



**T.C.  
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**GSM 900 ve GSM 1800 RADYASYONUNUN *İN VİTRO* VE MEYVE  
SUYUNDA ÇEŞİTLİ MİKROORGANİZMALAR İLE  
ANTİOKSİDAN ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Hazırlayan  
Şeyda Merve İLTER**

**1. Danışman  
Doç. Dr. Osman SAĞDIÇ  
2. Danışman  
Doç. Dr. İbrahim DEVELİ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Ocak 2012  
KAYSERİ**



**T.C.  
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**GSM 900 ve GSM 1800 RADYASYONUNUN *İN VİTRO* VE  
MEYVE SUYUNDA ÇEŞİTLİ MİKROORGANİZMALAR  
İLE ANTİOKSİDAN ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİLERİ**

**(Yüksek Lisans Tezi)**

**Hazırlayan  
Şeyda Merve İLTER**

**1. Danışman  
Doç. Dr. Osman SAĞDIÇ  
2. Danışman  
Doç. Dr. İbrahim DEVELİ**

**Bu çalışma; Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma  
Projeleri Birimi tarafından FBY-11-3676 kodlu proje ile  
desteklenmiştir.**

**Ocak 2012  
KAYSERİ**

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

şeyda Merye İLTER  


“GSM 900 ve GSM 1800 Radyasyonunun *in vitro* ve Meyve Suyunda Çeşitli Mikroorganizmalar ile Antioksidan Özellikler Üzerine Etkileri” adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ne uygun olarak hazırlanmıştır.

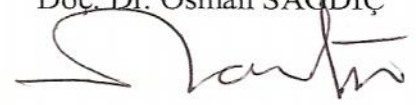
Tezi Hazırlayan

Şeyda Merve ALTER



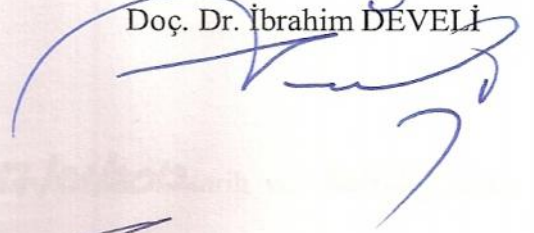
1. Danışman

Doç. Dr. Osman SAĞDIÇ

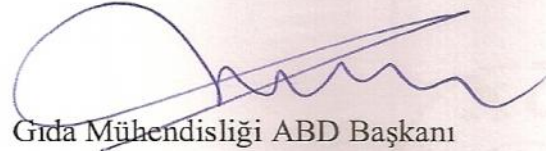


2. Danışman

Doç. Dr. İbrahim DEVELİ



Gıda Mühendisliği ABD Başkanı



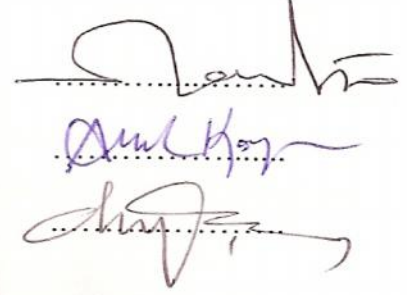
Prof. Dr. Mehmet HAYTA

Doç. Dr. Osman SAĞDIÇ ve Doç. Dr. İbrahim DEVELİ danışmanlığında Şeyda Merve İLTER tarafından hazırlanan “GSM 900 ve GSM 1800 Radyasyonunun *in vitro* ve Meyve Suyunda Çeşitli Mikroorganizmalar ile Antioksidan Özellikler Üzerine Etkileri” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

16/01/2012

**JÜRİ:**

Danışman :Doç. Dr. Osman SAĞDIÇ  
Üye : Doç. Dr. Ahmed KAYACIER  
Üye :Yrd. Doç. Dr. Hasan YALÇIN

**ONAY:**

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun **17/01/2012** tarih ve **2012/04-07** sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Prof. Dr. Necmettin MARAŞLI  
Enstitü Müdürü

## TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca zengin bakış açısıyla beni aydınlatan ve danışmanlığında çalışmaktan hep mutlu olduğum danışman hocam Sayın Doç. Dr. Osman SAĞDIÇ' a yüksek lisans tez çalışmamda gösterdiği ilgi ve sabrından dolayı çok teşekkür ederim.

Tez çalışmam süresince zaman ayırarak emeklerini esirgemeyen ve yol gösteren ikinci danışman hocam Sayın Doç. Dr. İbrahim DEVELİ' ye çok teşekkür ederim.

Ayrıca,

Tez çalışmalarım boyunca hiçbir yardımını esirgemeyerek büyük bir sabırla ilgilenen ve çalışmalarımda büyük katkısı olan Arş. Gör. İsmet ÖZTÜRK'e,

Çalışmalarımda desteklerini esirgemeyen bölüm başkanımız Prof. Dr. Mehmet HAYTA başta olmak üzere diğer bütün bölüm hocalarıma,

Tez çalışmam boyunca her türlü sıkıntı ve problemimde beni yalnız bırakmayarak yanımda hissettiğim ve sadece tez çalışmamda değil hayatımda büyük yeri olan arkadaşlarım Arş. Gör. Büşra POLAT, Şirin OBA, Bilge TAŞTEMUR ve tez yazımımın en önemli aşamalarında zamanının büyük çoğunluğunu aldığım ve bu durumdan şikâyetçi olmayan Çevre Yüksek Müh. Eda CENGİZ' e,

Her anımda yanımda olan, bir ferdi olmaktan büyük gurur duyduğum aileme

Teşekkürü bir borç bilirim.

Şeyda Merve İLTER

Ocak 2012

**GSM 900 ve GSM 1800 RADYASYONUNUN *İN VİTRO* VE MEYVE  
SUYUNDA ÇEŞİTLİ MİKROORGANİZMALAR İLE ANTIOKSİDAN  
ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Şeyda Merve İLTER**

**Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Yüksek Lisans Tezi, Ocak 2012**

**1. Danışman: Doç. Dr. Osman SAĞDIÇ**

**2. Danışman: Doç. Dr. İbrahim Develi**

**ÖZET**

Bu çalışmada hücrel gezin haberleşme için kullanılan GSM 900 ve GSM 1800 cep telefonu şebekesinden elde edilen radyasyonun, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* ve *Listeria monocytogenes* 'ten oluşan patojen bakterilere, *Lactobacillus plantarum* ve *Lb. sakei* 'den oluşan laktik asit bakterilerine ve aynı zamanda *Saccharomyces cerevisiae*, *Zygosaccharomyces rouxii* ve *Z. bailii* 'den oluşan mayalara karşı etkinliği araştırılmıştır. Çalışma kapsamında seçilen mikroorganizmalar, elma ve üzüm suyuna inoküle edilerek meyve suyunda cep telefonu radyasyonunun inaktivasyon etkisi ile GSM 900 ve 1800 bantlarına maruz kalan meyve sularının fizikokimyasal ve biyoaktif özelliklerdeki değişimler belirlenerek sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. GSM 900 ve GSM 1800 cep telefonu şebekesinden kaynaklanan radyasyonu, mayalar üzerine açık bir inhibitif etkiye sahipken, aksine laktik asit bakterilerini stimüle edici etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca patojen bakterilere karşı uygulanan cep telefonu şebekesinden elde edilen radyasyonun belirli bir frekans ve belirli bir zaman diliminde etkili olduğu ancak radyasyona maruziyet devam ettikçe gelişmeye devam ettikleri belirlenmiştir. Radyasyon uygulanan meyve sularının fizikokimyasal özelliklerinden olan renk değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemli iken, diğer parametrelerdeki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Radyasyon uygulanan meyve sularının biyoaktif özelliklerinin de (toplam fenolik madde içeriği, antiradikal ve antioksidan aktivite) olumlu yönde değiştiği saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** GSM 900, GSM 1800, radyasyonu, patojen bakteriler, laktik asit bakterileri, mayalar



**EFFECT OF GSM 900 AND GSM 1800 RADIATION ON VARIOUS  
MICROORGANISMS AND ANTIOXIDANT PROPERTIES *IN VITRO* AND  
FRUIT JUICES**

**Şeyda Merve İLTER**

**Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences**

**M.Sc.Thesis, January 2012**

**Supervisor: Associate Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ**

**Cosupervisor: Associate Prof. Dr. İbrahim DEVELİ**

**ABSTRACT**

In this study, the effects of GSM 900 and GSM 1800 cell phones radiation and ultraviolet light which are used for cellular traveler communications were investigated against pathogenic bacteria including *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*, lactic acid bacteria including *Lactobacillus plantarum* and *Lb. sakei*, and also yeasts including *Saccharomyces cerevisiae*, *Zygosaccharomyces rouxii* and *Z. bailii*. The results evaluated statistically through determining the physicochemical changes in fruit juices which are exposed to GSM 900 and 1800 bands and inactivation affect cell phone radiation activity in fruit juices by inoculated of selected microorganisms in apple and grape juices in the scope of the study. It was determined that this radiation has an effect of stimulating the on the lactic acid bacteria, while GSM 900 and GSM 1800 cell phones radiation have a clear inhibitive effect on yeasts. Furthermore cell phone radiation which are applied to pathogenic bacteria have a developer effect on these bacteria. It was found that the samples exposed ultraviolet has no effect on microorganisms used in this study. While the change is important statistically in  $L^*$  and  $a^*$  values of color values which are the physicochemical functions of fruit juices those exposed to radiation, the change in other parameters were not considered as important ( $p>0.05$ ). It was determined that bioactive functions (total content of phenolic compounds, antiradical and antioxidant activity) of fruit juices those exposed radiation were increased according to control samples.

**Keywords:** GSM 900, GSM 1800, radiation, pathogenic bacteria, lactic acid bacteria, yeasts.

## İÇİNDEKİLER

### GSM 900 ve GSM 1800 RADYASYONUNUN *İN VİTRO* VE MEYVE SUYUNDA ÇEŞİTLİ MİKROORGANİZMALAR İLE ANTIOKSİDAN ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİLERİ

TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
GİRİŞ .....	1

## 1. BÖLÜM

### GENEL BİLGİLER

1.1. Elektromanyetik spektrum ve GSM.....	3
1.2. GSM Altyapısı.....	5
1.3. GSM 900 ve GSM 1800 .....	9
1.4. Test Mikroorganizmaları.....	18
1.5. Antioksidan aktiviteye etkisi.....	23

## 2. BÖLÜM

### MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal .....	27
2.2. Yöntem .....	28
2.2.1. Mikroorganizma suşlarının hazırlanması .....	28
2.2.2. Mikroorganizma suşlarının meyve sularına inokülasyonu.....	28
2.2.3. Çalışma düzenineğin oluşturulması .....	28

2.2.4. Örneklerin besiyerine inokülasyonu ve inkübasyonu .....	29
2.3. Fizikokimyasal Analizler .....	29
2.3.1. pH Analizi.....	30
2.3.2. Renk analizi.....	30
2.3.3. Sıcaklık Ölçümleri .....	30
2.3.4. Toplam Kuru Madde Analizi.....	30
2.3.5. Toplam Fenolik Madde Miktarı.....	30
2.3.6. Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi.....	31
2.3.7. Serbest Radikal Temizleme Aktivitesinin Belirlenmesi .....	32
2.4. Ultraviyole Işık Uygulaması .....	32
2.5. İstatistiksel Analizler.....	32

### 3. BÖLÜM

#### BULGULAR

3.1. Mikrobiyolojik Sayım Bulguları .....	33
3.2. Gıda Uygulamaları .....	49
3.3. Fizikokimyasal Analizlerin Değerlendirilmesi.....	52
3.4. Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi.....	53

### 4. BÖLÜM

#### TARTIŞMA, SONUÇ, YORUM

4.1. Tartışma, Sonuç, Yorum... ..	55
-----------------------------------	----

KAYNAKLAR .....	62
EKLER.....	69
ÖZGEÇMİŞ.....	89

## KISALTMALAR

a*	Yeşilden kırmızılığa doğru renk geçiş değeri
AAE	Askorbik asit eşdeğeri
b*	Maviden sarıya doğru renk geçiş değeri
BS	Base Station – Baz İstasyonu
BSC	Base Station Controller – Baz İstasyonu Kontrol edici
BTS	Base Transceiver Station – Baz Alıcı Verici İstasyonu
CDMA	Code Division Multiple Access - Kod Bölmeli Çoklu Erişim
DPPH	2,2-diphenyl-1- picrylhydrazyl
ETSI	European Telecommunications Standards Institute – Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü
FDMA	Frequency-Division Multiple Access – Frekans Bölmeli Çoklu Erişim
GAE	Gallik asit eşdeğeri
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System – Küresel Konumlandırma Sistemi
GMSK	Gaussian Minimum Shift Keying –Kaymalı Anahtarlama
GSM	Global System for Mobile communication – Gezgin Haberleşme için Küresel Sistem
ISDN	Integrated Services Digital Network - Bütünleştirilmiş sayısal ağ hizmetleri
K	Radyo frekansı uygulanmamış kontrol örneği

L*	Siyahdan beyaza kadar olan açıklık-koyuluk renk geçiş değeri
MS	Mobile Station – Mobil İstasyonu
MSC	Mobile Service Switching Center – Mobil Anahtarlama Merkezi
Ppm	Milyonda bir kısım
RF	Radyo frekansı uygulanmış radyasyon örneği
TDMA	Time division multiple access - Zaman Bölmeli Çoklu Erişim

## TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Serbest uzay (radyo) frekans bandları ve bazı tipik uygulama alanları .....	6
Tablo 1.2. GSM 900 ve GSM 1800 genel özellikleri .....	11
Tablo 1.3. Elektromanyetik alan oluşturan kaynaklardan bazıları.....	12
Tablo 1.4. Antioksidan aktivite mekanizması.....	24
Tablo 2.1. dBm – Watt değişimleri.....	27
Tablo 3.1. GSM 1800 radyasyonu uygulaması sonucu elma ve üzüm suyunda meydana gelen fizikokimyasal değişimlerin istatistiksel değerlendirilmesi.	53
Tablo 3.2. GSM 1800 radyasyonu uygulaması sonucu elma ve üzüm suyunda meydana gelen biyokimyasal değişimlerin istatistiksel değerlendirilmesi.	54

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.EM dalga spektrumun tamamı ve serbest uzay frekans spektrumu .....	4
Şekil 1.2. Serbest uzay kullanılarak (radyo) gerçekleştirilen iki yönlü haberleşme .....	5
Şekil 1.3. GSM altyapısı .....	7
Şekil 2.1. Çalışmada kullanılan radyo frekansı sinyali üretici .....	27
Şekil 2.2. Çalışma düzeneği .....	29
Şekil 2.3 Toplam fenolik madde miktarı için kullanılan galik asit eğrisi .....	31
Şekil 2.4 Antioksidan aktivite tayini için kullanılan askorbik asit eğrisi .....	31
Şekil 3.1. GSM 900 radyasyonu uygulaması sonucu <i>E. coli</i> gelişimine etkisi .....	34
Şekil 3.2. GSM 1800 radyasyonu uygulaması sonucu <i>E. coli</i> gelişimine etkisi .....	35
Şekil 3.3. GSM 900 radyasyonu uygulaması sonucu <i>S. aureus</i> gelişimine etkisi .....	36
Şekil 3.4. GSM 1800 radyasyonu uygulaması sonucu <i>S. aureus</i> gelişimine etkisi .....	37
Şekil 3.5. GSM 900 radyasyonu uygulaması sonucu <i>L. monocytogenes</i> gelişimine etkisi .....	38
Şekil 3.6. GSM 1800 radyasyonu uygulaması sonucu <i>L.monocytogenes</i> gelişimine etkisi .....	39
Şekil 3.7. GSM 900 radyasyonu uygulaması sonucu <i>Lb. plantarum</i> gelişimine etkisi ..	40
Şekil 3.8. GSM 1800 radyasyonu uygulaması sonucu <i>Lb. plantarum</i> gelişimine etkisi	41
Şekil 3.9. GSM 900 radyasyonu uygulaması sonucu <i>Lb. sakei</i> gelişimine etkisi .....	42
Şekil 3.10. GSM 1800 radyasyonu uygulaması sonucu <i>Lb. sakei</i> gelişimine etkisi .....	43
Şekil 3.11. GSM 900 radyasyonu uygulaması sonucu <i>Sac. cerevisiae</i> gelişimine etkisi	44
Şekil 3.12. GSM 1800 radyasyonu uygulaması sonucu <i>Sac.cerevisiae</i> gelişimine etkisi .....	45
Şekil 3.13. GSM 900 radyasyonu uygulaması sonucu <i>Z. rouxii</i> gelişimine etkisi .....	46
Şekil 3.14. GSM 1800 radyasyonu uygulaması sonucu <i>Z. rouxii</i> gelişimine etkisi .....	47
Şekil 3.15. GSM 900 radyasyonu uygulaması sonucu <i>Z. bailii</i> gelişimine etkisi .....	48
Şekil 3.16. GSM 1800 radyasyonu uygulaması sonucu <i>Z. bailii</i> gelişimine etkisi .....	49
Şekil 3.17. GSM 1800 radyasyonu uygulamasında elma suyunda test mikroorganizmalarının gelişimine etkisi .....	50
Şekil 3.18. GSM 1800 radyasyonu uygulamasında üzüm suyunda test mikroorganizmalarının gelişimine etkisi .....	52

## GİRİŞ

Elektrik ve manyetik alan bileşenlerini içeren ve buldukları ortamda yayılarak enerji taşıyan dalgalara elektromanyetik dalgalar denir. Kablosuz ve gezgin sistemlerde enerji aktarımı elektromanyetik dalgalarla sağlanır [1]. Bu enerji aktarımı, elektromanyetik titreşimler veya partiküller şeklinde olmaktadır. Günümüzde hayatımızın önemli bir parçası haline gelmiş olan iyonlaştırıcı olmayan elektromanyetik radyasyon (EM radyasyon) kaynakları arasında cep telefonu, radyo, televizyon vericileri, tıbbi ve endüstriyel uygulamalarda kullanılan çeşitli aletler sayılabilir. EM radyasyon kaynakları arasında cep telefonu kullanımının giderek artması cep telefonlarının insan sağlığı üzerine olan etkilerinin kapsamlı bir şekilde araştırılmasını gündeme getirmiştir. İyonlaştırıcı olmayan elektromanyetik radyasyon olarak bilinen cep telefonu radyasyonu bazı gıda uygulamalarında da kullanılmıştır. Örneğin; köftelerde pişirme süresinin kısaltılmasında ohmik ısıtma ile [2], kabuklu kuru yemişlerin dezenfeksiyonunda [3], yüksek frekanslarda vurgulu elektrik alan ile birlikte meyve sularına [4] uygulanmıştır. Cep telefonu radyasyonunun yanında başka bir elektromanyetik dalga boyu olan ultraviyole ışınlar gıda sanayinde özellikle yüzey dezenfeksiyonunda sıklıkla kullanılmaktadır. Son zamanlarda hedef mikroorganizmaları inaktive etmek için meyve sularının sterilizasyonunda gündeme gelmiştir.

