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Örneklerin tespit edilen asit sorbik ve benzoik asit içeriğine göre dağılımı

Limon suyu örneklerinde belirlenen sorbik asit miktarı 94,46-552,07 ppm ve benzoik asit miktarı ise 102,63-205,08 ppm arasında değişmiştir. Çalışılan 10 adet limon suyu örneğinde, HPLC analizi sonucunda elde edilen sorbik asit miktarı ortalama $174,42 \pm 5,6938$ ppm ve benzoik asit miktarı ortalama $61,17 \pm 4,1221$ ppm olarak tespit edilmiştir. Limon suyu örneklerinde bulunan sorbik ve benzoik asit miktarı aşağıdaki Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Limon suyu örneklerinde sorbik asit ve benzoik asit miktarı

Örnek	Sorbik asit			Benzoik asit		
	Min	Max	Ortalama ± Standart sapma	Min	Max	Ortalama ± Standart sapma
1	131,37	142,95	174,83±5,6938	131,37	142,95	137,32±4,1221
2	274,01	290,07	283,79±5,6938	nd	nd	
3	537,45	552,07	545,07±5,6938	nd	nd	
4	156,50	164,98	162,24±5,6938	102,63	109,56	106,82±4,1221
5	141,56	151,14	145,71±5,6938	106,18	112,53	108,62±4,1221
6	93,54	100,92	96,53±5,6938	192,14	205,08	197,76±4,1221
7	191,23	208,38	200,04±5,6938	nd	nd	
8	nd	nd		nd	nd	
9	nd	nd		nd	nd	
10	128,81	143,94	135,98±5,6938	nd	nd	

**nd: belirlenemedi

Limon suyu örneklerindeki sorbik asit miktarlarına ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre, limon suyu örneklerinin sorbik asit miktarları arasındaki farklılık $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Limon suyu örneklerindeki sorbik asit miktarlarına ilişkin varyans analizi

VARYASYON KAYNAKLARI	S.D.	KARELER ORTALAMASI
Örnek	9	146 242 **
Hata	50	28 **
Toplam	59	

** p<0,01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.3.'de limon suyu örneklerindeki sorbik asit miktarlarının birbirine göre değişimine ilişkin LSD testi sonuçları verilmiştir. Limon suyu örneklerindeki sorbik asit miktarının örnekler arasındaki farklılığını belirlemek için yapılan karşılaştırma sonuçlarına göre; 3 nolu limon suyu örneğinin diğer örneklere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Limon suyu örneklerindeki sorbik asit miktarlarının birbirlerine göre değişimine ilişkin LSD testi sonuçları

Örnek	Ortalama Değer	Sonuçlar
1	174,839	D
2	283,790	B
3	545,073	A
4	162,242	E
5	145,712	F
6	96,534	H
7	200,048	C
8	0,000	I
9	0,000	I
10	135,985	G

Limon suyu örneklerindeki benzoik asit miktarlarına ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre, örnekler arasındaki benzoik asit miktarları farklılık p<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Limon suyu örneklerindeki benzoik asit miktarlarına ilişkin varyans analizi

VARYASYON KAYNAKLARI	S.D.	KARELER ORTALAMASI
Örnek	9	33 913,3 **
Hata	50	7,5**
Toplam	59	

** p<0,01 düzeyinde önemli

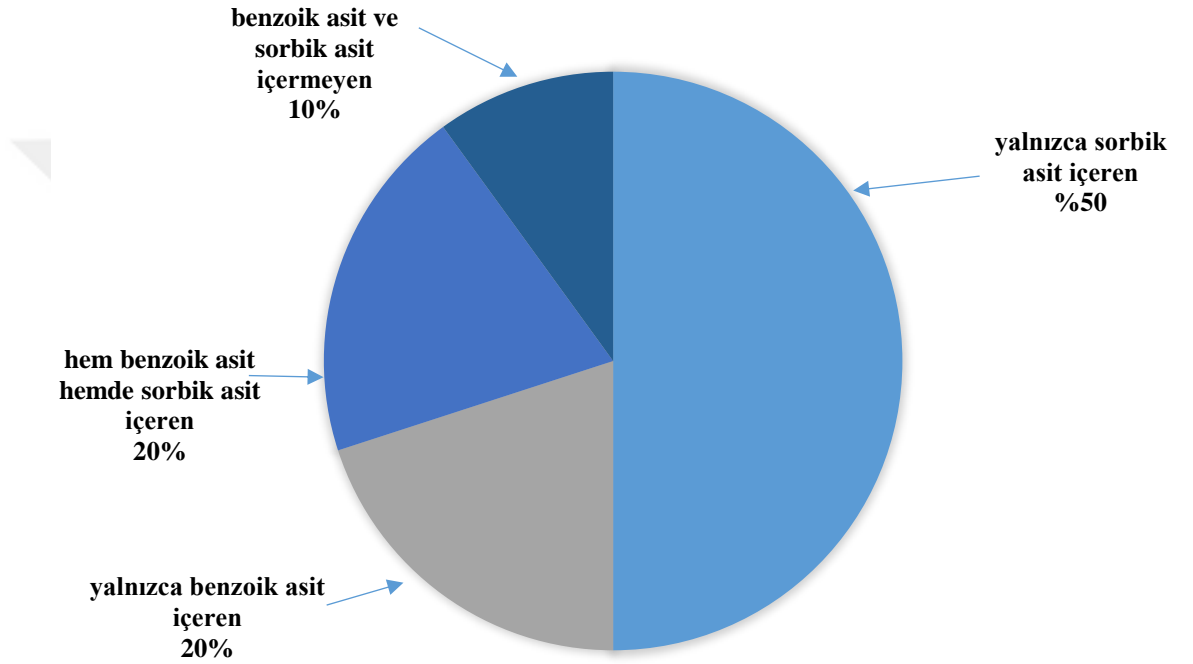
Çizelge 4.5’de limon suyu örneklerindeki benzoik asit miktarlarının birbirine göre değişimine ilişkin LSD testi sonuçları verilmiştir. Limon suyu örneklerindeki benzoik asit miktarının örnekler arasındaki farklılığını belirlemek için yapılan karşılaştırma sonuçlarına göre; 6. Limon suyu örneğinin diğer örneklere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. 4 ve 5 nolu örnek benzoik asitle miktarlarına göre aynı grupta yer almaktadır.