Radyasyonun insan sağlığı üzerindeki etkileri araştırılmaya devam ederken gıda endüstrisi açısından önemli olan mikroorganizmalar üzerindeki etkileri henüz bilinmemektedir. Piyasada yaygın bilimsel dayanağı olmayan inanış ve yine bilimsel dayanaktan yoksun yaygın internet haberlerine göre, cep telefonu dalgalarının aşırı ısı yaydığı ifade edilmektedir. Ancak cep telefonu radyasyonunun gıdalar üzerindeki etkileri, gıda endüstrisinde hedef mikroorganizma olarak sayılan patojen veya bozulma etmeni mikroorganizmalar ile güvenli olarak kabul edilen laktik asit bakterilerine karşı etkileri bilinmemektedir.



Mikrobiyolojik özelliklerin yanında cep telefonu radyasyonunun gıdalara uygulandığı zaman gıdaların kimyasal, tekstürel ve fiziksel özellikleri üzerine etkileri de araştırılması gereken konulardır. Gıdalar çeşitli koruyucu maddeler ve katkı maddeleriyle mikrobiyolojik açıdan güvenli hale getirilerek raf ömrü artırılmaktadır.

Ancak günümüzde bilinçli tüketiciler, gıdaların besleyici değerlerini korumak, dayanıklılığını artırmak, raf ömrünü uzatmak gibi amaçlarla kullanılan kimyasal katkı maddeleri bulunan gıdaları tercih etmemeye başlamışlardır. Ayrıca gıdaların özelliklerini iyileştirmek amacıyla kullanılan birçok yöntem, üreticileri ticari açıdan zor durumda bırakmaktadır. Bu da tüketiciye maliyetin artması olarak yansımaktadır. Gıda endüstrisinde aroma, tat, ve raf ömrünü önemli ölçüde etkileyen oksidasyonu engellemek amacı ile gıda katkı maddeleri olan sentetik antioksidanlar, yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Sentetik olarak kullanılan antioksidanların yanı sıra gıdalarda doğal olarak bulunan antioksidanlar da mevcuttur. Birçok epidomolojik çalışma, antioksidanlarca zengin gıdaların hastalıklara karşı koruyucu etkiye sahip olduğu ve bunların tüketiminin kanser, kalp hastalıklarını, hipertansiyon, felç riskini azalttığını göstermektedir [5].

Bu çalışmada, *in vitro* olarak *Escherichia coli* ATCC 11238, *Staphylococcus aureus* ATCC 4992 ve *Listeria monocytogenes* ATCC 23074 gibi patojen bakteriler ile *Lactobacillus plantarum* DSM 20205 ve *Lb. sakei* DSM 1334 gibi laktik asit bakterileri ve *Saccharomyces cerevisiae* DSM 1334, *Zygosaccharomyces rouxii* DSM 70540 ve *Z. bailii* DSM 7049 gibi mayaları kapsayan mikroorganizmaların gelişimi üzerinde GSM 900 ile GSM 1800 cep telefonu radyasyonu ile ultraviyole ışığın etkisi incelenmiştir. Aynı zamanda GSM 1800 cep telefonu radyasyonunun gıda uygulaması olarak meyve suyunda bazı fizikokimyasal özellikler ile toplam antioksidan madde miktarı, toplam fenolik madde miktarı ile serbest radikal süpürücü etkisi üzerine etkisi araştırılmıştır.

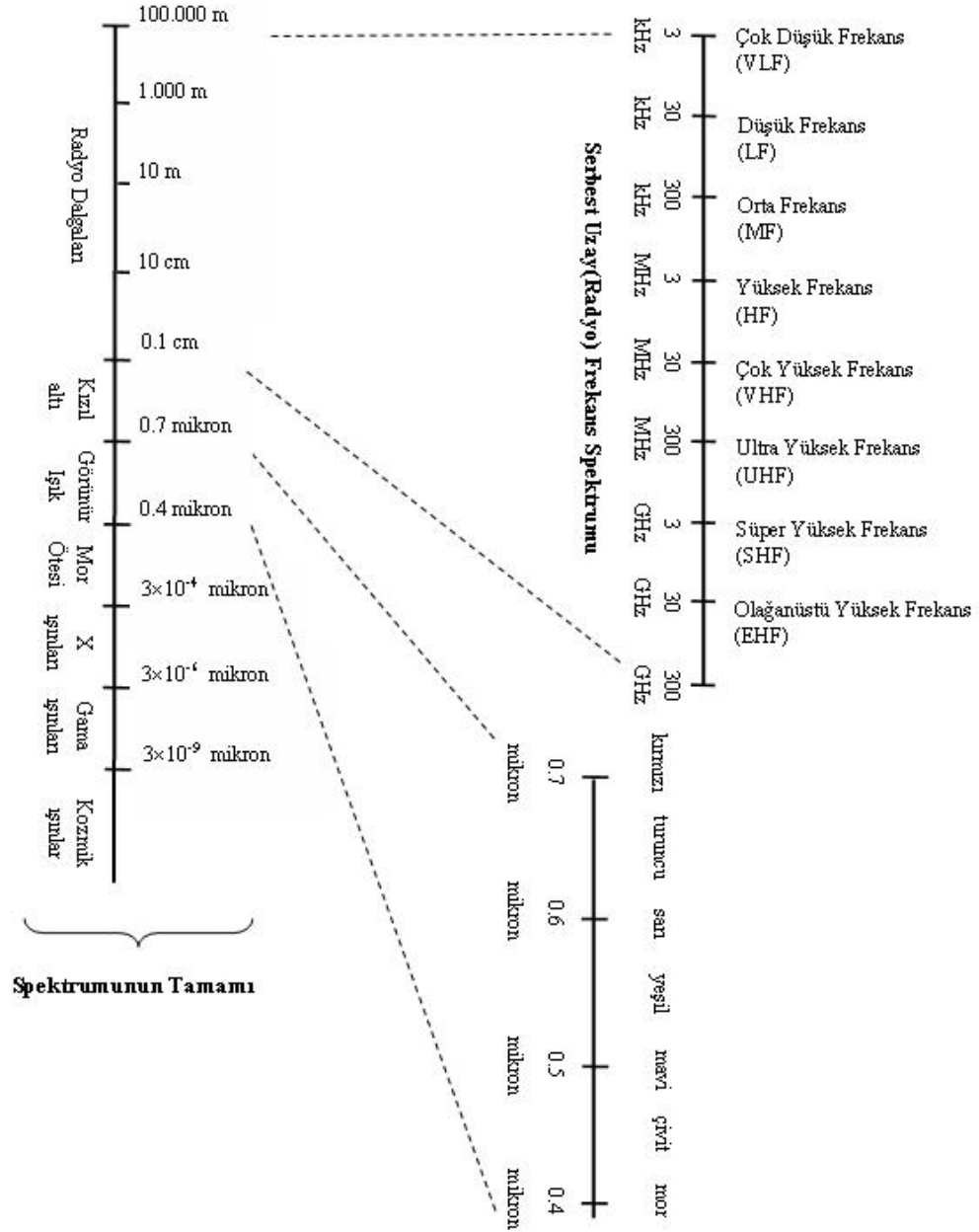
# 1. BÖLÜM

## GENEL BİLGİLER

### 1.1. Elektromanyetik spektrum ve GSM

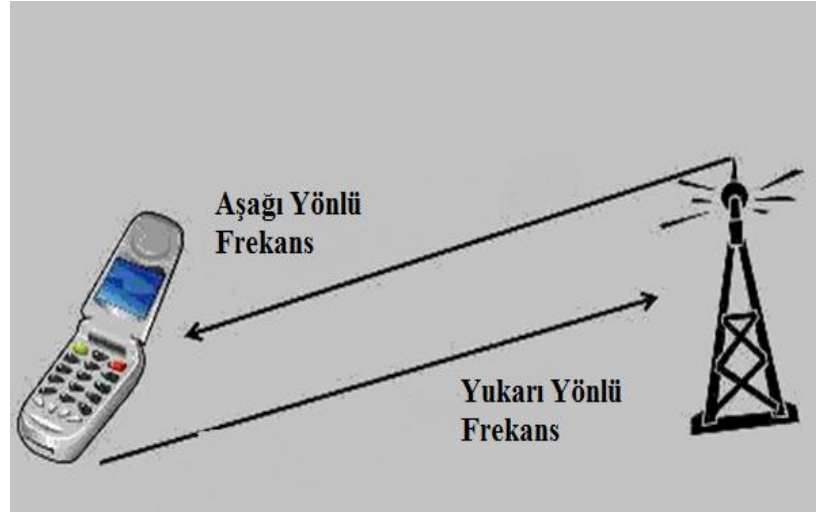
Görülebilir ışın ve radyo dalgalarına ek olarak, bir elektromanyetik dalga boyları (frekans) aralığı vardır. Bu geniş aralığa elektromanyetik dalga spektrumu adı verilir. Şekil 1.1. 'de elektromanyetik spekturumun tamamı ve serbest uzayda radyo dalgaları frekans spektrumu gösterilmiştir [1]. Elektromanyetik spektrum, gama ışınlarından radyo dalgalarına kadar geniş bir frekans aralığına yayılmıştır. Bütün frekanslardaki ışınımlar serbest uzayda aynı hızda yayılırlar ve aynı elektromanyetik yapıdadırlar. Spektrumdaki ışınlar, düşük frekanslardan yüksek frekanslara doğru radyo dalgaları, mikro dalgalar, kızıl ötesi ışınlar, görünür ışık, mor ötesi ışık, X-ışınları, gamma ışınları olmak üzere sıralanmıştır [6].

Günümüzde ses ve görüntü gibi bilgi kaynakları için uzun mesafeler arasındaki haberleşme, elektriksel haberleşme ile sağlanmaktadır. Bu disiplin, bilginin elektriksel işaretlere dönüştürülmesi ve bir iletim ortamı üzerinden elektromanyetik dalgalar marifetiyle uzak mesafelere iletilmesine dayanmaktadır. Haberleşme için kullanılacak iletim ortamı; bir bükülü tel çifti, koaksiyel kablo, optik fiber veya serbest uzay (radyo) olabilir. Alıcıya hareket edebilme (gezginlik) esnekliğinin kazandırması nedeniyle en avantajlı iletim ortamı serbest uzayın kullanılmasıdır. Radyo dalgalarının frekansına bağlı olarak yayılım karakteristikleri değişir ve yayılım karakteristiklerine bağlı olarak farklı uygulamalar için farklı frekanslar kullanılır. Ses, veri veya görüntü iletimi için kullanılan iki yönlü haberleşme sistemlerinde, bir çalışma ortamına sabitlenmiş durumda bir baz istasyonu ve bunun etrafında gezgin istasyon bulunur [1].



Şekil 1.1. Serbest uzay (radyo) spektrumu ve spektrumun tamamı.

Elektriksel haberleşme için bir frekans çifti kullanılır. Şekil 1.2 'de gösterildiği gibi bu frekanslardan bir tanesi, baz istasyonundan gezgin istasyona doğru iletim için kullanılan aşağı yönlü (downlink) frekansı, diğeri ise gezgin istasyondan baz istasyonuna doğru iletim için kullanılan yukarı yönlü (uplink) frekanstır. Bu frekans çifti serbest uzay frekans çifti olarak adlandırılır [1].



Şekil 1.2. Serbest uzay kullanılarak (radyo) gerçekleştirilen iki yönlü haberleşme

Elektriksel haberleşme, elektrik ve manyetik alanların serbest uzayda salınımına dayanan elektromanyetik dalgaların kullanılmasıyla gerçekleştirilir. Şekil 1.1. 'de gösterildiği gibi serbest uzay (radyo) spektrumu, 3 KHz – 300 GHz'lik bir bölgeyi kapsar. Farklı frekanslara sahip dalgaların yayılım karakteristiklerindeki değişiklikler ve aynı zamanda atmosferin bu tip dalgalar üzerindeki etkisi nedeniyle farklı uygulamalar için farklı bandlar kullanılmıştır [7]. Tablo 1.1.'de farklı bandları ve her banda ait bazı tipik uygulamalar gösterilmektedir [7]. GSM 900 ve GSM 1800 hücreli cep telefonu şebekesinden kaynaklanan radyasyon, 300 MHz - 3 GHz Ultra Yüksek Frekans (UHF) bandında verilmektedir. Band genişliği çok geniş olan GSM 900 ve GSM 1800 hücreli mobil iletişim sisteminde yer aldığı kişisel haberleşme sistemleri, 100 km' den daha az olan mesafelerde yayılım göstermektedir.

Yer ve zamandan bağımsız kişisel haberleşme sistemlerinin kurulması insanoğlunun uzun yıllardır gerçekleştirmesini arzuladığı bir hizmettir. Telgrafın keşfiyle başlayan haberleşme teknolojileri, bireysel haberleşme alanında önemli bir adımı temsil eden telefonun bulunmasıyla hız kazanmıştır. Her ne kadar başlangıçta insanlar sabit noktalardan haberleşme imkânı ile yetinmiş olsalar da, gezgin haberleşme teknolojisinin insan hayatında sağladığı kolaylık ve özgürlüğün fark edilmesiyle birlikte, zamanla gezgin durumda da haberleşmenin kurulabilmesini istemişlerdir. Bu talepler, teknoloji araştırmacılarının ve üreticilerinin dikkatini gezgin sistemlerin geliştirilmesi üzerinde yoğunlaştırmıştır [1].

Tablo 1.1. Serbest uzay (radyo) frekans bandları ve bazı tipik uygulama alanları [7]

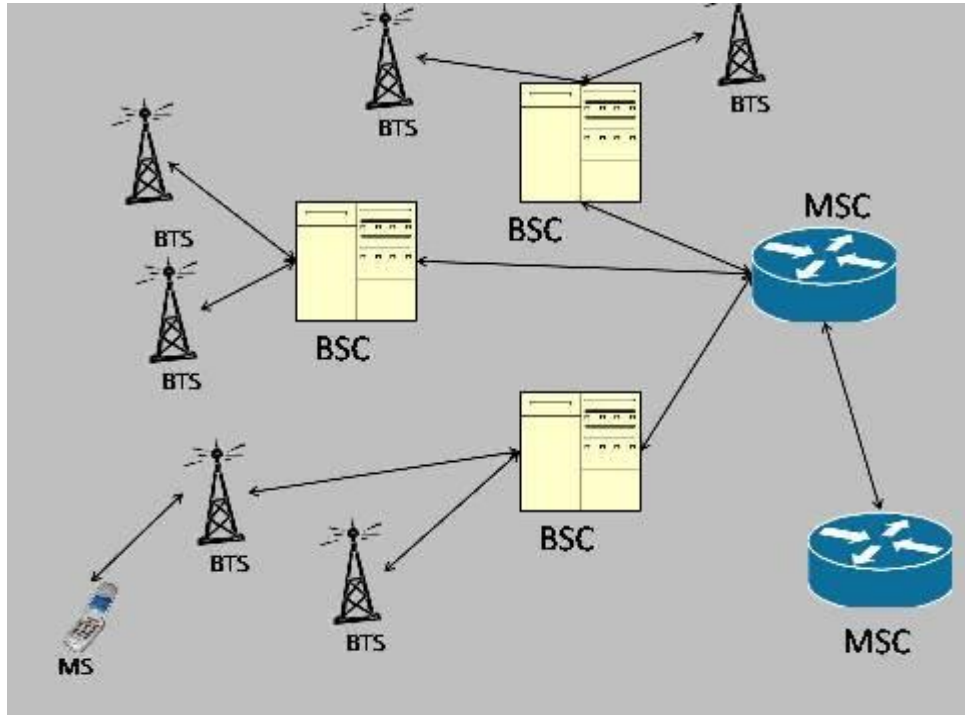
Frekans Bandı	Yayılm	Kullanım	Band Genişliği
Çok düşük Frekans (VLF) 3 – 30 Hz	Dünya-İyonesfer Dalga Kılavuzu, 1.000 km	Su altı ve mayın haberleşme	Çok dar
Düşük Frekans (LF) 30 – 300 KHz	Yer-Gökyüzü Dalgası, 1.000 km	Uzun mesafeli denizcilik	Çok dar
Orta Frekans (MF) 300 – 3000 KHz	Yer-Gökyüzü Dalgası, 2-3.000 km	Denizcilik ile ilgili radyo haberleşmesi, yön bulma ve Genlik Modülasyonu (GM) radyo yayıncılığı	Orta
Yüksek Frekans (HF) 3 – 30 MHz	Gökyüzü Dalgası, Dünya çapında	Amatör radyo, uluslararası yayıncılık, uzun mesafeli hava ve deniz haberleşmesi, halk bandı radyo haberleşmesi	Geniş
Çok yüksek Frekans (VHF) 30 – 300 MHz	Görüş hattı Uzay Dalgaları ve biraz ötesi, 2-300 km	FM radyo yayıncılığı, TV yayıncılığı, Genlik modülasyonu (GM) uçak haberleşmesi	Çok geniş
Ultra Yüksek Frekans (UHF) 300 – 3000 MHz	Görüş hattı Uzay Dalgaları ve çok az ötesi, < 100 km	Küresel yer bildirim uydusu (GPS), mikrodalga linkleri, kişisel haberleşme sistemleri(hücresele, kişisel haberleşme sistemleri (PCS), 3. Nesil sistemler(3G)), TV yayıncılığı, Bluetooth	Çok geniş
Süper Yüksek Frekans (SHF) 3 – 30 GHz	Boşluk Dalgası 30-2.000 km	Telefon ve uydu için uydu hizmetleri, LEO ve GEO uydu sistemleri	Çok geniş
Olağanüstü Yüksek Frekans (EHF) 30 – 300 GHz	Boşluk Dalgası 20-2.000 km	Kısa mesafeli haberleşme, Yüksek tanımlı televizyon (HDTV), uydu haberleşmesi	Çok geniş

## 1.2. GSM Altyapısı

Yönetilebilir iletişim sistemlerinin oluşturulmasının en iyi yolu bu sistemleri birbirlerine bağlanmış alt gruplara bölmektedir. Bu prensibe bağlı olarak GSM altyapısı, işleyişi ve şebeke özellikleri açısından,

- Mobil istasyon – Cep telefonu (MS – Mobile Station)
- Baz istasyonu (BS – Base Station)
- Mobil anahtarlama merkezi (MSC – Mobile Service Switching Center)

olmak üzere 3 kısımdan oluşur ( Şekil 1.3. ) [1, 8].



Şekil 1.3. GSM altyapısı [9]

Şekil 1.3. 'de şematik olarak verilen GSM alt yapısının ana kısımlarının işlevlerini teker teker açıklayalım;

### **Mobil istasyon – Cep telefonu**

Mobil telefon, mobil telefon şebekesinin bağlı olduğu radyo baz istasyonu ile doğrudan bağlantı kurarak hizmet vermektedir. Mobil telefonların baz istasyonu ile haberleşebilmesi için mobil telefonun baz istasyonundan gelebilecek sinyalleri alabilecek mesafede bulunması gerekmektedir. Telefon açık olduğu sürece, GSM şebekesinin en yakın anteni ile devamlı irtibat halindedir. Mobil telefon ile serbest olarak hareket edildiğinde, sistem otomatik olarak takip eder ve hangi hücrenin görüşme için uygun olduğunu belirler [10, 11].

### **Baz istasyonu**

Baz istasyonu, bir GSM hücresinde abonelerle iletişimi sağlayan verici – alıcı sistemdir. Baz istasyonları, hücresel haberleşme sistemlerinde, merkezi istasyon olarak görev yaparlar. Baz istasyonları olmadan mobil telefonlar iletişim sağlayamazlar. Herhangi bir mobil telefondan gelen çağrı isteğinin ilgili kullanıcıya ulaştırılması bu ağ yapısı tarafından gerçekleştirilir. Hücresel ağ yapısı sayesinde aynı anda daha çok kullanıcı

haberleşebilir. Her hücrede bir baz istasyonu bulunur. Bu istasyonlar hem abonelerle hem de komşu hücrelerin baz istasyonları ile sürekli iletişim halindedirler. Baz istasyonların kullanım amacı; kapsamı genişletmek, kapsama alanındaki ölü bölgeleri yok etmek, kapsanan bölgedeki abone sayısının artması nedeniyle artan ihtiyacın karşılamaktır [11].

Baz istasyonu sistemi BTS ve BSC olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. GSM, cep telefonlarını hücresel şebekeye bağlamak için BTS adı verilen bir dizi radyo ileticiyi kullanır. BTS'ler radyo arabirimini kontrol eder, aynı zamanda kanal kodlaması ve kod çözme işlemlerini yapar. BTS ekipmanları alıcı – verici ünite ve antenden oluşmaktadır ve her bir hücreye servis vermektedir. BTS, gerekli çağrı işlem kapasitesini sağlamak için bir veya daha fazla alıcı – vericilerden oluşabilir. BTS'ler, BSC'ler tarafından kontrol edilir. Bir grup BTS belirli bir baz istasyon kontrolörüne bağlanır. BSC, radyo dalgaları ile ilgili tüm fonksiyonlara kumanda eder. BSC'nin ana fonksiyonu, çağrı sağlamasıdır. Mobil istasyon, radyo kanalı tahsis etme ve hücre veri bilgilerini toplama görevleri vardır. Aynı zamanda BTS'lerin iletici gücünü değiştirebilir. BSC'ler bağlı buldukları santraller tarafından kontrol edilirler [11, 12].

Baz istasyonları tek hücreden ya da birden fazla hücreden oluşmalarına göre iki kısımda incelenebilir. Tek hücreden oluşan baz istasyonları tüm yönlü baz istasyonları olarak adlandırılır ve baz istasyonundan yapılan yayılım  $360^{\circ}$  boyunca eşit aralıklarla gerçekleştirilmektedir. Kullanılan antenler de baz istasyonu ışımaya uygundur. Birden fazla hücreden oluşan baz istasyon sektörel baz istasyonları olarak adlandırılır. GSM' de üç hücreden oluşan baz istasyonları kullanılmaktadır. Bu baz istasyonlarında kullanılan antenler ise belirli bir açıyla ışıma yaparlar. Sektörel baz istasyonlarıyla belli bir bölgeye odaklanma ve hücre sınırlarını belirlemek kolayca sağlanmaktadır. Böylelikle sinyaller belirlenen sınırlara yüksek kaliteyle iletilecek ve daha etkin bir biçimde kullanılacaktır [13].

Bu özellikler doğrultusunda yerleşimin yoğun, abone sayısının fazla olduğu alanlarda sektörel baz istasyonları; yerleşimin seyrek, abone sayısının az olduğu alanlarda her yönlü baz istasyonları kullanılmaktadır [12].

### **Mobil anahtarlama merkezi**

Bir mobil abonenin ihtiyaç duyduğu tüm fonksiyonları sağlar. Şebekedeki bağıntının, konuşma ve veri haberleşmesinin yapıldığı birimdir. Mobil servis anahtarlama merkezi, mobil abonelerin yönetimi için kullanılır. Cep telefonun nerede olduğu bilgisi ve abonenin kimlik bilgilerine dair her türlü veriyi tutan bilgi bankasıdır. Buradaki bilgiler, doğrudan baz istasyonunun konumu ile ilgilidir. Çünkü abonelerin çağrıları alabilmesi için baz istasyonu sistemlerine ihtiyaç vardır. Ayrıca mobil istasyonlarının yapılan ya da alınan çağrı esnasında bulunduğu yerde çağrı kontrollerinin yapılmasını, abone olunan hizmetlerin elde edilmesini sağlar [13].

### **1.3. GSM 900 ve GSM 1800**

Gezgin haberleşme teknolojisinde gerçekleştirilen en büyük atılım, temeli 1970'li yılların başlarında Bell Laboratuvarlarında atılan hücreli sistemlerin ortaya çıkmasıdır. Analog gezgin haberleşme sistemleri olarak da bilinen birinci nesil sistemlerin sadece ses tabanlı trafiğe hizmet edecek şekilde tasarlanmıştır. Ancak; dünyada kullanılan çeşitli birinci nesil sistemlerin kendi aralarındaki uyumsuzlukları, analog birinci nesil sistemlerin kullanıcıların çeşitli hizmetlere yönelik artan taleplerine tam olarak cevap verememeleri ve en önemlisi kapasite artışını destekleyememesi nedeniyle yeni bir teknolojinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmuştur. Gezgin haberleşmede yaşanan bu kapasite sorununa çözüm olarak, ikinci nesil sistem olan ve bütün Avrupa ülkelerinin ortaklaşa katkıda bulunduğu sayısal hücreli gezgin sistemi GSM (Global System for Mobile Communications) hayata geçirilmiştir [14]. Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü (European Telecommunications Standards Institute, ETSI) tarafından geliştirilen bir standart olan GSM, sayısal yapısı ve kullanıldığı radyo erişim teknikleri açısından birçok yenilik ve iyileştirmeler sunmuştur. Hala birçok ülkede kullanımda olan ikinci nesil sistemlerin (GSM 900), kullanıcı sayısının desteklenmesi ile ilgili bir sorunu bulunmamaktadır [15].

İkinci nesil gezgin sistemler, veri trafiği için sayısal radyo iletimini kullanır. Bu sebeple, birinci ve ikinci nesil sistemler arasındaki sınır çizgisi nettir. Bu çizgi, analog/sayısal ayrımıdır. İkinci nesil sistemler için 3 temel standart bulunmaktadır [16];

- Gezgin haberleşme için küresel sistem (GSM)



- Sayısal AMPS (D-AMPS, IS-136)
- Kod bölmeli çoklu erişim (CDMA, IS-95)

GSM, en başarılı ve en yaygın kullanım alanına sahip ikinci nesil sistemdir. GSM, orijinal olarak bir Avrupa standardı olarak tasarlanmış ve hızlı olarak tüm dünyaya adapte edilmiştir. Türkiye’de 1994’de kurulan sayısal gezgin haberleşme ağı bu standardı kullanmıştır. Tablo 1.1 ’de GSM’in temel özellikleri özetlenmektedir [1].

Günümüzde çok sayıda kullanıcı, birbirleriyle haberleşmek için farklı operatörler tarafından sağlanan kamusal veya özel gezgin haberleşme sistemlerini kullanmaktadır. Eş zamanlı kullanıcıların sayısı çoğunlukla, her bir operatöre atanan band genişliği ve kullanılan çoklu erişim teknolojisi ile sınırlandırılmıştır. Genellikle her operatör, mümkün olabilecek en fazla sayıda eşzamanlı kullanıcıya hizmet verebilmek için önceden belirlenmiş bir band genişliğini kullanmaktadır [17].

Günümüzde teknoloji alanındaki hızlı gelişmeler özellikle telekomünikasyon alanında büyük değişimlere neden olmuştur. 1970’li yılların başında mobil iletişim için hücreli kavramının ortaya konması ile bütün dünyada bu temelde farklı analog mobil iletişim sistemleri geliştirildi. Bu sistemlerden bazılarının başarılı olmasına rağmen sistemlerin bağımsız olmaları ve birbirleriyle uyumlu olmamaları gibi kesin kısıtlamalar bulunmaktaydı. 80’li yılların sonlarına doğru Avrupa ülkeleri arasında dolaşıma izin verecek, açık standartlarla dizayn edilecek, birleşik servisler sayısal şebekesi (ISDN) servislerin sağlanabilmesi için dijital teknolojilerin kullanılacağı sayısal telsiz teknolojisindeki gelişmelerin en ileri ürünü olarak GSM geliştirildi. Aralarında Türkiye’nin de bulunduğu 18 Avrupa ülkesi 1989 yılında kabul edilen bir anlaşma ile GSM sistemini uygulamaya başlamışlardır [1].

Tablo 1.2.’ de GSM 900 ve GSM 1800 hücreli iletişim sistemlerinin genel özellikleri bulunmaktadır. Tablo 1.2.’ de görüldüğü gibi GSM 900 sistemi 890 ile 915 MHz arasındaki frekansları alışı frekansı (aşağı yönlü), 935 ile 960 MHz arasındaki frekansları da veriş frekansı (yukarı yönlü) olarak kullanır. 917 MHz ile 935 MHz arasındaki frekanslar, GSM dışındaki hücreli sistemler tarafından kullanılır. Sayısal hücreli sistem 1800 (GSM 1800) ise Tablo 1.2.’ de gösterildiği gibi 1710-1785 MHz arasındaki frekansları alışı frekansı (aşağı yönlü), 1805-1880 MHz arasındaki frekansları da verici

frekans (yukarı yönlü) olarak kullanılır. 1785-1805 MHz frekansları arasındaki frekanslar ise alış ve veri frekanslarının birbirine girişimini engellemek amacıyla kullanılır.

Tablo 1.2.' de GSM 900 ve GSM 1800 cep telefonlarının genel özelliklerinden bir diğeri de kanal aralığıdır. GSM 900 ve GSM 1800'de kanal aralığı 200 kHz'dir. GSM 900'de baz istasyonu çıkış gücü 2.5 – 640 W iken GSM 1800'de bu güç 2.5 – 40 W olarak belirtilmiştir.

Tablo 1.2. GSM 900 ve GSM 1800 genel özellikleri [1]

	<b>GSM 900</b>	<b>GSM 1800</b>
Frekans bandı	890 MHz – 915 MHz 935 MHz – 960 MHz	1710 MHz – 1785 MHz 1805 MHz – 1880 MHz
Bir TDMA çerçevesindeki zaman aralığı sayısı	8 adet	8 adet
Kanal aralığı	200 kHz	200 kHz
Kanal kapasitesi	124 kanal	374 kanal
Modülasyon tekniği	GMSK	GMSK
Modülasyon hızı	271 Kbps	271 kbps
Konuşma kodlama hızı	13 Kbps	13 kbps
En yüksek veri hızı	> 150 Kbps (GPRS ile)	> 150 Kbps (GPRS ile)
Çoklu erişim yöntemi	TDMA /FDMA	TDMA/FDMA
Hücre yarıçapı	0.3 – 35 km	0.1 – 15 km
Gezgin istasyon çıkış gücü	2 – 8 W	0.25 – 4 W
Baz istasyon çıkış gücü	2.5 – 640 W	2.5 – 40 W

GSM 900 ve GSM 1800 genel özellikleri ile GSM teknolojisiyle ilgili açıklamalardan sonra hücreli haberleşme sistemlerinde iletişimi sağlayan elektromanyetik alandan dalgalar veya parçacıklar biçimindeki enerji yayımı ya da aktarımı olarak tanımlanan radyasyondan bahsedelim [18]. Bu enerji aktarımı, elektromanyetik titreşimler veya partiküller şeklinde olmaktadır. Elektromanyetik dalga bir radyo frekans kaynağından üretilen ve boşlukta yayılan bir alandır. Günlük yaşamımızda ne kadar sık ve uzun süreli kullandığımızın farkına bile varmadığımız elektronik cihazlar elektromanyetik alan oluşturmaktadır. Günümüzde elektromanyetik alan oluşturan kaynaklar arasında radarlar, cep telefonları, radyo ve televizyon vericileri, tıbbi ve endüstriyel uygulamalarda kullanılan çeşitli aletler, yüksek gerilim hatları, mikrodalga fırınlar bulunmaktadır (Tablo 1.3.). Dolayısıyla başka kaynaklardan ya da cep telefonlarından

elektromanyetik radyasyon (EM radyasyon) hayatımızın önemli bir parçası haline gelmiştir.

Tablo 1.3.Elektromanyetik alan oluşturan kaynaklardan bazıları

Elektrikli Cihaz	3 cm uzaklık ( $\mu\text{T}^*$ )	30 cm uzaklık ( $\mu\text{T}$ )	1 m uzaklık ( $\mu\text{T}$ )
Saç kurutma makinesi	6 – 2000	0,01 – 7	0,01 – 0,03
Elektrikli Traş Makinesi	15 – 1500	0,08	0,01 – 0,03
Elektrik Süpürgesi	200 – 800	2 – 20	0,13 – 2
Flüoresan Lamba	40 - 400	0,5 – 2	0,02 – 0,25
Mikrodalga Fırın	73 – 200	4 – 8	0,25 – 0,6
Taşınabilir radyo	16 – 56	1	<0,01
Fırın	1 – 50	0,15 – 0,5	0,01 – 0,15
Çamaşır Makinesi	0,8 – 50	0,15 – 3	0,01 – 0,03
Ütü	8 – 30	0,12 – 0,3	
Bulaşık Makinesi	3,5 – 20	0,6 – 3	<0,01
Bilgisayar	0,5 – 30	<0,01	0,01 – 0,15
Buzdolabı	0,5 – 1,7	0,01 – 0,25	
Televizyon	2,5 - 50	0,04 – 2	

\* $\mu\text{T}$ : manyetik akı yoğunluğu birimi.

Tablo 1.3.' de görüldüğü gibi günlük hayatta kullanılan bir çok alet ve cihazlar elektromanyetik kirliliğin bir parçasıdır. Uluslararası İyonize Olmayan Radyasyondan Korunma Komisyonu-ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) manyetik alan maruziyeti için 100  $\mu\text{T}$  alt sınır olarak belirlemiştir. Tablo 1.3.' de belirtildiği gibi saç kurutma makinesi manyetik alan maruziyet sınırının çok üstünde olduğu görülmektedir [19]. EM radyasyon yayan kaynaklar içinde cep telefonlarının kullanımının giderek artması bu radyasyonun insan sağlığına etkisinin olumlu ya da olumsuz bütün yönleriyle araştırılmasını gündeme getirmiştir [20]. Elektromanyetik (EM) dalga üreten cep telefonları ve baz istasyonlarının insanlar üzerine etkileri frekans ve güçlerine bağlıdır. Frekans, EM dalganın belli bir süredeki ve belli noktalardaki titreşim sayısıdır. EM dalganın bir saniyedeki periyodu bir hertz (Hz) dir. Bir megahertz, saniyede bir milyon periyoda karşılık gelir.

EM radyasyon, madde içine nüfuz edip cismi oluşturan atom veya moleküllerden elektron koparabilme yeteneklerine göre iyonlaştırıcı ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyon şeklinde sınıflandırılır. Radyo frekans elektromanyetik dalgaların foton enerjileri, atomları ve molekülleri iyonlaştırabilecek seviyede olmadığından dolayı radyo dalgaları iyonlaştırıcı olmayan radyasyona örnektir [20]. Ortamda iyonlaştırıcı olmayan elektromanyetik dalgaların etkisiyle canlılarda iki tür etki oluşabilir; ısısal etkiler ve ısısal olmayan etkiler. Isıl etkiler, vücut tarafından yutulan elektromanyetik enerjinin ısıya dönüşmesi ve vücut sıcaklığının artması olarak tanımlanırken bu sıcaklık artışı kan dolaşımı ile atılarak dengelenmesine kadar sürer. ICNIRP tarafından belirlenen sınır değeri; ortalama olarak, insan vücut sıcaklığını 1°C artıracak EM enerjinin yutulmasının zararlı olduğudur [21]. Cep telefonu gibi elektromanyetik alan kaynaklarının neden olabileceği ısı artışı çok düşüktür ve büyük oranda vücudun normal mekanizmaları ile etkisizleşebilir. Isıl olmayan etkilere bağlı olarak cep telefonlarının neden olduğu iddia edilen ve çalışmalar sonucu olarak belirlenen semptomlar baş ağrısı, uyku bozukluğu, konsantrasyon zorlukları bulunmaktadır [20].

Cep telefonu kullanımının zararlı etkileri olduğunu iddia eden Santini *et al.* [22] yaptığı bir çalışmada 260 kadın ve 270 erkek olmak üzere 530 kişilik deney grubu cep telefonu baz istasyonundan 10 m, 10–50 m, 50–100 m, 100–200 m, 200–300 m, >300 m uzaklık kategorilerine ayrılarak hiç, bazen, sık ve çok sık olmak üzere belirlenmiş skalalarla sağlık semptomları belirlenmiştir. Cep telefonu baz istasyonundan 300 metre uzaklıktaki grup referans grup olarak seçilmiştir. Deneklerin sık ve çok sık olarak yorgunluk, baş ağrısı ve uyku bozukluğu problemlerini bildirdikleri ve bu oranın 50 – 100 metre uzaklıktaki grupta çok daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Benzer bir çalışmayı İspanya’da Navarro *et al.* [23] 47 erkek ve 54 kadından oluşan 101 denek üzerinde yapmıştır. Katılımcılar, yatak odalarının baz istasyonuna uzaklığı 150 metreden az ve 150 – 250 metre arasında olması bakımından iki gruba ayrılmışlardır. İki gruptan da sıklıkla baş ağrısı, uyku bozukluğu, konsantrasyon bozukluğu ve huzursuzluk şikayetleri gözlemlenmiştir.