Çizelge 4.5. Limon suyu örneklerindeki benzoik asit miktarlarının birbirlerine göre değişimine ilişkin LSD testi sonuçları

Örnek	Ortalama Değer	Sonuçlar
1	137,324	B
2	0,000	D
3	0,000	D
4	106,827	C
5	108,627	C
6	197,762	A
7	0,000	D
8	0,000	D
9	0,000	D
10	0,000	D

4.2. Limon Sosu Örneklerinde Sorbik Asit ve Benzoik Asit İçerikleri

Temin edilen 10 adet limon sosu örneklerinde 1 tanesinde sorbik asit ve benzoik asit tespit edilememiş olup, 5 tanesinde yalnızca sorbik asit, 2 tanesinde yalnızca benzoik asit ve 2 tanesinde ise sorbik asit ve benzoik asidin birlikte kullanıldığı tespit edilmiştir. Şekil 4.2’de limon sosu örneklerinin sorbik ve benzoik asit içerme miktarlarına göre %’lik dağılımı verilmiştir.



Şekil 4.2. Örneklerin tespit edilen benzoik asit ve sorbik asit içeriğine göre dağılımı

Örneklerde belirlenen sorbik asit miktarı 160,10-639,46 ppm ile benzoik asit miktarı ise 85,44-205,08 ppm arasında değişmiştir. Çalışılan 10 adet limon sosu örneğinde, HPLC analizi sonucunda elde edilen sorbik asit miktarı ortalama $221,62 \pm 9,9375$ ppm ve benzoik asit miktarı ortalama $54,87 \pm 4,0511$ ppm olarak bulunmuştur. Limon sosu örneklerinde benzoik asit ve sorbik asit miktarı aşağıdaki Çizelge 4.6.’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Limon sosu örneklerinde sorbik asit ve benzoik asit miktarı

Örnek	Sorbik asit			Benzoik asit		
	Min	Max	Ortalama ± Standart sapma	Min	Max	Ortalama ± Standart sapma
1	nd	nd		85,44	205,08	93,28±4,0511
2	191,23	256,31	208,37±9,9374	nd	nd	
3	nd	nd		nd	nd	
4	450,57	469,16	457,49±9,9374	nd	nd	
5	292,65	317,44	301,82±9,9374	nd	nd	
6	278,8	351,66	316,54±9,9374	nd	nd	
7	546,34	639,46	578,41±9,9374	nd	nd	
8	nd	nd		192,14	205,08	197,74±4,0511
9	179,63	182,32	181,31±9,9374	131,08	132,14	131,52±4,0511
10	160,1	195,02	172,25±9,9374	116,55	143,78	126,21±4,0511

**nd: belirlenemedi

Limon sosu örneklerindeki sorbik asit miktarlarına ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre, örnekler arasındaki sorbik asit miktarları farklılık $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Limon suyu örneklerindeki sorbik asit miktarlarına ilişkin varyans analizi

VARYASYON KAYNAKLARI	S.D.	KARELER ORTALAMASI
Örnek	9	233 308**
Hata	50	430**
Toplam	59	

** p<0,01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.8.'de limon sosu örneklerindeki sorbik asit miktarlarının birbirine göre değişimine ilişkin LSD testi sonuçları verilmiştir. Limon sosu örneklerindeki sorbik asit miktarının örnekler arasındaki farklılığını belirlemek için yapılan karşılaştırma sonuçlarına göre; 7 nolu limon sosu örneğinin diğer örneklere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.8. Limon sosu örneklerindeki sorbik asit miktarlarının birbirlerine göre değişimine ilişkin LSD testi sonuçları

Örnek Numarası	Ortalama Değer	Sonuçlar
1	0,000	F
2	208,378	D
3	0,000	F
4	457,495	B
5	301,822	C
6	316,540	C
7	578,412	A
8	0,000	F
9	181,320	D-E
10	172,257	E

Limon sosu örneklerindeki benzoik asit miktarlarına ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre, limon sosu örneklerinin benzoik asit miktarları ile satın alındığı noktalar arasındaki farklılık p<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Limon sosu örneklerindeki benzoik asit miktarlarına ilişkin varyans analizi

VARYASYON KAYNAKLARI	S.D.	KARELER ORTALAMASI
Örnek	9	33 944,4 **
Hata	50	23,4 **
Toplam	59	

** p<0,01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.10’da limon sosu örneklerindeki benzoik asit miktarlarının birbirine göre değişimine ilişkin LSD testi sonuçları verilmiştir. Limon sosu örneklerindeki benzoik asit miktarının örnekler arasındaki farklılığını belirlemek için yapılan karşılaştırma sonuçlarına göre; 8 nolu Limon sosu örneğinin diğer örneklere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.10. Limon sosu örneklerindeki benzoik asit miktarlarının birbirlerine göre değişimine ilişkin LSD testi sonuçları

Örnek Numarası	Ortalama Değer	Sonuçlar
1	93,285	C
2	0,000	D
3	0,000	D
4	0,000	D
5	0,000	D
6	0,000	D
7	0,000	D
8	197,740	A
9	131,520	B
10	126,210	B

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yentür ve Bayhan (1990) meyve sularında benzoik asit miktarının 0,324 ile 0,582 g/kg arasında değiştini ve ortalama 0,405g/kg olduğunu belirlemiştir.