Hutter *et al.* [24] ise çalışmalarında Avustralya ’nın kırsal kesimlerinden 10 adet GSM baz istasyonu seçmiştir. Seçilen baz istasyonun yakınlarında yaşayan 36 ev random olarak seçilmiştir. Tercih edilen bir uyku skalası ve anket aracılığıyla uyku problemleri

ile diğ er semptomlar izlenmiştir. Denekler baş ağ rısı, el ve ayaklarda soğ ukluk, konsantrasyon bozukluğ u ş ikayetlerinde bulunmuş lardır. Kontrol grubu olarak evde maruz kalınan elektromanyetik alan kaynakları ve çevresel etmenler de dikkate alınarak en düşük radyo frekansı ölç ülen evler değ erlendirilmiştir. Sonuç ta deney grubunda bulunan bireylerde kontrol grubuna göre uykusuzluk, yorgunluk ve depresyon belirtilerinin çok fazla olduğ unu iddia etmiştir.

Abdel-Rassoul *et al.* [25] ise GSM baz istasyonlarında ç alış an insanlarla ilgili bir ç alış ma yür ütmüş lerdir. 1998 yılında Mısır'da inşa edilen cep telefonu baz istasyonunda ç alış an 37 kişi ve baz istasyonundan 10 metre uzaklıktaki iş yerinde bulunan 48 kişilik denek grubuna karş ılık kontrol grubu olarak baz istasyonundan 2 km uzaklıkta bulunan baş ka bir iş yerindeki 80 kişilik denek grubu seç ilmiştir. Deneklerin cinsiyet, yaş , sigar kullanıp kullanmadıkları, cep telefonlarının olup olmadıkları sonuç ları değ iş tirmediğ i istatistiksel olarak belirlenmiştir. Araş tırmanın sonunda baz istasyonunda ç alış an ve istasyonun 10 metre uzaklığ ında ç alış an insanlarda baş dönmesi, baş ağ rısı, ç arpıntı, unutkanlık, depresyon belirtileri belirlenmiştir.

Bavyera 'da cep telefonunun zararlı olduğ u iddia edilen farklı bir ç alış ma ise kişisel dozimetre ile yapılmıştır. 173 bayan, 155 bay ve 1 bilinmeyen cinsiyette yetişkinlerin bulunduğ u 329 örnekleme grubuyla ç alış mıştır. Katılımcılar 24 saat boyunca kollarına takılan özel bir aparat ile cep telefonlarını yanlarında taş ımış lar ve dozimetre ile sürekli ölç üm yapılmıştır. Ortalama SAR değ eri  $0,24 \text{ mW/m}^2$  olarak ölç ülmüş tür. Katılımcılarda baş ağ rısı görölme sıklığ ı % 27 olarak belirlenmiştir [26].

Adlkofer [27] ise GSM 900 ve GSM 1800 cep telefonu radyasyonunu sürekli ve belirli aralıklarla hayvan hücrelerine maruz bırakmış ve insan fibroblastlarında, HL60 hücrelerinde (laboratuar araş tırmaları için kullanılan hücre hattı) ayrıca fare granuloza hücrelerinde tek ve çift sarmal DNA kırımalarının olduğ unu tespit etmiştir. Ayrıca insan fibroblastlarında kromozom ve micronükleit anormallikler bulunmuştur. Özellikle fare embriyo hücrelerinde protein ve gen değ iş ikliğ i tespit edilmiştir.

Dünya Saç lık Kuruluş u'nun (World Health Organization/WHO) desteklediğ i proje kapsamında yapılan cep telefonu baz istasyonlarıyla ilgili ç alış malarda 350 – 400 metre

uzaklıktaki alanlarda kanser, tümör, depresyon, kronik yorgunluk, algıda azalma gibi bulgularda artış gözlemlenmiştir [28].

Baz istasyonlarının insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilerini destekleyen çalışmaların sayısı bir hayli fazla olmasına rağmen cep telefonu radyasyonun zararlı etkilerini savunmayan bilim adamlarının sayısı da azımsanmayacak kadar fazladır.

50 Hz elektrik ve manyetik alanın insan kalp nabızı üzerine etkilerini araştıran Korpinen *et al.* [29], 41 erkek gönüllünün EKG (elektrokardiyogram)' lerini kaydetmişlerdir. 3 saat süren ölçümlerde, kan basıncı ve EEG (elektroensefalografi)' de ölçülmüştür ancak, çalışmada sadece EKG kayıtları sonuçlarını sunmaktadır. Denekler, 1 saat alan dışında tutulduktan sonra 1 saat alan içinde tutulmuş ve bu işlem bir kez daha tekrarlanmıştır. Uygulanan elektrik alan şiddeti 3.5-4.3 kV/m, manyetik akı yoğunluğu ise 1.4  $\mu$ T ile 6.6  $\mu$ T arasında değiştirilmiştir. Çalışmanın sonunda EKG kayıtlarını inceleyen araştırmacılar, gerçek ve suni alanlar içindeki ve dışındaki deneklerin nabızlarında bir değişiklik olmadığını gözlemlemişlerdir.

Bu konuda çalışmalarını yürütmüş olan başka bir araştırmacı Morgan [30], tavuk beynini iki kısma ayırmış bir kısmına elektrik alan uygulamış ve diğer kısmını da birinci bölümden izole etmiştir. Ancak çalışma sonunda deney ve kontrol grupları arasında herhangi anlamlı bir fark bulunamadığı belirtilmiştir.

Amerikan Ulusal Toksikoloji Programı Tarafından yürütülen kapsamlı bir çalışma ile 2  $\mu$ T, 200  $\mu$ T ve 1000  $\mu$ T manyetik alanları 3 farklı gruba uygulanmış ve kanser riskini araştırmışlardır. Bu çalışmada deney hayvanları 2 yıldan daha uzun süre manyetik alana maruz bırakılmalarına rağmen herhangi bir kanser riskine rastlanamamıştır [31].

GSM 900 ve GSM 1800 cep telefonlarının insan sağlığına etkileri üzerine çalışmalar devam etmektedir. GSM 900 ve GSM 1800 cep telefonu şebekesinden kaynaklanan radyasyonunun gıdalar üzerinde etkileriyle ilgili herhangi bir çalışma hâlihazırda yapılmamışken benzer frekans uygulamaları gıdalar üzerindeki etkilerini inceleyen kısıtlı sayıda da olsa çalışmalar bulunmaktadır.

Örneğin buğday bitkisine 902 MHz elektromanyetik alan uygulayarak yapraklarında oksidatif stresteki değişimin ölçülmesi amacıyla yapılan bir çalışmada 1. ve 2. saatlerde ölçülen oksidatif stres faktörlerindeki (malondialdehid – MDA ve hidrojen peroksit – H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çalışma sonunda 1. ve 2. saatlerde ölçülen MDA ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> miktarı kontrol örneğine nazaran daha az ölçülürken 24. saatin sonunda kontrol örneğinden daha fazla olduğu tespit edilmiştir [32].

Elma suyu, bira, elektrolize su, sıvı yumurta ve domates suyunda yapılan farklı bir çalışmaya göre, araştırmacılar *Escherichia coli* K12 ve *Listeria innocua* bakterilerini bu ortamlarda 18 MHz ve 0.5 kV/cm elektrik alan kombine uygulamasını non termal inaktivasyon yöntemine alternatif olarak planlamışlardır. Ancak çalışma sonunda elde edilen verilere göre bu iki kombine uygulamanın sinerjistik bir etkisi olmadığı ve 10 kV/cm elektrik alan uygulamasıyla aynı sonuçların elde edileceğini belirtmişlerdir [33].

Carroll *et al.* [34], benzer bir çalışma yürütmüşler ve 60 MHz 49°C’ de *E. coli* ve *Bacillus subtilis* gelişimlerini incelemişlerdir. Ancak sonuçta bu bakterilerin inaktivasyonunu sıcaklığa bağlı olarak açıklamışlar ve 60 MHz uygulamanın önemsiz olduğunu bildirmişlerdir.

Geveke *et al.* [35], portakal suyunda *E. coli* K12 gelişiminde 21, 30 ve 40 kHz radyo dalgasıyla 15 ve 20 kV/cm elektrik alan kombine uygulamasının etkisini incelemişlerdir. 3.3 log kob/ml’lik mikrobiyal azalmayı 65°C’ de 15 kV/cm de tespit ederken, 60°C’ de 21,2 MHz radyo frekansı uygulaması 2,7 log kob/ml’lik azalmaya neden olduğu belirtilmiştir.

Hücrel iletişim sistemi radyo frekanslarının yer aldığı elektromanyetik spektrumun (Şekil 1.1.) X ışınları ile görünebilir ışınlar arasında bulunan yerde bulunan ultraviyole ışınlar (UV) gıda hazırlama alanındaki havanın, işlenen ürünün, gıda için kullanılan durulama suyunun ve gıda temas yüzeylerinin dezenfeksiyonunda kullanılmaktadır. Aynı zamanda spektrofotometrik yöntem olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ultraviyole (UV) radyasyon, güneşten gelen radyant enerjinin bir şeklidir. Görünmez olan ultraviyole, görünür ışık spektrumunda morun yanında meydana geldiğinden bu şekilde isimlendirilmektedir. UV radyasyon dalga boyuna göre, UV-A (320-400 nm),

UV-B (280-320 nm) ve UV-C (200-280 nm) olmak üzere 3 grupta toplanmaktadır. UV radyasyon kaynakları arasında; güneş ışığı ve suni kaynaklar (uzun, kısa ve orta dalga UV lambaları) gösterilebilir. UV-A, UV radyasyonun en zararlı şeklidir. UV-B radyasyon potansiyel olarak çok zararlıdır. UV-C radyasyon yüksek enerjili olduğundan potansiyel olarak en fazla zararlıdır.. Kısa dalga UV radyasyonu (UV - C) bakteriler, virüsler, mantarlar, maya ve algler gibi çoğu mikroorganizma için öldürücü etkiye sahiptir. UV - C  $0.5-20 \text{ Jm}^{-2}$  dozda spesifik hedef moleküllere zarar vermektedir. Mikrobiyal DNA'nın çiftli sarmal yapısını değiştirerek direkt olarak ölmesine neden olmaktadır. Bu şekilde DNA bir kez zarar gördüğü zaman mikroorganizmalar çoğalamazlar. Pratik olarak uygulama alanları yüzeydeki mikroorganizmaların inhibisyonu, havada bulunan mikroorganizmaların tahribi ve sıvıların sterilizasyonu şeklinde olarak sayılan ultraviyole ışınlar, uzun dalga UV ışınlama (UV - A) yaşayan hücreler tarafından çok az absorbe edildiğinden mikrobiyal hücreleri etkilemez [36].

UV radyasyon uygulaması birçok meyve ve sebzenin yüzeyindeki mikroorganizmaları inaktif hale getirerek muhafaza etmede kullanılan bir yöntemdir. Hoornstra *et al.* [37] tarafından yapılan bir çalışmada havuç, kırmızı biber, pırasa, beyaz kabak ve lahanadan oluşan sebzelere 2 kez  $0.15 \text{ jcm}^{-2}$  UV radyasyon uygulanmış ve aerobik bakterilerin sayısı  $1.1-2.6 \text{ log}_{10} \text{ kob/cm}^2$  olarak hesaplanmıştır. 3 kez radyasyon uygulamasından sonra pırasa, beyaz kabak ve lahanada herhangi bir mikrobiyal artış gözlenmezken diğerlerinde çok az tespit edilmiştir.

Ayrıca organik gıda olarak yetiştirilen havuç gibi sebzelerin depolanmasında hasat sonrası hastalıkların kontrolü için mantarlara karşı koruyucu etkisi olan kimyasallara alternatif olarak UV - C uygulaması dikkat çekmektedir. Depolama öncesinde havuçlara UV - C uygulaması bir izokumarin olan fitoelaksin 6-metoksimellein birikimine neden olmakta ve bu değişim fungal patojenlere karşı dokuların dayanıklılığını artırmaktadır [38].

UV radyasyon gıda yüzeylerinin dezenfeksiyonunun yanında enzimlerin inaktif edilmesinde de kullanılmaktadır. Dunn *et al.* [39], patates dilimlerine  $3 \text{ jcm}^{-2}$  dozda UV uygulayarak polifenoloksidaz enzimini aktivitesini düşürerek dilimlerin esmerleşmesini geciktirmiştir.



#### 1.4. Test Mikroorganizmaları

Bozulma etmenleri içerisinde mikrobiyolojik bozulmaların ayrı bir önemi bulunmaktadır. Mikrobiyolojik kökenli bozulmalar diğer birçok fiziksel ve kimyasal değişimlerle de yakından ilgilidir. Bu değişimler neticesinde kalite kaybı meydana gelir, tat ve yapı bozulur ve sonunda gıdalar tüketilemeyecek bir hal alabilir. Gıda ürünlerinde mikroorganizmaların etkisiyle meydana gelen bozulmalar, ekonomik kayıplar yanında oluşan toksinler nedeniyle büyük problemler içermektedir. Bu çalışmada gıda bozulmalarında ve gıda sterilizasyonunda hedef mikroorganizma olarak seçilen patojen bakteri ve bozulma etmeni mayaların yanı sıra probiyotik karakterli WHO tarafından da güvenilirliği onaylanan, insan sağlığına faydalı etkisi üzerine yapılan çalışmalarla kanıtlanmış laktik asit bakterileri üzerinde araştırmalar yürütülmüştür.

##### *E. coli*

*E. coli*, *Enterobacteriaceae* familyasına bağlı *Escherichia* cinsi içinde yer alan gram negatif, fakültatif anaerobik ve fermentatif, oksidaz negatif, hareketsiz veya hareketli (perifrik flagella) kısa çubuk şeklinde bir bakteridir. Doğal olarak insan ve hayvan bağırsak florasında bulunan bu mikroorganizma gıdalarda ve sularda fekal bulaşmanın göstergesi olarak kullanılır. Nutrient agar, kanlı agar ve enterobakterlerin diferansiyel ve selektif besiyerlerinde (MacConkey, EMB agar) 37°C’de bulanıklık meydana getirerek ürerler [40].

##### *S. aureus*

Gram pozitif, aerobik (anerobik *Staphylococcus saccharolyticus* türü hariç) fermentatif ve fakültatif anaerobik, hareketsiz, genellikle katalaz pozitif, çoğu türü oksidaz negatif, tekli, çiftli ve ya dördü dizilmiş ya da düzensiz gruplar oluşturan kok şeklinde bakterilerdir. *S. aureus* başta ısıl işlem olmak üzere mikroorganizmaların indirgenmesine yönelik tüm uygulamalara karşı yüksek bir duyarlılık gösterir. Dolayısıyla gıdalarda bu bakteriye rastlanması zayıf sanitasyonun göstergesidir [40].

##### *Listeria monocytogenes*

Gram pozitif, sporsuz, aerobik ve fakültatif anaerobik, 20 – 25°C’de kültüre edildiği zaman hareketli, katalaz pozitif, oksidaz negatif, kısa zincirli kokobasil veya bazen

filamentöz şekilli bakterilerdir. *L. monocytogenes* gıda kaynaklı enfeksiyonlara neden olur [40].

Literatürde test mikroorganizması olarak kullanılan bu patojen mikroorganizmaların inaktivasyonu ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, Gnan *et al.* [41], Brezilya’da medikal ilaç yapımında kullanılan goiaba meyvesinin ekstraktlarının 9 farklı *S. aureus* suşu üzerinde denemiş ve goiaba meyvesi ve yapraklarından elde edilen ekstraktın 6.5 mg/ml’sinin *S. aureus* üzerinde antimikrobiyal aktivitesinin olduğunu belirlemiştir.

Thomas *et al.* [42], farklı sıcaklık, pH ve NaCl kombinasyonunun *S. aureus* inhibisyonu üzerindeki etkilerini araştırmışlar ve en iyi sonucu pH 5.9’ da hacimce %6.5 NaCl konsantrasyonunda 25°C’de 18 saat boyunca devam ederek zayıflayan hücre duvarlarının nisine hassaslaştığını tespit etmişlerdir.

Dondurulmuş yaban mersininden farklı polaritelerde elde edilen 30 fraksiyona 7 farklı patojen suşu inoküle edilerek her bir patojen için minimum inhibitör konsantrasyonu ve maksimum konsantrasyon değerleri tespit edilmiştir. Tüm patojenlerin 10 mg fenol/ ml de inhibe edildiği rapor edilmiştir. *E. coli* fenolik asitlere karşı en az duyarlı patojen olurken *L. monocytogenes* en yüksek duyarlılık gösteren bakteri olarak tespit edilmiştir [43].

PEF ile kombine olarak pH (3.5 – 7.0), sıcaklık (4 - 50 °C) ve nisin ( 0 -200 mg/ml) ile muamele edilen ortamda yapılan farklı bir çalışmada ise, *S. aureus* ve *L. monocytogenes* ’in inaktivasyonu için yüzey yanıt modeli uygulanmıştır. PEF ile birlikte 200 mg nisin, 50°C ve pH 3.5’da, *S. aureus* sayısında 4.5 log kob/ml ve *L. monocytogenes* sayısında ise 5.5 log kob/ml azalma belirlenmiştir [44].

27.12 MHz radyo dalgaları (2 kW) kullanarak sütte *L. monocytogenes* ve *E. coli* hücrelerinde inaktivasyonu için çalışmalar yapılmıştır. 55.5 saniyede *E. coli* sayısında de 5 log kob/ml, *L. monocytogenes*’ de 6.5 log kob/ml azalma gözlemlenmiştir [45].

### ***Lb. plantarum* ve *Lb. sakei***

Gram pozitif, sporsuz, mikroaerofilik ve fermentatif, katalaz ve oksidaz negatif, genellikle hareketsiz ince uzun veya kısa çubuk veya kokobasil şeklinde bakteri olarak

tanımlanan *Lactobacillus* türleri arasında bulunurlar. *Lactobacillus* türleri üç grupta toplanır; birinci grup, zorunlu homofermantatif, ikinci grupta fakültatif heterofermantatif ve üçüncü grup zorunlu heterofermantatif olarak ayrılmıştır. *Lb. plantarum* ve *Lb. sakei* ise, heksoz şekerlerden fermantasyon yoluyla yüksek oranda laktik asit, glikoz yokluğunda ise laktik asit, asetik asit, etanol ve formik asit üreten fakültatif heterofermantatif grubunda yer alır [40].

Mikroorganizmaların neden olduğu gıda bozulmaları büyük önem taşımakta ve gıda güvenliği açısından problem oluşturmaya devam etmektedir. Ayrıca gıdalarda meydana gelen bozulmalar endüstriyel anlamda da büyük kayıplara yol açmaktadır. Bu mikroorganizmaların inhibisyonunda yeni yöntemler denenirken aynı zamanda son yıllarda tüketicilerin doğal ya da geleneksel yöntemlerle üretilen ve sağlık üzerinde olumlu etkileri olan gıdaları tercih etmektedirler. WHO ve FAO tarafından güvenli olarak kabul edilen laktik asit bakterileri organik asit, diasetil, nisin, hidrojen peroksit gibi bakteriyosinler üreterek antimikrobiyal aktiviteye sahip olduklarından dolayı gıda endüstrisi açısından büyük önem taşımaktadırlar. Gram pozitif, çubuk ve kok şeklinde bulunan laktik asit bakterileri katalaz negatif olup spor oluşturmeyen mikroorganizmalardır [55].

Geleneksel fermente ürünler veya gıdalara canlı ürünlerin sonradan eklenmesiyle vücuda alınan laktik asit bakterileri hastalıklara neden olan patojen mikroorganizmalara karşı ürettikleri organik asitler, hidrojen peroksit, laktoperoksidaz, diasetil ve bakteriyosinler sayesinde antagonistik etkiye sahiptir [56].

Yapılan araştırmalar *Lb. plantarum* 0.61-0.88 laktik asit ve 1.80-3.45 µg/ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> oluşturarak *E. coli*, *Bacillus subtilis*, *S. aureus* ve *Pseudomonas aeruginosa* üzerine inhibe edici etkisi saptanmıştır [81]. Aynı zamanda *Pediococcus pentosaceus* 'un *Bacillus brevis*, *B. megaterium*, *B. subtilis*, *Micrococcus luteus*, *Mycobacterium smegmatis*, *S. aureus*, *Yersinia enterocolitica* suşları üzerinde inhibe edici etkileri saptanmıştır [57].

Fermente sucuklarda starter olarak kullanılan *Lb. sakei*, *P. pentosaceus* ve *Lb. plantarum* olgunlaşma ve depolama sonunda *L. monocytogenes* sayısının hızlı bir şekilde azaldığı incelenmiştir [58].

Probiyotikler canlı mikroorganizmalar olup intestinal sistemdeki mikrobiyal dengeyi sağlarlar. Araştırmalarda probiyotik bakterilerin bireylerin bağırsak florasında *E. coli*, *Clostridium perfringens* gibi enterik bakterilerin sayısında azalma gözlemlenmiştir. Japon araştırmacılar ise *Lb. casei* Shirota 'nın nitroz bileşiklerinin degradasyonuna bağlı olarak mesane kanserini önlediğini bildirmişlerdir [59].

### ***Sac. cerevisiae***

Küresel, ovoid veya elipsoidal hücre şekline sahip olan bu maya alancı miselyum oluşturabilir. eşeysiz çoğalma multipolar tomurcuklanma ile olurken, eşeyli çoğalma askospor ile olur ve askus içinde ovoid şekilli 1 – 4 askospor bulunur. Nitratı asimile etmez ve laktozu kullanmazlar. Glikoz ve diğer şekerleri fermente ederler [40].

### ***Z. rouxii* ve *Z. bailii***

*Saccharomyces* türüne ait bir maya cinsidir. Önceleri *Saccharomyces* cinsi altında tanımlanmasına rağmen 1983'te Barnet ve arkadaşlarının çalışmasıyla şimdiki ismi verilmiştir. Gıda sanayisinde bu maya bozulma etmeni olarak uzun bir geçmişe sahiptir. Bunun başlıca nedeni pek çok gıda saklama yöntemlerine dayanıklı olmasıdır. Yüksek seviyede şeker (%50-60), etanola (%18'e kadar), asetik aside (%2.0-2.5), sorbik ve benzoik asite (800-1000 mg/L'ye kadar) ve su yokluğuna dayanıklıdır.

İçecek endüstrisinde en çok problem oluşturan maya türleri *Zygosaccharomyces* cinsine aittir. *Z. rouxii* ve *Z. bailii* türleri ise meyve suları ve konsantrelerinde başlıca bozulma etmeni mikroorganizmalardır. *Z. rouxii*, haploid hücreleri globular, elipsoid veya ovoid, geniş pH aralıklarında (1.8-8), 0.62 su aktivitesi değerine kadar gelişme gösterebilen, etanol, kükürt dioksit ve asetik asidi de tolere edebilen bir türdür [62]. *Z. bailii* Linder tarafından 1895 yılında *Saccharomyces bailii* olarak adlandırılmıştır. 1975'de bugünkü terminolojiye *Z. bailii* olarak geçmiştir. *Z. bailii*, *Z. rouxii* 'ye nispeten yüksek şeker konsantrasyonuna, düşük aside, etanole ve pastörizasyon uygulamasına karşı daha fazla direnç göstermekte ve pH 1.8'de gelişim gösterebilmesiyle gıda endüstrisinde problemlere yol açmaktadır [40]. Bu mayaların fizyolojik yapıları, mikroorganizmanın koruyucu katkı olarak eklenen zayıf asitlere karşı direnç göstermesinden ve heksoz şekerlerini fermente etmesinden sorumludur. Fermentasyon sonucu meyve suyu ve

konsantresinin tadı olumsuz etkilenir, oluşan CO<sub>2</sub> ambalajda bombaja neden olur ve renk değişimleri gözlenir [46].

Raso *et al.* [47], elma, portakal, ananas, üzüm ve yaban mersini sularında *Z. bailii* askosporları ve vejetatif hücrelerinin inaktivasyonu amacı ile sıcaklık, yüksek hidrostatik basınç ve vurgulu elektrik alan uygulamasını araştırmış askosporların vejetatif hücrelere göre 5-8 kat daha çok ısıl direnç gösterdiklerini belirlemişlerdir. Ayrıca 300 MPa basınçta 5 dk boyunca uygulanan işlem ile askosporların 0.5-1 logaritmik azalma, vejetatif hücrelerin ise 5 logaritmik azalma gösterdiğini belirlemişlerdir. Diğer yandan her meyve suyunda 32-36.5 kV/cm vurgulu elektrik alan uygulanmış, hem vejetatif hücrelerin hem de askosporların popülasyonunda 3.5-5 logaritmik azalma görüldüğünü bildirmişlerdir.

Kusumegi *et al.* [48] tarafından yapılan bir diğer çalışmada, asetik asidin *Z. rouxi* 'nin solunumu ve gelişimi üzerine inhibitör etkisi araştırılmış, %18 NaCl içeren ortamda %0.5 asetik asidin inhibisyonu sağladığı bildirilmiştir.

Diğer bir çalışmada, aralarında *Z. bailii* ve *Z. rouxi* 'nin de bulunduğu bozulma etmeni 30 maya suşu üzerine pH, NaCl, sukroz, sorbat ve benzoatın etkisi araştırılmıştır. *Z. bailii* pH 7'de gelişemezken *Z. rouxi* pH 8'de gelişim gösterememiştir. *Z. rouxi* %15 NaCl konsantrasyonunda gelişim sağlamış, *Z. bailii* ise pH 3'e tolerans göstermiştir. Hem *Z. bailii* hem de *Z. rouxi* % 60-70 şeker konsantrasyonunda gelişim göstermişlerdir. *Z. bailii* 'nin inhibisyonu ile yapılan başka bir çalışmada su aktivitesinin yüksek hidrostatik basınç üzerine etkisi araştırılmış, 0.998 - 0.900 su aktivitesi değerinde 345 MPa basınç 5 dk süre ile uygulanmış ve 0.98 den yüksek su aktivitesi değerinde tümüyle inhibisyon sağlanmıştır [49].

Sağdıç *vd.* [50] yaptıkları bir çalışmada ise üzüm posası tozu ve etanolik ekstraktının elma ve portakal suyu gibi gıdalarda *E. coli*, *S. aureus*, *Z. rouxi* ve *Z. bailii* gibi bazı mikroorganizmalar üzerine etkileri çalışılmıştır. Mayalar içerisinde *Z. bailii* 'nin ekstraktlara karşı genellikle diğer test mikroorganizmalarından daha dirençli olduğu tespit edilmiştir.

*Z. rouxii* 'nin gelişimi üzerine şeker konsantrasyonu ve pH'nın kombine etkisinin araştırıldığı diğer bir çalışmada gelişim eğrileri Baranyi eşitliği ile belirlenmiş, pH'nın etkisinin lineer olmadığı şartlarda şeker konsantrasyonu ile maya gelişimi oranı lineer olarak azalmıştır. Optimum pH ise 3.5-5 aralığı olarak tespit edilmiştir [51].

*Z. bailii* ve *Z. rouxii* 'nin fizyolojik özelliklerinin belirlenmek istendiği çalışmada, suşlar yüksek şeker içerikli ortamlardan izole edilmiş, bu izolatların koruyucu ve biyosit direnci, ozmotik basınca toleransı, düşük pH toleransı, etanol toleransı, fermentasyon derecesi, gelişim sıcaklığı ve pastörizasyona karşı direnci belirlenmiştir. İzolatlar, oldukça dayanıklı olmasına karşın ekstrem bir fizyolojik karakter sergilememişlerdir. *Z. bailii* izolatu etanol, sıcaklık ve koruyuculara yüksek ölçüde direnç göstermiştir. Bununla birlikte *Z. bailii* perasetik asit ve hipoklorit gibi biyoasitlere direnç gösterememiştir [52].

Kobayashi and Hayashi [53], *Z. rouxii*'nin soya sosunun fermentasyon prosesinde aroma gelişimi için önemli bir starter kültür olduğunu belirtmiş ve bu starter kültüre NaCl ilavesinin etkisini iki aşamalı olarak araştırmışlardır. Starter kültüre %16 NaCl ilavesi ile arzu edilen etanol fermentasyon seviyesi yakalanmıştır. Aynı zamanda bu NaCl konsantrasyonunun *Z. rouxii*'nin fermentasyon aktivitesi ve canlılığı üzerine olumlu etkileri olmuş ve bakteriyel kontaminasyonu engellenmiştir.

Weiler and Schmitt [54], *Z. bailii* tarafından zigosin isimli bir protein karakterli toksin üretildiğini, insan kaynaklı ve bitki patojeni mayalara karşı inhibe edici etkisi olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada, zigosin ile muamele edilmiş maya hücrelerinin sitoplazmik membran fonksiyonunun etkilenerek inhibe olduğu belirtilmiştir.

### **1.5. Antioksidan aktiviteye etki**

*In vivo* ve *in vitro* etkileriyle ilgili olarak çalışmaları devam edilen cep telefonu radyasyonuna karşı, hücre deformasyonlarına karşı etkili olduğu saptanan antioksidanlar gıda endüstrisinde önemli bir yere sahiptir. Oksidasyonu engelleyen ve/veya geciktiren bileşen grubuna genel olarak antioksidan ismi verilmektedir [60]. Antioksidan maddeler gıdalarda meydana gelen ransidite tipleri arasından özellikle oksidatif ransiditeyi engellemede kullanılan ve ürünün raf ömrünü uzatan maddelerdir. Genel anlamı ile

antioksidan maddeler gıdayı oksidatif reaksiyonlara karşı koruyan bileşiklerin genel adıdır. Bu maddelere oksidasyon inhibitörleri de denmektedir [61].

Antioksidanlar, hücrelere zarar veren bu prooksidanları (reaktif oksijen ve azot türleri, serbest radikaller) etkin bir şekilde indirgeyerek düşük toksisiteli veya toksik olmayan ürünlere dönüştürürler. Bu tehlikeli bileşiklerin varlığı, sağlıklı bir yaşam için antioksidanları önemli kılmaktadır. Antioksidanların, kanser, kalp hastalıkları, akciğer, katarakt gibi kronik hastalıkların risklerini azalttığı belirtilmektedir. Birçok araştırmacı serbest radikallerin toplam etkilerini, yaşlılık nedeni olarak görmektedir. Ayrıca gıdalardaki antioksidanların, oksidasyondan kaynaklanan acılaşmayı ve diğer tat bozulmalarını geciktirme veya önleme özelliğine sahip olduğu bilinmektedir [62]. Antioksidan bileşiklerin en önemli mekanizması lipid serbest radikalleri ile reaksiyona girip, inaktif ürünleri oluşturmalarıdır [63]. Genel olarak antioksidan aktivitesi mekanizması Tablo 1.4.' de gösterilmiştir.

Tablo 1.4. Antioksidan aktivite mekanizması [63]

Antioksidan sınıfı	Antioksidan aktivitesi mekanizması	Antioksidan
Antioksidanlar	Lipit serbest radikallerinin İnaktivasyonu	Fenolik bileşikler
Hidroperoksit stabilizerleri	Hidroperoksitlerin serbest radikallere dönüşümünün önlenmesi	Fenolik bileşikler
Sinerjistler	Uygun antioksidanların teşvik edici aktiviteleri	Sitrik asit, Askorbik asit
Metal tutucu	Ağır metallerin inaktif ürünlere bağlanması	Fosforik asit, Maillard tepkimesi bileşikleri, sitrik asit
Singlet oksijen kırıcı	Singlet oksijenin triplet oksijene dönüşümü	Karotenler
Hidroperoksidi parçalayan maddeler	Hidroperoksitlerin radikal olmayan yöntemlerle azalması	Proteinler, amino asitler

Antioksidanlar primer ve sekonder olmak üzere 2 ana grupta sınıflandırılırlar. Primer antioksidanlar lipid radikalleriyle birlikte direkt olarak tepkimeye girer ve ürünün stabil olmasını sağlar. Sekonder antioksidanlar ise farklı mekanizmalarla oksidasyon düzeyini daha düşük seviyelere düşürür. Fakat bu doğrudan serbest radikal süpürücü etkiyi kapsamamaktadır [63]. Primer antioksidanların çoğu indüksiyon periyodu boyunca bir

hidrojen atomu vererek ya da eksilterek aktivite gösterir. Sekonder antioksidanlar metal iyonları bağlayabilme, oksijen süpürücü, UV radyasyon absorbandı, enzim inhibisyonu ya da hidroperoksit bozucu olarak rol oynayabilir. Bazı doğal fenolik bileşiklerin hem primer hem de sekonder özellik gösterdiği yapılan araştırmalar sonucunda bildirilmiştir [64].

Serbest radikaller lipid, protein ve nükleik asitlere karşı oksidatif hasar yapmakta, hücre içindeki yapıları bozarak ve DNA yapısındaki biyokimyasal bileşiklerde bozulmalara yol açarak birçok farklı hastalığa yol açabileceği ifade edilmektedir. Serbest radikaller, kanser, kalp hastalıkları, akciğer hastalıkları, katarakt gibi pek çok hastalığa neden olmaktadır. Antioksidan maddeler, serbest radikallerin neden olduğu reaksiyonu durdurarak, oksijeni ve metalleri bağlayarak ve oksidasyonun teşvik etmiş olduğu zararları engeller [65].



## 2. BÖLÜM

### MATERYAL VE YÖNTEM

#### 2.1. Materyal

Materyal olarak kullanılan *Escherichia coli* ATCC 11238, *Staphylococcus aureus* ATCC 4992 ve *Listeria monocytogenes* ATCC 23074 'ten oluşan patojen bakteriler, *Lactobacillus plantarum* DSM 20205 ve *Lb. sakei* DSM 1334 'ten oluşan laktik asit bakterileri ile aynı zamanda *Saccharomyces cerevisiae* DSM 1334, *Zygosaccharomyces rouxii* DSM 70540 ve *Z. bailii* DSM 7049 'dan oluşan mayalar Erciyes Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Mikrobiyoloji Laboratuvarından sağlanmıştır. Ayrıca çalışmada kullanılan elma ve üzüm suyu %100 katkısız olacak şekilde yerel bir firmadan (MEYSU, Türkiye) sağlanmıştır.

GSM 900 ve GSM 1800 cep telefonu radyasyonu üretmek için kullanılan radyo frekans işaret üretici (Aim-TTi TGR2050 - 2GHz SYNTHESISED RF GENERATOR, İngiltere) Erciyes Üniversitesi Elektrik - Elektronik Mühendisliği Bölümü Kablosuz Haberleşme Sistemleri Araştırma Laboratuvarından temin edilmiştir (Şekil 2.1.).



Şekil 2.1. Çalışmada kullanılan radyo frekansı işaret üretici

Çalışmada kullanılan radyo frekansı işaret üretici, 150 kHz – 2 GHz aralığında frekans ve 0.1 dB aralıklarla (-127 dBm) - (+7dBm) seviye üretebilme kapasiteli, 80 karakterli, aydınlatmalı LCD ekranı bulunan jeneratör kullanılmıştır. Kullanılan TGR serisi radyo frekansı sinyal jeneratörü, yüksek frekanslı, geniş dinamik aralıklı, düşük faz gürültüsüne sahip ve esnek modülasyon yeteneği bulunan, 13 cm yüksekliğinde, 21.2 cm genişliğinde, 33 cm uzunluğunda ve 4.6 kg ağırlığında bir cihazdır.

Çalışmada, GSM 900 radyasyonu için aşağı yönlü doğrultudaki frekans bandı içerisinde 955 MHz, GSM 1800 radyasyonu için ise, aşağı yönlü doğrultudaki frekans bandı içerisinde 1850 MHz seçilmiştir. Seçilen bu frekans bandlarından her biri için ayrı ayrı 5 farklı frekans aralığı uygulanmıştır. 955 MHz için; +7 dBm, +5 dBm, 0 dBm, -15 dBm, -3 dBm ve 1850 MHz için; +7 dBm, +5 dBm, 0 dBm, -20 dBm ve -40 dBm seçilmiştir. Çalışma kullanılan farklı işaret seviyeleri için dBm – Watt dönüşümleri Tablo 2.1.'de belirtilmiştir.

Tablo 2.1. dBm – Watt dönüşüm tablosu

<b>dBm</b>	<b>Watt (W)</b>
+30 dBm	1 W
+20 dBm	100 mW
+10 dBm	10 mW
+7 dBm	5 mW
+5 dBm	3.85 mW
0 dBm	1 mW
-3 dBm	500 $\mu$ W
-10 dBm	100 $\mu$ W
-15 dBm	55 $\mu$ W
-20 dBm	10 $\mu$ W
-30 dBm	1 $\mu$ W
-40 dBm	100 nW

Çalışmada ultraviyole ışık kaynağı olarak Erciyes Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Mikrobiyoloji Laboratuvarında kullanılan çeker ocak kabininde bulunan UV lambasından yararlanılmıştır.