Mota ve ark. (2003) 10 adet meyve suyu, 24 adet reçel, 2 adet jöle, 25 adet sürülebilir yağ, 29 adet sofralık zeytin, 3 adet sos ve 3 adet şarap örneğinden oluşan toplam 87 örnekte sorbik ve benzoik asit miktarını araştırmış olup tüm örneklerde belirlenen miktarların yasal limitler içerisinde olduğunu gözlemlemiştir.

Tüfekçi (2008) yaptığı çalışmada piyasada satışa sunulan bazı meyve sularının ambalaj bilgilerine dayalı olarak koruyucu madde içeriklerini değerlendirmiştir. Etiket bilgisine göre koruyucu madde içermediği belirtilen ve ilgili standartlara göre de koruyucu madde bulunmasına izin verilmeyen meyve suyu örneklerde koruyucu maddelerin varlığını belirlemiştir. Örneklerde sorbik asit değerleri 0-4,85 mg/L arasında ve benzoik asit değerleri ise 0,60-2,71 mg/L arasında değişmiştir.

Leth ve ark. (2010) tüm yiyecek gruplarındaki 2001'den 2006'ya kadar toplam 1526 örnekte 17 kez sorbik ve benzoik asitlerin varlığını incelemiştir. Numunelerin yaklaşık %3'ünde maksimum sınırların aşılması, yasa dışı kullanım ya da bildirim hataları bulunmuştur. Tekrarlanan araştırmalardan yağ bazlı yiyecekler (salatalar ve soslar), marmelat ve haşlanmış meyvelerde kullanılan miktarların tüm dönem boyunca nispeten istikrarlı olduğu ve yasal limitlere uyulduğunu ifade etmiştir.

Amirpour ve ark. (2014) salatalık turşusu, konserve domates salçası, vişne reçeli, alkolsüz içecekler, meyve suları ve süt ürünleri (UF-Feta peynirleri dahil olmak üzere)'nden oluşan 400 adet gıda numunesinde sorbat ve benzoat seviyelerinin belirlenmesi için yüksek performanslı bir sıvı kromatografi yöntemini uygulamışlardır. Numunelerin 98'inde (%24,5) sorbik asit belirlenmiş ve miktarları laktik peynir ile meyve suyunda sırasıyla 20,1 ila 284,3 mg/kg olarak bulunmuştur. Numunelerin 270 adedinde (%67,5) ise benzoik aside rastlanmış ve miktarının laktik peynir ile meyve suyunda sırasıyla 11,9 ila 288,5 mg/kg olduğunu tespit edilmiştir.

Javanmardi ve ark. (2015), 15 alkolsüz içecek, 15 UHT süt, 15 ketçap ve 9 ekmek rneği dahil 54 örnekte UV dedektör kullanarak HPLC ile koruyucu madde varlığını incelemişlerdir. Benzoik asit ml 3,5-1520 $\mu\text{g/mL}$ arasında değişen numunelerin 50 tanesinde tespit edilmiştir. 29 tane örnekte tespit edilen Sorbik asit 0,8 ve 2305 $\mu\text{g/mL}$ aralığında bulunmuştur. Benzoat için tespit limitleri(LOD) ve tayin limitleri(LOQ) 0,1 ve 0,5 $\mu\text{g/mL}$ ve sorbat için tespit limitleri (LOD) ve tayin limitleri (LOQ) 0,08 ve 0,3 $\mu\text{g/mL}$ olarak bulunmuştur. Sonuçlar, benzoik asit ve sorbik asidin, İnan'da gıda ürünlerinde yaygın olarak kullanıldığını göstermektedir.

Mohammad ve Hassan (2016) yaptıkları çalışmada 2 adet yumuşak içecek, 5 tane sos ve ketçap, 4 adet domates püresi, 2 adet meyve suyu ve 3 adet limon suyu örneğinde koruyucu maddelerin varlığını incelemişlerdir. Limon sularında sorbik asit miktarını sırasıyla 97,9 ppm, 103,6 ppm, 100,3 ppm olarak belirlerken, sodyum benzoat miktarını ise sırasıyla 112,5 ppm, 109,0 ppm, 109,0 ppm olarak tespit etmişlerdir.

Bu bilgiler doğrultusunda bu çalışmanın kapsamını, limon suyu ve limon soslarında gıda koruyucusu olarak kullanılan benzoik asit ve sorbik asidin HPLC analizi ile elde edilen sonuçları aşağıda özetlenmiştir.

- a) İncelenen 10 adet limon suyu örneklerinde 2 tanesinde sorbik asit ve benzoik asit tespit edilememiş olup, 4 tanesinde yalnızca sorbik asit ve 4 tanesinde hem sorbik asit hem benzoik asit kullanıldığı tespit edilmiştir. Limon suyu örneklerinde sorbik asit miktarı 94,46-552,07 ppm arasında ve benzoik asit miktarı ise 102,63-205,08 ppm arasında belirlenmiştir.
- b) İncelenen 10 adet limon sosu örneğinin 1 tanesinde sorbik asit ve benzoik asit tespit edilememiş olup, 5 tanesinde yalnızca sorbik asit, 2 tanesinde yalnızca benzoik asit ve 2 tanesinde sorbik asit ve benzoik asidin birlikte kullanıldığı tespit edilmiştir. Limon sosu örneklerinde sorbik asit miktarı

ortalama $221,62 \pm 9,9375$ ppm ve benzoik asit miktarı ortalama $54,87 \pm 4,0511$ olarak bulunmuştur.

Bu çalışmada, Türk Gıda Kodeksi TS13551 Limon Sosu Standardı'na ve Türk Gıda Kodeksi 13534 Limon Suyu Standardı'na göre limon soslarında ve limon sularında belirtilen yasal limitlere uyulmayan örneklerin olduğu saptanmıştır.

Çalışmamızda çeşitli marketlerden alınan 10 adet limon suyu ve 10 adet limon sosu örneğinde sorbik asit, benzoik asit ve benzoik ile sorbik asit toplam miktarlarının Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'nde belirtilen yasal limitleri geçmediği belirlenmiş olup bu doğrultuda ambalajlı sosların toplum sağlığı açısından risk oluşturmadığı gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlar kısıtlı literatür ile uyumlu bulunmuştur.