## 2.2. Yöntem

### 2.2.1. Mikroorganizma suşlarının hazırlanması

*Sac. cerevisiae*, *Z. rouxii* ve *Z. bailii* malt ekstrakt sıvı besiyerine (Merck, Almanya) inoküle edilmiş 27°C'de 48 saatlik 1. aktifleştirmeden sonra 20 saatlik 2. aktifleştirme yapılarak araştırmada kullanılmıştır. Aynı zamanda, seçilen patojen mikroorganizmalardan *E. coli*, *L. monocytogenes* ve *S. aureus* Nutrient sıvı besiyerine (Merck, Almanya) ekim yapılmış ve 36°C'de 24 saatlik 1. aktifleştirmeden sonra 18 saatlik 2. aktifleştirme yapılarak kullanılmıştır. *Lb. plantarum* ve *Lb. sakei* ise MRS sıvı besiyerine (Merck, Almanya) 30°C'de 24 saatlik 1. aktifleştirmeden sonra 18 saatlik 2. aktifleştirmeden sonra kullanılmıştır. Aktif kültürlerin hücre içerikleri dilüsyon yöntemiyle belirlenerek katı besiyerinde ön denemelerden elde edilen sonuçlara göre  $10^7$  kob/ml bakteri sayısına ayarlanmıştır [66].

### 2.2.2. Mikroorganizma suşlarının meyve sularına inokülasyonu

Aktifleştirilmiş mikroorganizma suşları %1 olacak şekilde UHT meyve sularına steril şartlarda inoküle edilmiştir. Aynı şartlarda hazırlanan radyasyon örneği ile kontrol örneklerinden radyasyon örneği olarak kullanılacak meyve suyu örnekleri radyo frekansı sinyal üretici cihazın yanına, kontrol örnekleri ise +4°C' de 24 saat boyunca bekletilmiştir.

### 2.2.3. Çalışma düzeneğinin oluşturulması

Mikroorganizma suşlarının ilave edilmesiyle hazırlanan sıvı besiyerleri ve meyve suları deney tüplerinde ağızları kapalı olarak Şekil 2.2.' de gösterildiği düzende jeneratör antenin etrafına dizilmiştir. Daha önce belirlenen frekanslarda işaretler üretilerek tüplere uygulanmıştır. Çalışmanın etkinliği açısından tüm şartlar aynı olmak üzere hazırlanan mikroorganizmalardan birer tane GSM 900 ve GSM 1800 cep telefonu radyasyonu uygulanmadan oda şartlarında bekletilmiştir.



Şekil 2.2. Çalışma düzeneği

Aşılama yapılan sıvı besiyeri ve meyve suyu örneklerindeki mikroorganizmaların sayısını belirlemek için, öncelikle sayım yapılabilecek aralıkta dilüsyonlar hazırlanmıştır. Ringer Tablet (Merck, Almanya) kullanılarak hazırlanan dilüsyon sıvısı 4.5 ml olacak şekilde tüplere bölündükten sonra, sterilize edilerek dilüsyon çözeltileri hazırlanmıştır. Ve mikroorganizmaların gelişim grafikleri çizilmek üzere 0., 2., 4., 6.,8.,18.ve 24. saatlerde kontrol örneği, radyasyon örneği ve meyve suyu örnekleri uygun oranlarda seyreltilerek hazırlanan dilüsyonlardan ekim yapılmıştır.

#### 2.2.4. Örneklerin besiyerine inokülasyonu ve inkübasyonu

*E. coli*, *S. aureus* ve *L. monocytogenes* için Nutrient Broth (Merck, Almanya) ve Nutrient Agar (Merck, Almanya), *Lb. plantarum* ve *Lb. sakei* için MRS Broth (Merck, Almanya) ve MRS Agar (Merck, Almanya), *Sac. cerevisiae*, *Z. rouxii* ve *Z. bailii* için ise Malt Ekstrakt Broth (Merck, Almanya) ve Malt Ekstrakt Agar (Merck, Almanya) kullanılmıştır. İnkübasyon şartları ise, *E. coli*, *S. aureus* ve *L. monocytogenes*, 24 saat boyunca 36°C, *Lb. plantarum* ve *Lb. sakei* 24 saat boyunca 30°C, *Sac. cerevisiae*, *Z. rouxii* ve *Z. bailii* 27°C'dir. İnkübasyon sonunda petri kutularında sayım yapılarak, örneklerin mikroorganizma sayıları log kob/ml olarak belirlenmiştir.

#### 2.3. Fizikokimyasal Analizler

Fizikokimyasal analizler için çalışmada kullanılan meyve sularına hiçbir mikroorganizma ilave edilmemiştir. Meyve suları steril şartlarda steril tüplere doldurulmuş ve çalışma için GSM 900 ve GSM 1800 cep telefonu radyasyonu uygulanmış ve kontrol grubu +4°C'de depolanmıştır.

### 2.3.1. pH analizi

Örneklerin pH değerleri, pH metre (Hanna Instrument, Almanya) kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla daha önce uygun tamponla kalibre edilen pH metrenin probu örneklere doğrudan daldırılmış ve değerlerin sabitlenmesinden sonra 25 °C’de pH ölçümü gerçekleştirilmiştir.

### 2.3.2. Renk analizi

Örneklerin renk değerleri otomatik renk tayin cihazı ile (Lovibond RT Series Reflectance Tintometer, İngiltere) ile belirlenmiştir. Cihaz, standart kalibrasyon skalası ile kalibre edildikten sonra örnekler sıvılara ait küvete doldurulup okuma yapılmış ve örneklerin  $L^*$  (parlaklık),  $a^*$  (+a değeri kırmızı, -a değeri yeşil renk yoğunluğu) ve  $b^*$  (+b değeri sarı, -b değeri mavi renk yoğunluğu) değerleri tespit edilmiştir.

### 2.3.3. Sıcaklık ölçümleri

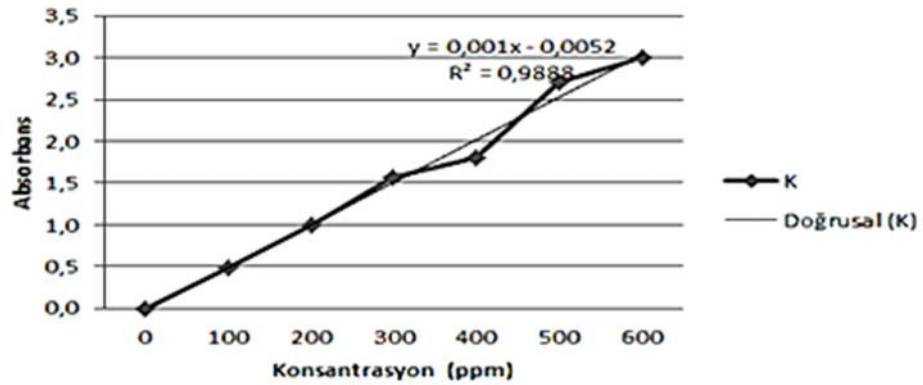
Diğer tüm şartlar aynı olmak üzere mikroorganizma bulunmayan besiyerleri, kontrol ve radyasyon örneklerinin ekim aralıklarında sıcaklık ölçümleri kaydedilmiştir. Sıcaklık ölçümünde daldırma tip dijital termometre (Checktemp, İngiltere) kullanılmıştır.

### 2.3.4. Brix analizi

Örneklerin toplam çözünür kuru madde değerleri otomatik refraktometre cihazı (Reichert AR 700 Automatic Refractometer, ABD) kullanılarak belirlenmiş ve sonuçlar briks şeklinde kaydedilmiştir.

### 2.3.5. Toplam fenolik madde miktarı

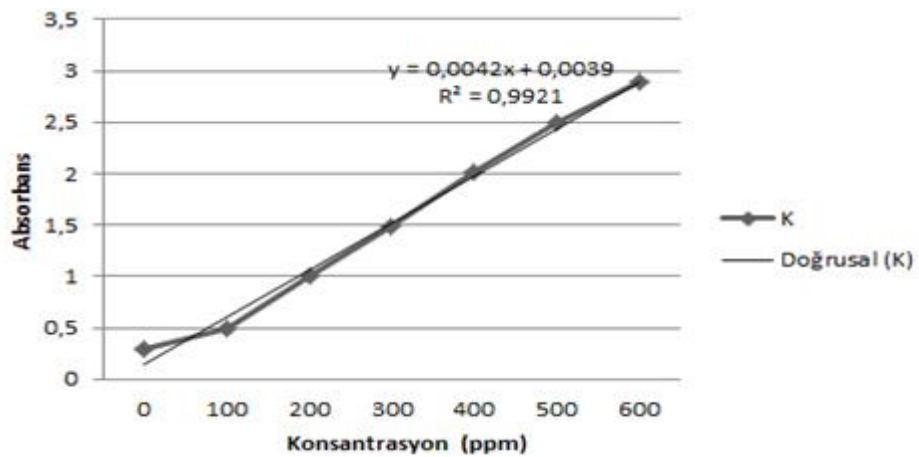
Toplam fenolik madde miktarı analizinde Sağdıç ve arkadaşlarının kullandığı Folin-Ciocalteu metodu kullanılmıştır [67]. Elma suyu ve 1/100 oranında seyreltilmiş üzüm suyu örneklerinden 40 µl alınarak, 2400 µl saf su ve 200 µl Folin-Ciocalteu reaktifi ile karıştırılmış ve daha sonra 15’er saniye aralıklarla 600 µl % 20 sodyum karbonat çözeltisi eklenmiştir. Oda sıcaklığında 2 saat inkübasyonun ardından, örneklerin absorbansı spektrofotometrede 765 nm dalga boyunda köre karşı ölçülmüştür. Toplam fenolik madde miktarı sonuçları mg gallik asit eşdeğer (GAE)/L numune olarak verilmiştir.



Şekil 2.3. Toplam fenolik madde miktarı için kullanılan gallik asit kütresü

### 2.3.6. Antioksidan aktivitenin belirlenmesi

Meyve sularında antioksidan aktivite fosfomolibdenyum metodu ile belirlenmiştir [67]. Elma suyu ve 1/1000 oranda seyreltilmiş üzüm suyu örneklerinden 50 µl, 4 ml reaktif ile [0.6 M sülfürik asit (Aldrich, İngiltere), 28 mM sodyum fosfat (Merck, Almanya) ve 4 mM amonyum molibdat (Merck, Almanya)] ile karıştırılmış ve tüplerdeki karışımların kapakları kapatılarak 95°C'de 90 dakika inkübe edilmiştir. Daha sonra numuneler oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve aynı miktar reaktif içeren körlere karşı 695 nm'de absorbansları ölçülmüştür. Antioksidan aktivite, mg askorbik asite eşdeğer (AAE)/L numune cinsinden tespit edilmiştir.



Şekil 2.4. Antioksidan aktivite tayini için kullanılan askorbik asit kütresü

### **2.3.7. Serbest radikal temizleme aktivitesinin belirlenmesi**

Numunelerin serbest radikal temizleme aktivitesi, DPPH metodu ile gerçekleştirilmiştir [67]. 200 µl elma suyu örneklerine 4 ml, 0.1 mM metanolde hazırlanmış DPPH (2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl - ALDRICH) çözeltisi eklenmiş, karanlıkta ve oda sıcaklığında 30 dakika inkübasyonun ardından numunelerin absorbansları 517 nm dalga boyunda kontrol çözeltisine karşı okunmuştur. Sonuçlar % inhibisyon olarak verilmiştir.

$$\% \text{ İnhibisyon} = (\text{Kontrol Absorbansı} - \text{Örneğin Absorbansı} / \text{Kontrol Absorbansı}) \times 10$$

### **2.4. Ultraviyole Işık Uygulaması**

Radyo frekansı uygulamasında olduğu gibi hazırlanan mikroorganizma kültürleri 265 nm dalga boyundaki ultraviyole ışık içeren kabin ortamında ışık kaynağında 1 m uzaklıkta bekletilmiş ve 0.,2.,4.,6.,8., 18. ve 24. saatlerde mikrobiyolojik analizler yapılmıştır.

### **2.5. İstatistiksel Analizler**

Deneyler sonucunda toplanan datalar Windows tabanlı SAS istatistik paket programı vasıtasıyla istatistiksel analiz yöntemleri ile değerlendirilerek gruplar arasında fark olup olmadığı TUKEY test parametresi kullanılarak tespit edilmiştir.

## 3.BÖLÜM

### BULGULAR

#### 3.1. Mikrobiyolojik Sayım Bulguları

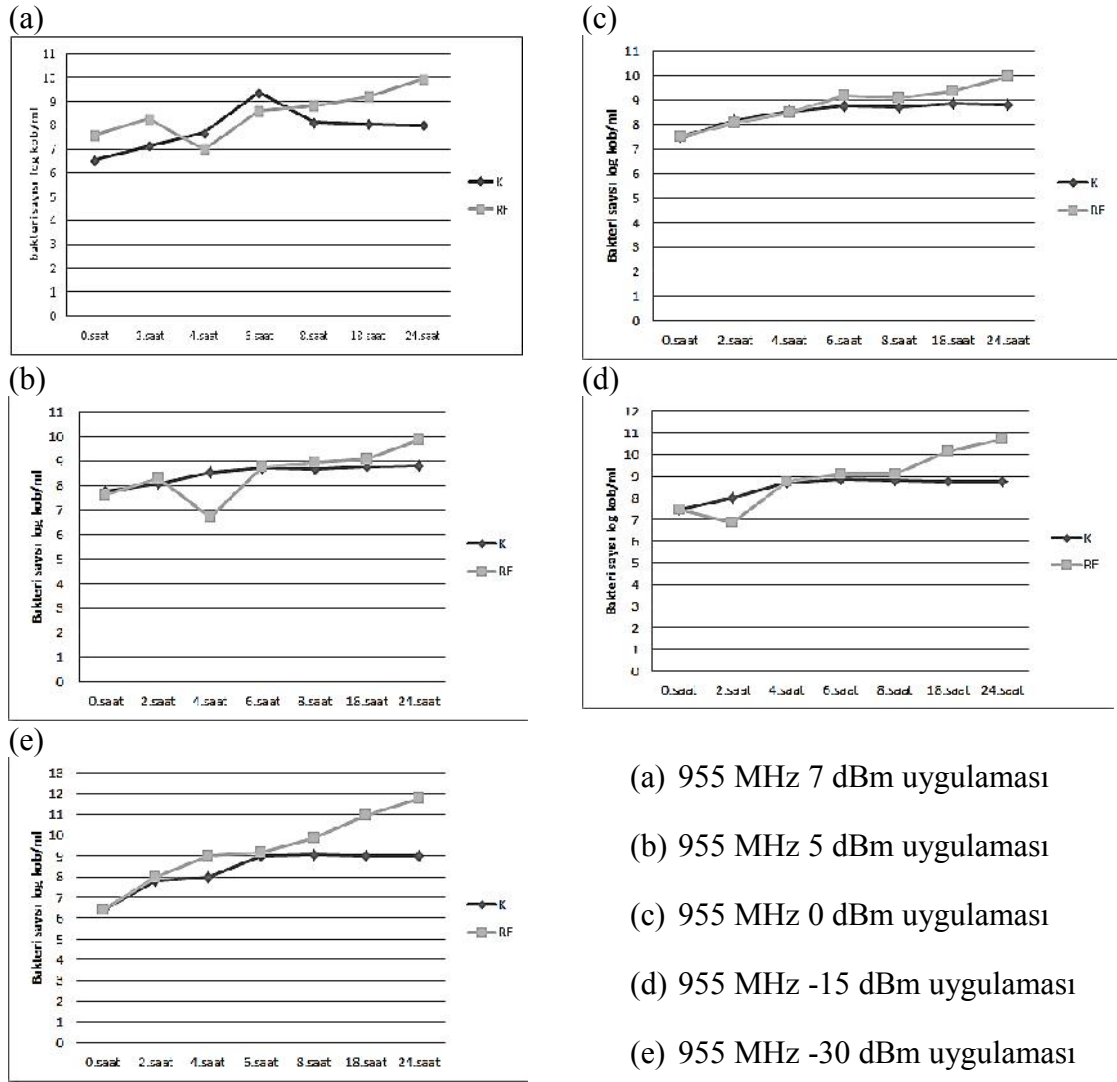
Çalışma sonucunda elde edilen mikrobiyolojik sayım sonuçları log kob/ml olarak verilmiştir.

##### 3.1.1. *E. coli* Gelişimi

Gıda bozulmalarında ciddi bir önem teşkil eden *E. coli*' den GSM 900 radyasyonuna karşı değişik grafikler elde edilmiştir. 955 MHz 7 dBm'lik uygulamada 4.saatin sonunda radyasyon örneğinde kontrol örneğine göre 1 log kob/ml azalma tespit edilirken 24.saatin sonunda 1.86 log kob/ml artış olduğu bulunmuştur (Şekil 3.1.(a)). Benzer şekilde 955 MHz 5 dBm'lik uygulamada 4.saatte 1.45 log kob/ml kadar bir azalma olsada 24. saatin sonunda 1.14 log kob/ml artma olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.1.(b)). 24.saatin sonunda radyasyon örneğinin 1 log kob/ml arttığı bulunan 955 MHz 0 dBm'lik uygulama olmuştur (Şekil 3.1.(c)). 955 Mhz -15 dBm'lik radyasyon çalışmasında *E. coli* hücreleri radyasyona karşı 2.saatte kontrol örneğine göre 1.12 log kob/ml azalma görülürken 24. Saatin sonunda şaşırtıcı şekilde 1.96 log kob/ml arttığı bulunmuştur (Şekil 3.1.(d)). Farklı bir grafik ise 955 MHz -30 dBm'de elde edilmiştir (Şekil 3.1.(e)). 24.saatin sonunda radyasyona maruz kalan *E. coli* hücreleri kontrol örneğine nispeten 2.76 log daha fazla gelişmiştir (Şekil 3.1. (e)).

*E.coli*'nin GSM 900 radyasyonuna karşı elde edilen bütün grafiklerine genel olarak bakılacak olursa belirli bir süre radyasyona karşı bir direnç göstermiş ancak radyasyon uygulaması devam ettikçe direnç mekanizması zayıflamış ve artış göstermiştir. GSM 900 radyasyonu *E.coli*'nin gelişmesini artırıcı bir etki göstermiştir (Şekil 3.1.). Benzer bir durum GSM 1800 radyasyonunda gözlemlenmiştir (Şekil 3.2.).