Gıda katkı maddelerinin sağlık üzerine etkileri ancak gıdalara çok yüksek dozlarda katılmış olmaları sonucu ya da uzun süreli olarak tek yönlü beslenme sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda epidemiyolojik çalışmalar ivme kazanmalıdır. Tüketiciler, özellikle adölesan, gebe, emzikli, çocuklar ve yaşlılar gıda katkı maddeleri ve zararları konusunda aydınlatılmalı ve özellikle katkısız taze besinleri tüketmeleri sağlanmalıdır. Tüketici gıda satın alırken gıdanın etiket bilgisine mutlaka dikkat etmeli ve bu bilgilere güvenmelidir. Tüketicinin sağlıklı gıdalarla beslenme, eğitime/bilinçlendirilme ve korunma hakları dikkate alınarak üretimler ve üreticiler kontrol edilmeli, denetlenmeli ve denetim mekanizması iyileştirilmelidir.

Gıda katkı maddelerinin insan sağlığına zarar vermeyecek düzeyde kullanımının ve kontrollerinin devam etmesi bu konudaki çalışmaların artırılması gerekmektedir. Bu nedenle sorbik asit ve benzoik asit kullanımının meyve bazlı soslarda Türk Gıda Kodeksi'nde belirtilen sınırlar içerisinde olup olmadığının etkin bir şekilde kontrol edilmediği ve meyve bazlı soslarda koruyucularla ilgili daha önce yapılmış bir çalışma bulunmadığı için "Bursa ilindeki Tüketime Sunulan Limon Suyu ve Limon Sosunda Sorbik Asit ve Benzoik Asit Miktarlarının Belirlenmesi" tez konusu olarak düşünülmüştür.

KAYNAKLAR

- Abdurmumeen, H.A., Risikat, A.N., Sururah. A.R. 2012.** Food : Its preservatives, additives and applications. *International Journal of Chemical and Biochemical Sciences*. Department of Chemistry, University of Ilorin, P.M.B. 1515, Ilorin- Nigeria.
- Alger, H.M., Maffini, M.V., Kulkarni, N.R., Bongard, E.D., Neltner, T. 2013.** Perspectives on how FDA as-sesses exposure to food additives when eval-uating their safety: workshop proceedings. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*;12(1):90-113.
- Alpözen, E. 2007.** Sorbik asit ve gıdalarda kullanımı. *Ordu Gıda Güvenliği Dergisi*, 28-30.
- Altuğ, T. 2009.** Gıda katkı maddeleri, İzmir, s:3,17-30,113-124,145-225.
- Amirpour, M., Arman, A., Yolmeş, A., Akbari, M.,Moradi-Khatoonabadi A., 2015.** Sodium benzoate and potassium sorbate preservatives in food stuffs in İran. *Food Additives and Contaminants Journal*. Vol:8 pages:142-148.
- Angış, S., Oğuzhan, P. 2008.** Su ürünlerinde kullanılan katkı maddeleri. Türkiye 10. Gıda Kongresi, Erzurum, 603-606,.
- Angiolillo, L., Conte, A., Del Nobile. M.A. 2014.** Food Additives: Natural Preservatives, Reference Module in Food Science, Encyclopedia of Food Safety, Volume 2:474-476.
- Anonim, 1996.** Gıdalarda katkı-kalıntı ve bulaşanların izlenmesi. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Bursa, 196 s.
- Anonim, 1997.** Nordic Committee on Food Analysis. No: 124, Second Edition, 1997, pp 7.
- Anonim, 1998.** Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. İstanbul Ticaret Odası. Yayın No: 1998-2. Lebib Yalkın Yayınları, İstanbul.
- Anonim, 2003.** Genotyping as a Scrapie Tool. National Institute of Animal Agriculture, 2003, USA.
- Anonim, 2010.** MAFF Food regulations. https://www.jetro.go.jp/ext_images/en/reports/regulations/pdf/foodext2010e.pdf (Erişim tarihi:12.08.2019).
- Anonim, 2011.** Sri Lanka Food Standards for preservatives. [http://www.health.gov.lk/enWeb/FOODWEB/files/regulations/draft/Food%20\(Preservatives\)%20Regulations%20-%202010.pdf](http://www.health.gov.lk/enWeb/FOODWEB/files/regulations/draft/Food%20(Preservatives)%20Regulations%20-%202010.pdf) (Erişim tarihi: 12.08.2019)
- Anonim, 2012a.** Türk Standartları Enstitüsü 13543 Limon Suyu Tebliği, Ankara.
- Anonim, 2012b,** Türk Standartları Enstitüsü 13551 Limon Sosu Tebliği, Ankara.
- Anonim, 2016.** Avustralya NZFS Substances that may be used as food additives. <https://www.legislation.gov.au/Details/F2016C00194> (Erişim Tarihi: 12.08.2019)
- Anonim, 2018a.** TÜİK, Bitkisel üretim istatistikleri Veritabanı, Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- Anonim, 2018b.** FSA, Food Additives Legislation Guidance To Compliance . <https://www.food.gov.uk/sites/default/files/media/document/food-additives-legislation-guidance-to-compliance.pdf> (Erişim tarihi: 12.08.2019)
- Anonim, 2018c.** Commission regulation (EU) 2018/98, 2018. European Parliament and of the Council, No:1333/2008 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0098&from=EN> (Erişim tarihi: 12.08.2019)