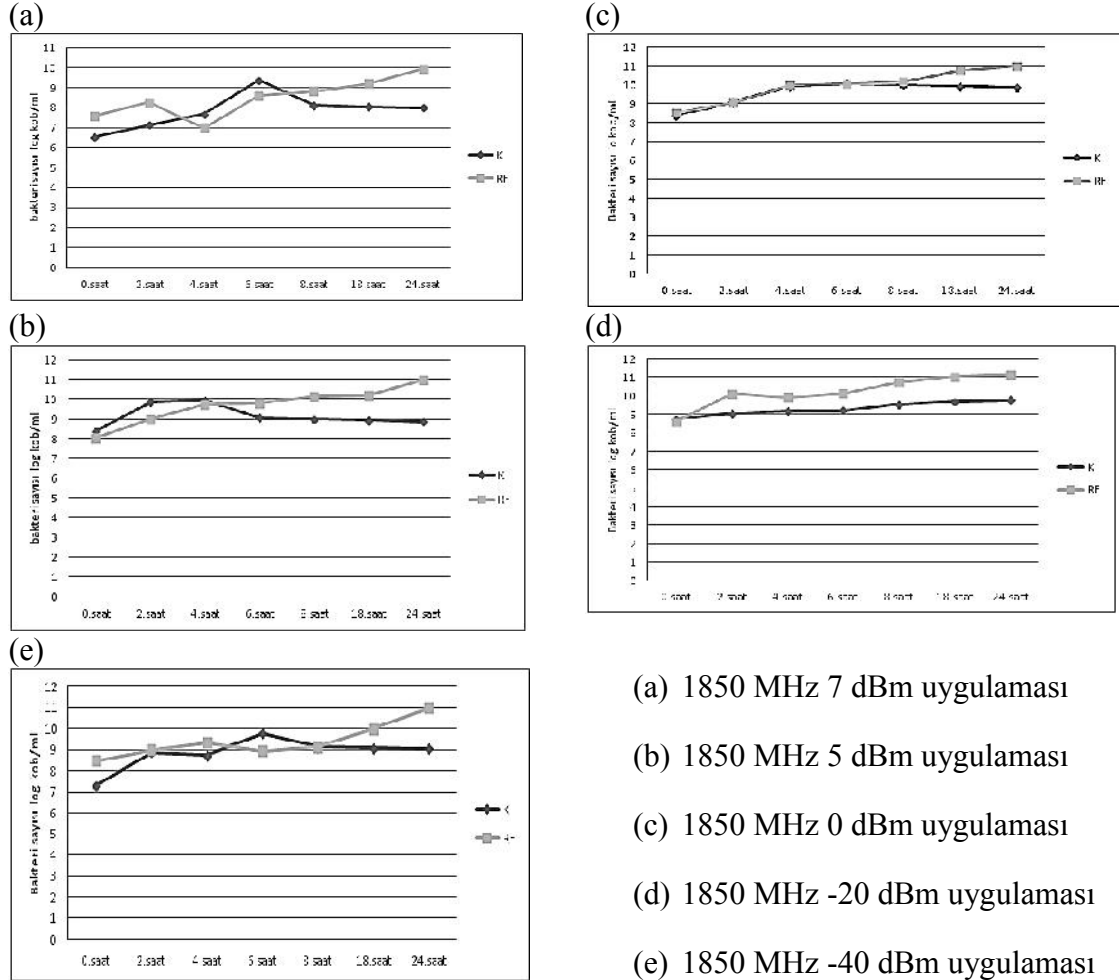




Şekil 3.1. GSM 900 radyasyonunun *E. coli* 'nin gelişimine etkisi

1850 MHz 0 dBm'de kontrol örneği ile benzer şekilde grafik elde edilen radyasyon örneği 24. saatin sonunda 1.96 log kob/ml artma ile kontrol örneğinin gelişim grafiğinden ayrılmıştır (Şekil 3.2.(c)). İnişli çıkışlı bir gelişim grafiği elde edilen 1850 MHz 7 dBm uygulamasında radyasyona maruz kalan *E. coli* hücreleri 24.saatin sonuna gelindiğinde kontrol örneğine göre 1.95 log kob/ml daha fazla olduğu saptanmıştır (Şekil 3.2.(a)). GSM 1850 bandının çalışmada kullanılan en düşük frekansı olan -40 dBm'de radyasyona maruz kalan *E. coli* hücreleri kontrol örneğinden çalışma boyunca daha fazla gelişme gösterdiği ve en nihayetinde 24.saatin sonunda 1.37 log kob/ml daha fazla olduğu saptanmıştır (Şekil 3.2.(e)). 1850 MHz -20 dBm' de çalışılan *E. coli* hücreleri 8.saate kadar radyasyon örneği ve kontrol örneğinde benzer gelişme göstermiş

olsalar da 24.saatin sonunda radyasyon örneği kontrol örneğine göre 1.12 log kob/ml daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.2.(d)).

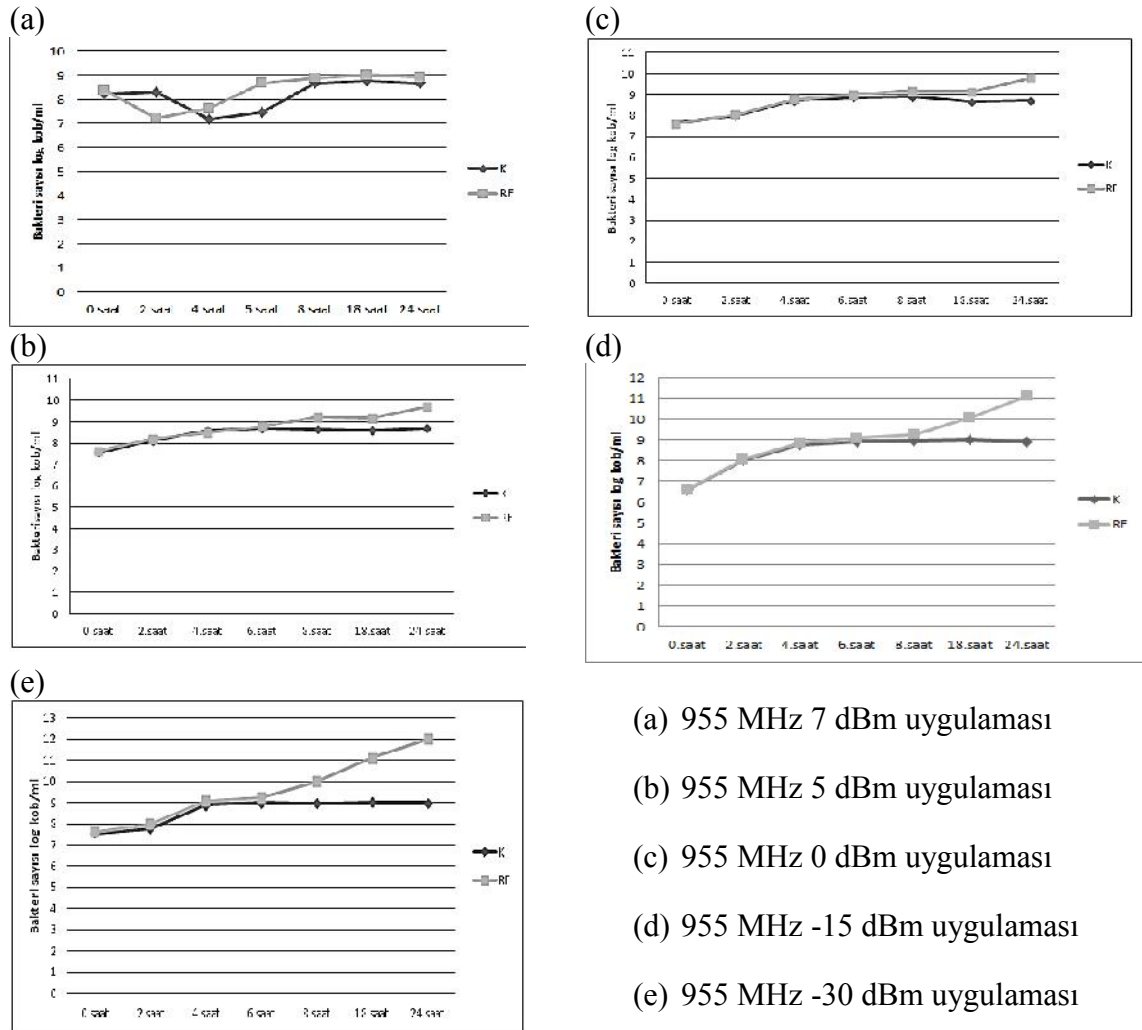


Şekil 3.2. GSM 1800 radyasyonunun *E. coli* 'nin gelişimine etkisi

### 3.1.2. *S. aureus* Gelişimi

*S. aureus* GSM 900 cep telefonu radyasyonuna karşı gelişim grafikleri incelendiğinde ilk olarak 955 MHz 7 dBm'de 2. saatin sonunda kontrol örneğine göre radyasyon örneği 1 log kob/ml azalma tespit edilmiştir. Ancak radyasyon uygulaması devam ettikçe kontrol örneğine göre radyasyon örneği hızla artarak 6.saatin sonunda 1.22 log kob/ml artış olduğu saptanmıştır (Şekil 3.3.(a)). 955 MHz 5 dBm'de ise kontrol örneği ile radyasyon örneğinde benzer bir grafik elde edilmiş olsa da 24.saatin sonunda radyasyon örneğinin kontrol örneğine nispeten 1 kog daha fazla olduğu da saptanmıştır (Şekil 3.3.(b)). Çalışma sonunda elde edilen grafiklere bakıldığında 955 MHz 0 dBm'lik uygulamanın *S. aureus* hücrelerinde kontrol örneğine benzer şekilde etki ettiği

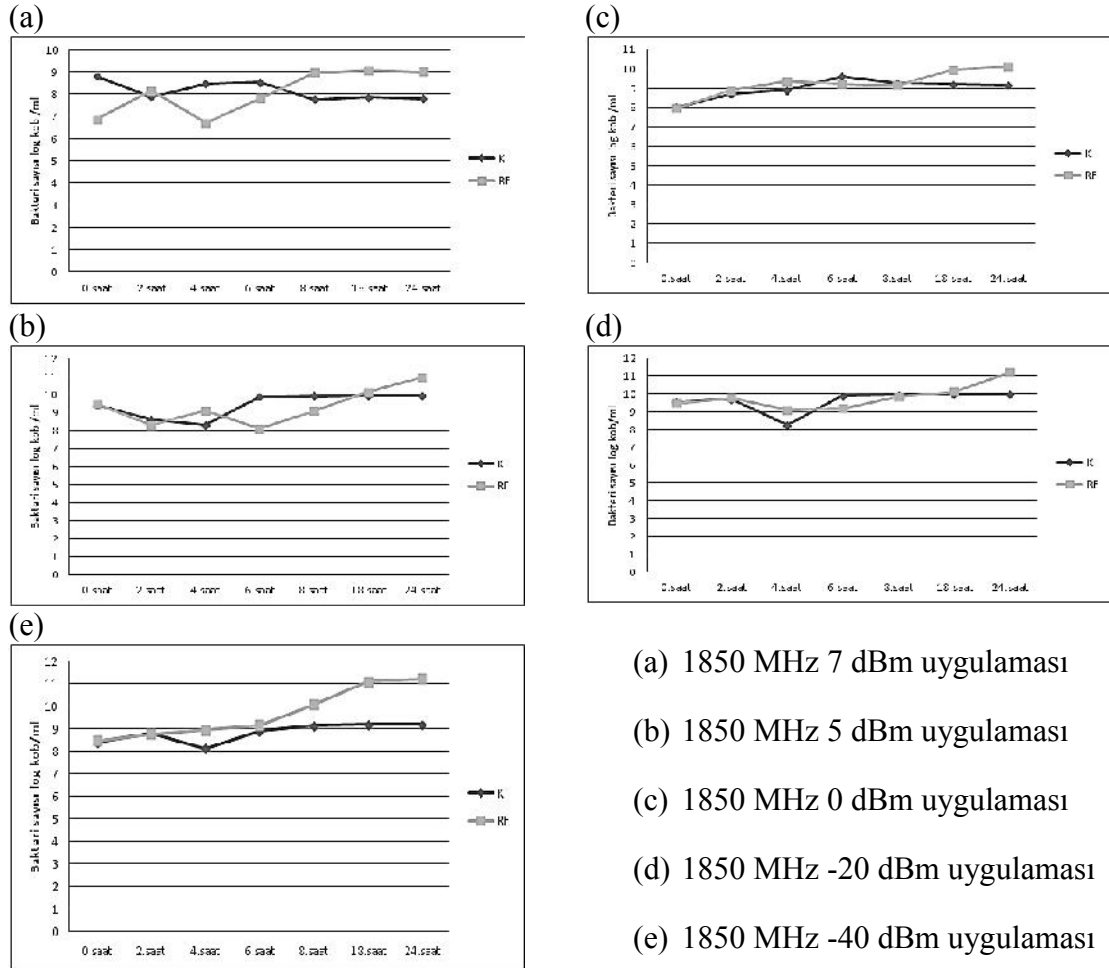
bulunmuştur (Şekil 3.3.(c)). *S. aureus* hücrelerinde en şaşırtıcı sonuç GSM 900 bandında çalışılan -30 dBm’de tespit edilmiştir (Şekil3.3.(e)). 955 MHz -30 dBm’de radyasyon örneği kontrol örneğine göre 24.saatin sonunda tam olarak 3 log kob/ml arttığı belirlenmiştir. 955 MHz -15 dBm’de ise 24.saatin sonunda radyasyon örneğinde kontrol örneğine göre 2.18 log kob/ml artış bulunmuştur (Şekil 3.3.(d)).



Şekil 3.3. GSM 900 radyasyonunun *S. aureus* 'un gelişimine etkisi

*S. aureus* hücrelerinde en farklı grafik 1850 MHz 7 dBm’lik uygulamada tespit edilmiştir (Şekil3.4.(a)) 4.saatin sonunda radyasyon örneği kontrol örneğine nazaran 1.78 log kob/ml azalma olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonu olarak kabul edilen 24.saatin sonunda radyasyon örneği kontrol örneğine göre 1.21 log kob/ml artmıştır. 1850 MHz 5 dBm’ de radyasyon örneği kontrol örneğine göre 1850 MHz 5 dBm’lik uygulamada 6.saattin sonunda 1.78 log kob/ml azaldığı bulunmuştur (Şekil 3.4.(b)). GSM 1850 bandında elde edilen farklı bir grafikde -40 dBm’lik uygulamada elde

edilmiştir (Şekil 3.4.(e)). İlk 6 saat boyunca benzer gelişim gösteren radyasyon ve kontrol örnekleri 24.saatin sonunda 2.04 log kob/ml artma ile radyasyon örneği kontrol örneğinin önüne geçmiştir.



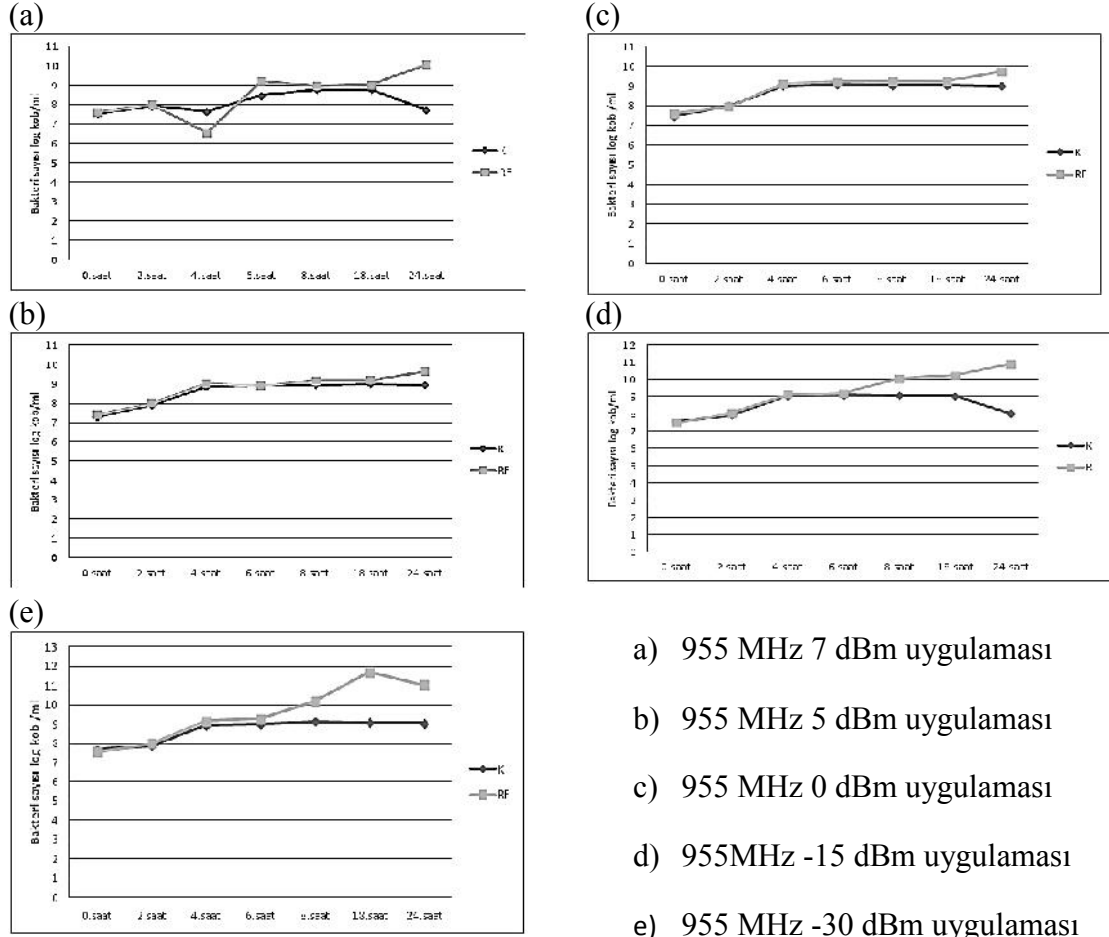
Şekil 3.4. GSM 1800 radyasyonunun *S. aureus* 'un gelişimine etkisi

### 3.1.3. *L. monocytogenes* Gelişim Grafikleri

*L. monocytogenes* 955 MHz 7 dBm'de radyasyona maruz kalan örnekte kontrol örneğine nazaran 4.saatte 1,06 log kob/ml azalma görülürken 24.saatin sonunda kontrol örneğine göre 2.32 log kob/ml artış tespit edilmiş ve başlangıca göre 2.46 log kob/ml