- Anonim, 2019a.** FAO/WHO /Codex alimentarius Food preservatives regulations.http://www.fao.org/fao- (Erişim tarihi: 12.08.2019)
- Anonim, 2019b.** CFIA List of Permitted Preservatives. https://www.canada.ca/en/health-canada/services/food-nutrition/food-safety/food-additives/lists-permitted/11-preservatives.html (Erişim tarihi: 12.08.2019)
- Arslan, G. 2011.** Gıda Katkı maddeleri ve yeni yapılan dioksimlerin gıda katkı maddesi olarak kullanılabilirliğinin araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, S.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, KONYA.
- Ash, M., Ash, I. 2008.** Handbook of food additives, 3rd edition. Synapse Information Resources Inc. 1263 p.
- Ashmawy, M.M., Ibrahim, J. 2009.** Influence of potassium sorbate on the growth of yeasts and moulds in yoğurt. *Society of Dairy Technology*, 62, 224-227.
- Aslin Sanofer, A. 2014.** Role of citrus fruits in health. *Journal Pharma Science & Research*, Vol. 6 (2), 121-123.
- Barlow, S.M. 2013.** Safety of food additives in Europe. In Essential Guide to Food Additives, 4th edition, Editor: Mike Saltmarsh, 14 – 30.
- Başoğlu, F. 2013.** Gıda katkı maddeleri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No:110.
- Boğa, A., Binokay, S. 2010.** Gıda katkı maddeleri ve sağlığımıza etkileri. dergipark.ulakbim.gov.tr/ arşiv;19-141
- Boylston, T.D., Wang, H, Reitmeier, C. A., Glatz, B.A. 2003.** Effects of processing treatment and sorbate addition on the flavor characteristics of apple cider. *Journal Agriculture Food Chemistry.*, 51, 1924-1931.
- Burt, S.A. 2004.** Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods. Av review, Inter. *Journal Food Microbiolgy*, 94: 223-253.
- Caristi, C., Bellocco, E., Leuzzi, U. 2003.** Flavonoids detection by HPLC-DAD-MS-MS in lemon juices from Sicilian cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. DOI:10.1021/jf0262357.
- Carocho, M., Barreiro, M.F., Morales, P., Ferreira I.C.F.R. 2014.** Adding Molecules to food, pros and cons: a review on synthetic and natural food additives.Comprehensive review in food science and food safety, 13:377-399
- Cemeroğlu, B. 1982.** Meyve Suyu Üretim Teknolojisi. Teknik Basım Sanayi Matbaası, Ankara.
- Cemeroğlu, B. 2009.** Meyve ve sebze işleme teknolojisi.1.Cilt. 3. Baskı. Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları,79–95.
- Cemeroğlu, B. ve Acar, J. 1988.** Meyve ve sebze işleme teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği, Yayın No:6, Ankara.
- Cemeroğlu, B., Karadeniz, F. 2001.** Meyve suyu üretim teknolojisi 2. Gıda Teknolojisi Derneği, Yayın No:25.Ankara.
- Cirmi,S., Maugeri, A., Ferlazzo, N., Gangemi, S ., Calapai,G .,Schumacher, U. , Navarra, M.,2017.** Anticancer potential of citrus juices and their extracts: a systematic review of both preclinical and clinical studies. *Front Pharmacolgy*. 2017; 8: 420.
- Çopur, U.Ö., Kılıç,O., Başoğlu,F. 1997.** Meyve sebze işleme teknolojisi. U. Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Ders Notları No:73 s.103-112, Bursa.
- Dasenaki, M.E., Thomaidis, N.S. 2019.** Quality and authenticity control of fruit juices-a review. *Molecules* 24, 1014; 35 p
- Davidson, M.P., Sofos, J.N., Branen, A.L. 2005.** Antimicrobials in food. CRC Press, 2-73.

- Demirtaş, B. 2005.** Türkiye’de limon üretimi ve pazar yapısı. *Doktora tezi*. Ç. Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı.
- Desphande, S.S. 2003.** Hand of food toxicology. Indus Therapeutics Inc, India.
- Dinçoğlu, A., H. 2005.** Sorbik asit ve tuzlarının süt ve süt ürünlerinde kullanımı. Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları.4:1.
- Duarte, A., D. Caixeirinho, G. Miguel, C. Nunes, M. Mendes, and A. Marreiros. 2010.** Vitamin C content of citrus from conventional versus organic farming systems. *Acta Horticulture* 868:389-394.
- Duthie, G., A. Crozier. 2000.** Plant-derived phenolic antioxidants, *Curr. Opin. Lipidol.*, 11: 43-47.
- Egger, J., Carter, CM., Graham, PJ., Gumley, D., Soothill, JF. 1985.** Controlled trial of oligoantigenic treatment in the hyperkinetic syndrome. *Lancet*; 1 (8428): 540-5.
- Ekşi, A. 1988.** Meyve suyu durultma tekniği. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları: 9, 127 s., Ankara.
- Emil, T. 2003.** Narenciye sektör profili. İstanbul Ticaret Odası Etüt ve Araştırma Şubesi.
- EPA, 1993.** Reference Dose (RfD): Description and Use in Health Risk Assessments. <https://www.epa.gov/iris/reference-dose-rfd-description-and-use-health-risk-assessments> (Erişim tarihi: 06.09.2019).
- Erkmen, O. 2010.** Gıda kaynaklı tehlikeler ve güvenli gıda üretimi. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi* 2010; 53: 220-235.
- FAO, 2016.** Food and Agriculture Organization Of The United Nations. (<http://www.fao.org>). Bitkisel Üretim Miktarları(Erişim tarihi: 12.06.2019).
- FAO, 2019.** Food and Agriculture Organization Of The United Nations. (<http://www.fao.org>). Bitkisel üretim verileri(Erişim tarihi: 12.07.2019).
- González-Molina, E., Domínguez-Perles, R., Moreno, D. A., García-Viguera,C. 2010.** Natural bioactive compounds of citrus limon for food and health. *Journal Of Pharmaceutical And Biomedical Analysis*, 51 (2): 327 – 345.
- Gökalp, H., Kaya, M., Zorba. 2002.** Et ürünleri işleme mühendisliği. A.Ü., Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum.
- Gülderen, Y., Bayhan, A.,1990.** Bazı gıda maddelerinde sorbik asit ve benzoik asit miktarlarının araştırılması. *Gıda Dergisi*, 15(2), 79-82.
- Hajimahmoodi, M., Moghaddam, G., Mousavi, S.M., Sadeghi1, N., Oveisil, M.R., Jannat, B. 2014.** Total antioxidant activity, and hesperidin, diosmin, eriocitrin and quercetin contents of various lemon juices. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research* 13 (6): 951-956.
- Hızal, A.Y. 1990.** Turunçgil meyvelerinde hasat ve depolama. Turunçgiller ve Subtropik Meyveler Semineri, 19-23 Kasım, Antalya, 135-143.
- Hoover, D. and Milich, R. 1994.** Food additives may affect kid’s hyperactivity. *Journal of Abnormal Child Psychology*. 22, 501-515.
- Houghton, M. 2002.** The American Heritage Food Science Dictionary. <https://cfpub.epa.gov/ncea/pprtv/documents/BenzoicAcid.pdf>(Erişim tarihi: 12.08.2019)
- Hui, Y. H., Sandhu, S.K., Minhas, K. S. 2006.** Handbook of fruits and fruit. Blackwell Publishing,UK.
- Inetianbor, J. E., J. M. Ykubu and S. C. Ezeonu. 2015.** Effects of food additives and preservatives. A review. *Asian Journal Science Technology*. 6(2): 1118-1135.
- Javanmardi, F., Nemati, M., Ansarin, M., Arefhossein, S. 2015.** Benzoic and sorbic acid in soft drink, milk, ketchup sauce and bread by dispersive liquid–liquid

microextraction coupled with HPLC. *Food Additive Contamination Part B Surveill.* 8(1):32-9.

JECFA, 2006. Combined compendium of food additive specifications. all specifications monographs from the 1st to the 65th meeting (1956–2005). <http://www.fao.org/3/a-a0691e.pdf> (Erişim tarihi: 12.08.2019)

Jukes, D. 2013. The development of food additive legislation in Europe. In *Essential Guide to Food Additives*, 4th edition, Editor: Mike Saltmarsh, 31 – 43.

Kafa, G. 2015. Türkiye’de yetiştirilen başlıca limon çeşitleri. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Erdemli.

Kalyoncu, F., 2008. Gıda sanayinde sıklıkla kullanılan antifungal katkı maddeleri. *e-Journal of New World Sciences Academy 2008*, Volume: 3, Number: 3.

Kato, Y., Domoto, T., Hiramitsu, M., Katagiri, T., Sato, K., Miyake Y., Aoi S., Ishihara, K., Ikeda, H., Umei, N., Takigawa, A., Harada, T. 2014. Effect On Blood pressure of daily lemon ingestion and walking. *Journalist Nutrition and Metabolism.* 912684.

Kawaii, S., T. Yasuhiko, K. Eriko, O. Kazunori, Y. Masamichi, K. Meisaku, Chihiro Ito and F. Hiroshi. 2000. Quantitative study of flavonoids in leaves of citrus plants. *Journal Agriculture Food Chemistry*, 48: 3865-3871.

Kepiro, J. L., and M. L. Roose. 2007. Nucellar embryony. Pp. 141-150 in *citrus breeding and biotechnology*, I. A. Khan, ed. Oxfordshire, UK: CABI.

Khoshnoud, M.J., Siavashpour, A., Bakhshizadeh, M., Rashedinia, M. 2017. Effects of sodium benzoate, a commonly used food preservative, on learning, memory, and oxidative stress in brain of mice. *Journal Biochemistry Toxicol:* e22022.

Kıvanç, M. 1989. Gıda koruyucusu olarak sorbik asit ve tuzları, I- Genel Özellikler. *Gıda*, 14 (5): 315-320.

Kumar, V. 2007. The secret of benefits lemon and honey. New Dawn Press, Sterling Publishers, India.

Landrigan, P.J., Goldman, L.R. 2011. Children’s vulnerability to toxic chemicals: a challenge and opportunity to strengthen health and environmental policy. *Health Aff (Millwood).*;30(5):842–850.

Lennerz, B., Vafai, S.B., Delaney, N.F., Clish, B, Deik, A.A., Pierce, K.A., Ludwig, D.S., Mootha, V.K. 2015. Effects of sodium benzoate, a widely used food preservative, on glucose homeostasis and metabolic profiles in humans. *Mol Genet Metab.* 114 (1): 73–79.

Leth, T., Christensen, T., Larsen, I. 2010. Estimated intake of benzoic and sorbic acid in Denmark. *Food Additives & Contaminants: Part B Journal* pp.783-792.

Lino, C.M., Pena, A. 2010. Occurrence of caffeine, saccharin, benzoic acid and sorbic acid in soft drinks and nectars in portugal and subsequent exposure assessment. *Food Chemistry*, 121, 503-508.

Lück, E. 2009. Food applications of sorbic acid and its salts. *Food Additives And Contaminants Journal.* Vol:7 pages711-715.

Minato, K., Miyake, Y., Fukumoto, S., Yamamoto, K., Kato, Y., Shimomura, Y., Osawa, T. 2003. Lemon flavonoid, eriocitrin, suppresses exercise-induced oxidative damage in rat liver. *Life Science.* 72 (14): 1609-1616.

Mitleas, S.L. 2007. The science of food therapy holistic gerontology, the science of nutritional supplementantation. Academy Of Integrated Medicine, Canada.

- Mohammad, H., Hassan B. 2017.** Chemical composition and biological activities of lemon (citrus limon) leaf essential oil. *Nutrition and Food Sciences Research*, Vol 4, No 4, Oct-Dec 2017, pages: 15-24.
- Mohanapriya, M., Ramaswamy, R., Rajendran, R. 2013.** Health and medicinal properties of lemon (citrus limonum). *International Journal of Ayurvedic and Herbal Medicine* 3:1 (2013)1095:1100.
- Mota, F.J.M., Ferreira, I.M.P.L.V.O., Cunha, S.C., Beatriz, M., Oliveira, P.P. 2003.** Optimisation of extraction procedures for analysis of benzoic and sorbic acids in food stuffs. *Food Chemistry*, 82: 469-473.
- Msagati, T. A. M. 2013.** Chemistry of food additives and preservatives. Publish of Wiley- Blackwell.
- Neltner, T.G., Alger, H.M., O'Reilly, J.T., Krinsky, S., Bero, L.A., Maffini, M.V. 2013.** Conflicts of interest in approvals of additives to food determined to be generally recognized as safe: out of balance. *JAMA Internal Medicine.*;173(22):2032–2036.
- Neto, H.A.P., Ausina, P., Gomez, L.S., Leandro, J.G.B., Zancan, P., Sola-Penna, M. 2017.** Effects of food additives on immune cells as contributors to body weight gain and immune-mediated metabolic dysregulation. *Front Immunol.* 8: 1478.
- Nettis, E., Colanardi, M.C., Ferrannini, A., Tursi, A. 2004.** Sodium Benzoate-Induced Repeated Episodes of Acute Urticaria/Angio-Oedema: Randomized Controlled Trial. *Journal Dermatol*, 151(4), 898-902.
- Ortuno, A.A., P. Baidez, M.C. Gomez, I. Arcas, A.G. Porrás and J.A. Del Rio. 2006.** Citrus paradise and citrus sinensis flavonoids: their influence in the defence mechanism against penicillium digitatum. *Food Chemistry.*, 98(2): 351-358.
- Otero-Losada, M.E. 2003.** Differential changes in taste perception induced by benzoic acid prickling. *Physiology & Behavior*, 78, 415–425.
- Parke, D.V., Lewis, D.F. 1992.** Safety aspects of food preservatives. *Food Additives and Contaminants*, 9(5):561-577.
- Penniston, K., Nakada S.Y., Holmes R. P., Assimos D. G. 2008.** Quantitative assessment of citric acid in lemon juice, lime juice, and commercially-available fruit juice products. *Journal of Endourology*, 22:3.
- Pongsavee, M. 2015.** Effect of sodium benzoate preservative on micronucleus induction, chromosome break, and ala40thr superoxide dismutase gene mutation in lymphocytes. *Biomed Research Internal*. 103512.
- Pressman, P., Clemens, R., Hayes, W., Reddy, C. 2017.** Food additive safety: A review of toxicologic and regulatory issues. *Toxicology Research and Application* 1: 1–22.
- Quemener, B., Marot, C., Mouillet, L., Da Riz, V. & Diris, J. 2000.** Quantitative analysis of hydrocolloids in food systems by methanolysis coupled to reverse HPLC. Part 1. Gelling carrageenans. *Food Hydrocolloids* 14, 9-17.
- Rangan, C., Barceloux, D.G. 2009.** Food additives and sensitivities. *Disease a Month*, 55: 292-311.
- Ri'Oa, J.A. Del, M.D. Fustera, P. Gomeza, I. Porrásb, A. Garcí'Aldo'Nb, A. Ortun~ Oa. 2004.** Citrus limon: a source of flavonoids of pharmaceutical interest. *Food Chemistry*, 84, 457–461.
- Richard, R., Totowa, N.J. 1995.** The history of food preservation. *Technology in food production*, 152.

- Richardson, V., Freeman, E., Fitzpatrick, L., Amirat, L., Kubo, M., Li, M. 2013.** Legislation for food additives outside Europe. In essential guide to food additives, 4th edition, Editor: Mike Saltmarsh, 65 – 90.
- Robin, A.L., Sankhla, D. 2013.** European legislative framework controlling the use of food additives. In Essential Guide to Food Additives, 4th edition, Editor: Mike Saltmarsh, 44 – 64.
- Ruberto, G. 2002.** Analyses of volatile components of citrus essential oils. IN: Jackson J.F. and Linkens H.F.(Editors), Analyses of Taste and Aroma.
- Russell, N. J., Gould, W. G.2003.**Food Preservatives. Second editon, Springer Science & Business Media.
- Saad, B., F. Bari., M. I. Saleh., K. Ahmad., M. K. Talib. 2005.** Simultaneous determination of preservatives (benzoic acid, sorbic acid, methylparaben and propylparaben) in foodstuffs using high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography* ,1073 (2005) 393–397.
- Saldamlı, İ. 1985.** Gıda katkı maddeleri ve ingredientler. Hacettepe Üniversitesi Yayınları., 63-68Ankara.,
- Salehi, S., Khodadadi, I., Akbari-adergani, B., Shekarchi, M., Karami, Z. 2017.** Surveillance of sodium benzoate and potassium sorbate preservatives in dairy products produced in Hamedan province, north west of Iran. *International Food Research Journal*. 24(3): 1056-1060
- Saltmarsh, M., Insall, L. 2013.** Food additives and why they are used. In Essential Guide to Food Additives, 4th edition, Editor: Mike Saltmarsh, 1-13.
- Santini, A.O., Pezza, H.R., Filho, J.C., Sequinel, R., Pezza, L. 2009.** Potentiometric sensor for sorbic acid determination in food products. *Food Chemistry*, 115, 1563-1567.
- Sarıkaya, R., K. Solak, 2003.** Benzoik asitin drosophila melanogaster’de somatik mutasyon ve rekombinasyon testi ile genotoksisitesinin araştırılması. GÜ, *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Cilt 23 Sayı 3 (2003) 19-32.
- Scotter, M., Castle, L. 2004.** Chemical interactions between additives in foodstuffs: A review. *Food Additives and Contaminants* 21(2):93-124.
- Seachrist, D.D., Bonk, K.W., Ho, S.M., Prins, G.S., Soto, A.M., Keri, R.A. 2016.** A review of the carcinogenic potential of bisphenol A. *Reprod Toxicol.*;59:167–182.
- Seetaramaiah, K., Smith, A.A., Murali, R., Manavalan, R. 2011.** Preservatives in food products – review. *International Journal of Pharmaceutical & Biological Archives*, 2(2): 583-599.
- Shad, M.A., Zafar, Z.I., Nawaz, H., Anwar, F. 2012.** Effect of sorbic acid and some other food preservatives on human serum cholinesterase activity. *African Journal of Biotechnology* 11(51): 11280-11286.
- Shahmihammadi, M., Javadi, M., Nassiri-Asl, M. 2016.** An overview on the effects of sodium benzoate as a preservative in food products. *Biotechnology Health Science*. In press(In press):e35084.
- Sharma, D., Javed, S., Saxena, P., Babbar, P., Shukla, D., Srivastava, P., Vats, S. 2018.** Food additives and their effects: a mini review. *International Journal of Current Research*, 10(06): 69999-70002.
- Silva, M., Lidon, F. 2016.** Food preservatives – an overview on applications and side effects. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 2016. 28(6): 366-373.
- Simon, A.R., Stevenson, D.D. 1998.** Adverse reactions to food and drug additives, allergy principles and practice. St. Louis: Mosby, 1183-1198.

- Sofos, J. N. 1992.** Sorbic acid, mode of action, in encyclopedia of microbiology. Volume 4, Lederberg, J., Ed., Academic Press, Inc., San Diego, CA, 43–52,.
- Sofos, J. N. 2000.** Sorbate food preservatives. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Stanway, P. 2011.** The miracle of lemons. Publish of Watkins 2011.
- Statham, J. A., Mcmeekin, T. A. 1988.** The effect of potassium sorbate on the structural integrity of *alteromonas putrefaciens*, *Journal Application. Bacteriology*, 65, 469–476.
- Suman, M., Silva, G., Catellani, D., Bersellini, U., Caffarra, V. & Careri, M. 2009.** Determination of food emulsifiers in commercial additives and food products by liquid chromatography/atmospheric-pressure chemical ionization mass spectrometry. *Journal of Chromatography*, 1216, 3758-3766.
- Swingle, W.T., Reece, P.C. 1967.** The citrus industry. Vol. 1, University of California, p.190-430, Berkely, USA.
- Tfouni, S.A.V., Toledo, M.C.F. 2002.** Estimates of the mean per capita daily intake of benzoic and sorbic acids in Brazil. *Food Additives and Contaminants*, 19-7, 647-654.
- TGK, 2016.** Türk gıda kodeksi gıda katkı maddeleri yönetmeliği, 2013. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, No: 28693, Ankara. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/06/20130630-4.htm> (Erişim tarihi: 12.08.2019).
- Thakur, B.R., Singh, R.K., Arya, S.S. 2009.** Chemistry of sorbates—a basic perspective. *Food Review International*. Vol.10 pages71-91.
- Theron, M., Lues, J. 2007.** Organic acids and meat preservation: a review, *Food Reviews International*, 23, 141-158.
- Topal, M., Arslan, E., Aslan, S., 2011.** Limon kabuğu kullanarak sulu çözeltilerden Cu(II)giderimi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 27(3):265-270.
- Trasande, L., Shaffer, R.M., Sathyanarayana, S. 2018.** Food additives and child health. *pediatrics*. *Pediatrics*,142 (2): e20181410.
- Tripoli, E., Guardia, M.L., Giammanco, S., Majo,D.D., Giammanco, M. 2007.** citrus flavonoids: molecular structure, biological activity and nutritional properties: A review. *Food Chemistry* 104, 466–479.
- Tuncel, E. 2009.** Hayvan ıslahı. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Notları No: 46, Bursa, 216 s.
- Uçan, F., Ağçam, E., Akyıldız, A. 2014.** Doğal bulanık limon suyu üretimi üzerine bir araştırma. *Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü*, 39 (1): 25-32,Kilis.
- Ünlütürk, A., Turantaş, F. 1998.** Gıda mikrobiyolojisi. Mengi Tan Basımevi, 1. Baskı, ISBN 975-483-383-4, İzmir.
- Ürdün, S.A. 2003.** Encyclopedia of food sciences and nutrition 2nd Edition. Academic Press.
- Voss, C. 2002.** Veneno no seu prato, Utilidades e riscos dos aditivos alimentares. 1ª ed. EDIDECO – Editores Para a defesa do consumidor Lda. Lisboa.
- Walker, R. 1990.** Toxicology of sorbic acid and sorbates. *Food Additive & Contaminants.*, 7, 671 -676.
- Wedzicha, B.L. 2003.** Chemical interactions between preservatives. Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (Second Edition) UK.

WHO. 2005. Benzoic acid and sodium benzoate. concise international chemical assessment document 26. https://www.who.int/ipcs/publications/cicad/cicad26_rev_1.pdf (Erişim tarihi: 12.08.2019).

Yavuzer, G. 2007. The use of computerized gait analysis in the assesment of neuromusculoskeletal disorders. *Journal of Physical Medicine and Rehabilitation Sciences*, 10(2): 43-45.

Yentür,G., Bayhan, A. 1990. Bazı gıda maddelerinde sorbik ve benzoik asit miktarının araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, G.Ü. Eczacılık Fakültesi Besin Ürünleri Analizleri Anabilim Dalı.



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Nihal BARLAK
Doğum Yeri ve Tarihi : Bursa/11.04.1989
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu
Lise : Cem Sultan Lisesi
Lisans : Uludağ Üniversitesi Gıda Mühendisliği
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi Endüstri Mühendisliği

İletişim (e-posta) : barlaknihal@gmail.com

Yayınları :

Akpınar-Bayizit, A., Ozcan, T., Yılmaz-Ersan, L., Barlak, N., Hoca, G. 2019.
Quantitation of benzoic and sorbic acid levels from green olives by high-performance liquid chromatography. *MOJ Food Processing Technology*, 7(1): 4–9.