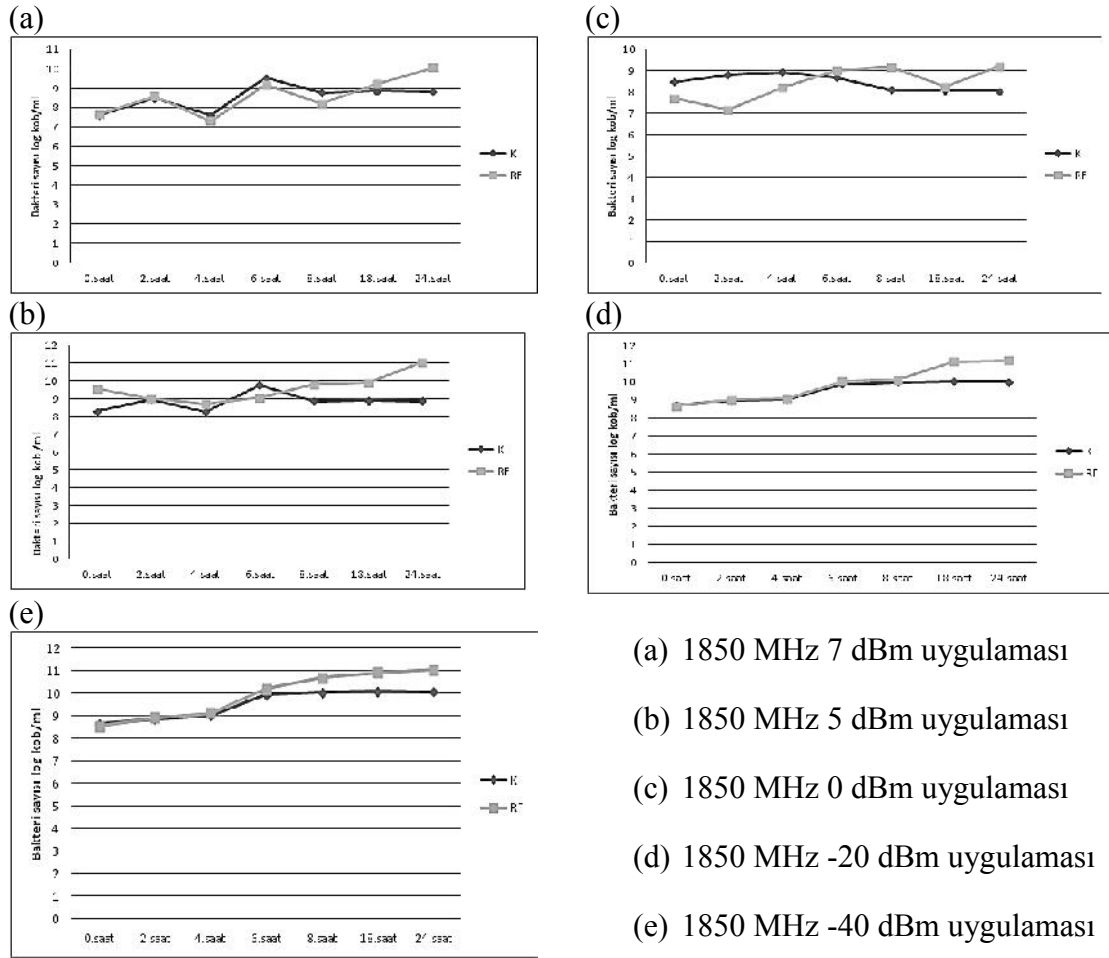
artış tespit edilmiştir (Şekil 3.5.(a)). *L. monocytogenes* ' in çalışma süresince kontrol örneğine göre azaldığı noktalardan birisi de 1850 MHz 0 dBm uygulamasında 2.saatin sonunda 1,63 log kob/ml azalma tespit edildiği noktadır. *L. monocytogenes* 'in kontrol örneğine göre 4.16 log kob/ml artış gösterdiği nokta ise 955 MHz -30 dBm' de 18.saatin sonunda gözlemlenmiştir (Şekil 3.5.(e)). 955 MHz 5 dBm'de kontrol örneğinde

8.saatten sonra gelişme dururken radyasyon örneğinde gelişme devam 24.saatte kadar devam etmiştir (Şekil 3.5.(b)).



Şekil 3.5. GSM 900 cep telefonu radyasyonunun *L. monocytogenes* 'in gelişimine etkisi

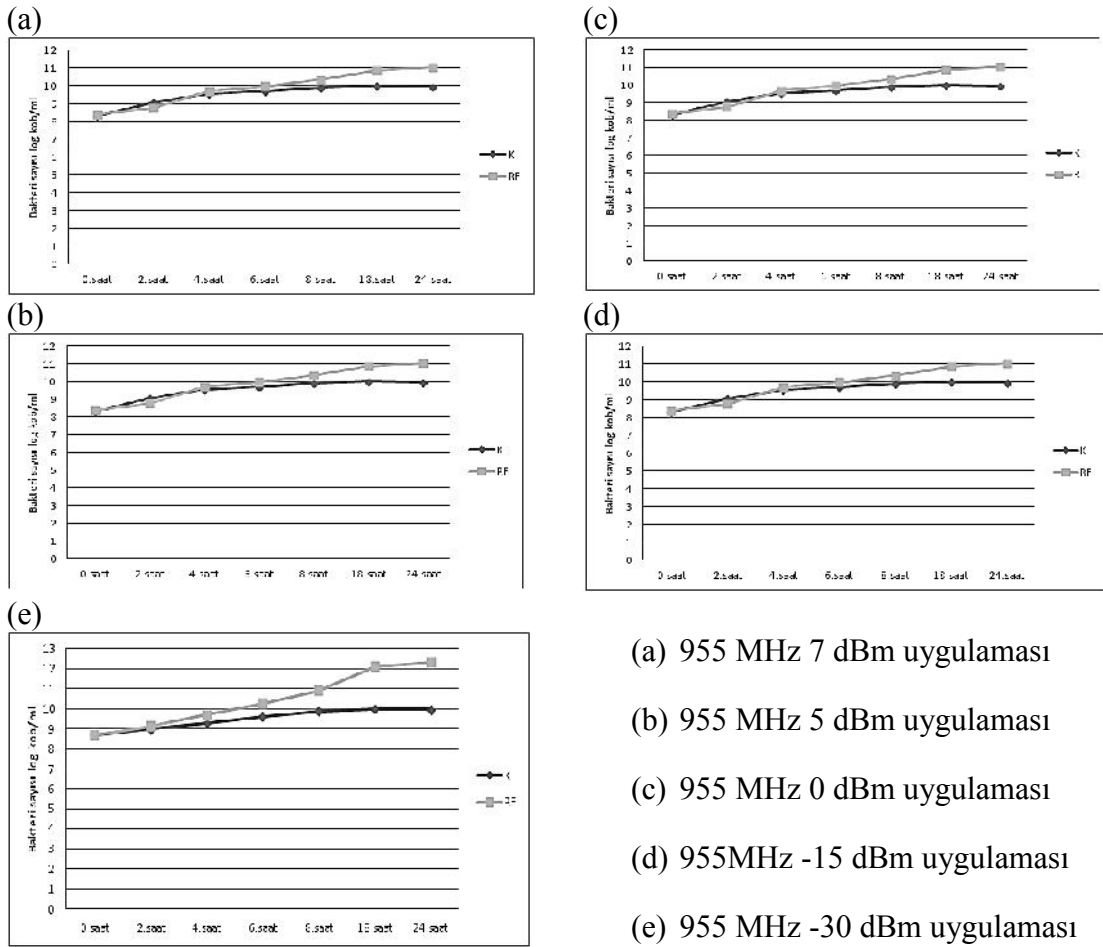
1850 MHz 7 dBm' de ise başlangıç olarak kabul edilen 0.saatte aynı olan örnekler 8.saate kadar radyasyon örneği kontrol örneğinin altında gelişim göstermiştir. Ancak 24.saatin sonunda 1.20 log kob/ml artış ile kontrol örneğini geçmiştir (Şekil 3.6.(a)). 1850 MHz 5 dBm' de 24.saatin sonunda 2.18 log kob/ml artma ile kontrol örneğinden daha fazla gelişme göstermiştir (Şekil 3.6 (b)). 1850 MHz -20 dBm'de başlangıçta aynı şekilde gelişme gösteren kontrol örneği ile radyasyon örneği, 8.saatin sonunda radyasyon örneği kontrol örneğine göre gelişmeye devam etmiş ve 24.saatin sonunda 1.18 log kob/ml kontrol örneğine göre artmıştır (Şekil 3.6.(d)). 1850 MHz -40 dBm'de ise 6.saatte kadar benzer şekilde gelişme grafiği bulunan kontrol örneği ile radyasyon örneği 24.saatin sonunda 1.20 log kob/ml fark ile radyasyon örneği kontrol örneğine göre artmıştır (Şekil 3.6. (e)).



Şekil 3.6. GSM 1800 cep telefonu radyasyonunun *L. monocytogenes* 'in gelişimine etkisi

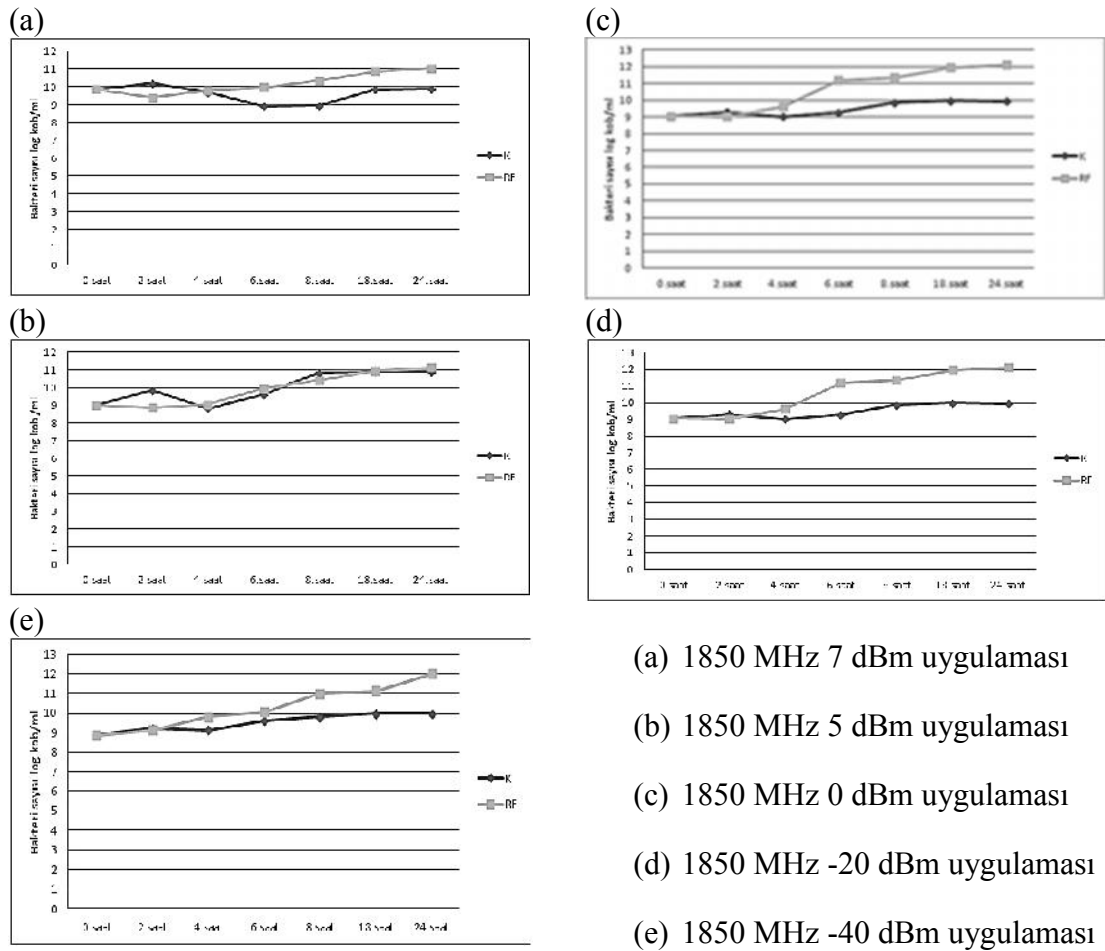
### 3.1.4. *Lb. plantarum* Gelişimi

955 MHz 7 dBm'de başlangıç sayıları aynı olan kontrol örneği ile radyasyon örneği 6.saate kadar aynı gelişim grafiği göstermiş olsalar da 24.saatin sonunda radyasyon örneği 1.09 log kob/ml artış ile kontrol örneğinden daha fazla geliştiği söylenebilir (Şekil 3.7.(a)). Kontrol örneğine kıyasla radyasyon örneğinde *Lb. plantarum*' un 3.63 log kob/ml artma gösterdiği frekans 955 MHz -30 dBm'dir (Şekil 3.7.(e)). 955 MHz 5 dBm'de 24.saatin sonunda ise 2.20 log kob/ml artış bulunmuştur (Şekil 3.7.(b)). 955 MHz 0 dBm'de ise radyasyon örneği kontrol örneğine nazaran 6.saate kadar benzer gelişim göstermişken 24.saatin sonunda ise 2.45 log kob/ml artma olduğu çalışma sonunda bulunmuştur (Şekil 3.7.(c)).



Şekil 3.7. GSM 900 radyasyonunun *Lb. plantarum* 'un gelişimine etkisi

*Lb. plantarum*, 1850 MHz 7 dBm uygulamasında 24.saatin sonunda kontrol örneğine göre 1.50 log kob/ml artma gözlemlenmiştir. (Şekil 3.7 (a)). 1850 MHz 0 dBm uygulamasında ise kontrol örneğine göre 6.saatin sonunda 2 log kob/ml artış gösterirken 24.saatin sonunda kontrol örneğine göre 2.20 log kob/ml artış olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.8.(c)). *Lb. plantarum* 1850 MHz cep telefonu radyasyonunun -20 ile -40 dBm frekanslarında benzer gelişme göstermiştir. 1850 MHz -20 dBm'de 2.saate kadar hemen hemen aynı gelişim gösteren kontrol örneği ile radyasyon örneği, 24.saatin sonunda 2.05 log kob/ml farkla radyasyon uygulanan örneğin arttığı incelenmiştir (Şekil 3.8.(d)). 1850 MHz -40 dBm uygulamasında ise 24.saatin sonunda radyasyon örneğinin kontrol örneğine göre 2.23 log kob/ml arttığı tespit edilmiştir (Şekil 3.8.(e)).



Şekil 3.8. GSM 1800 radyasyonunun *Lb. plantarum* 'un gelişimine etkisi

### 3.1.5. *Lb. sakei* Gelişimi

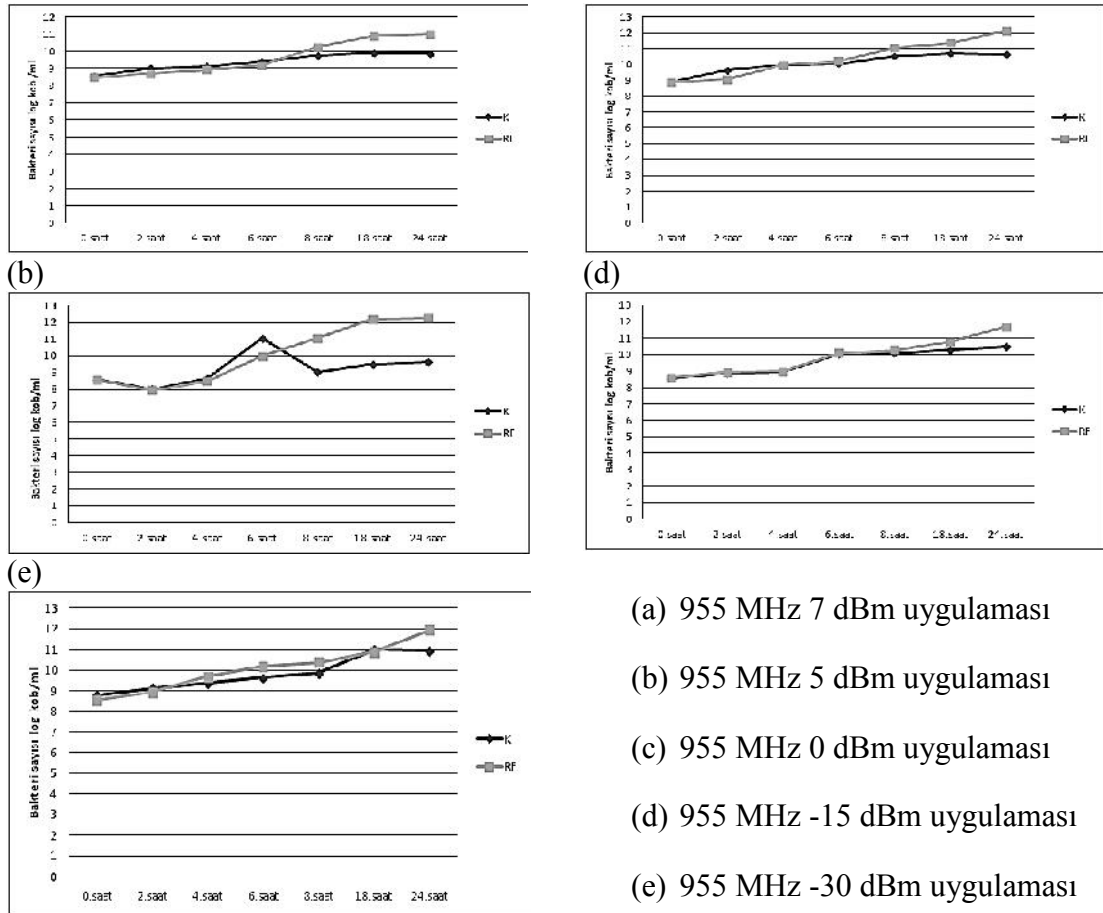
955 MHz 7 dBm' de *Lb. sakei* 8.saate kadar radyasyon örneği kontrol örneğine benzer şekilde gelişim göstermiştir. Ancak 24.saate gelindiğinde radyasyon örneğinde 1.15 log kob/ml artış tespit edilmiştir (Şekil 3.9.(a)). 955 MHz 5 dBm' lik bir uygulamanın radyasyon örneğinde 24.saatin sonunda 2.67 log kob/ml artış sağladığı bulunmuştur (Şekil 3.9.(b)). Benzer şekilde 955 MHz 0 dBm' lik bir uygulama radyasyon örneğinde kontrol örneğine göre 1.48 log kob/ml artmaya neden olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.9.(c)). 955 MHz -15 dBm' de *Lb. sakei* kontrol örneği ile radyasyon örneğinde benzer grafikler elde edilirken 24.saatin sonunda radyasyon örneğinde 1.22 log kob/ml artış tespit edilmiştir (Şekil 3.9.(d)).

Genel olarak değerlendirilecek olursa GSM 900 radyasyonu *Lb. sakei* üzerinde stimüle edici etkisi olduğu söylenebilir (Şekil 3.9.).

(a)

(c)

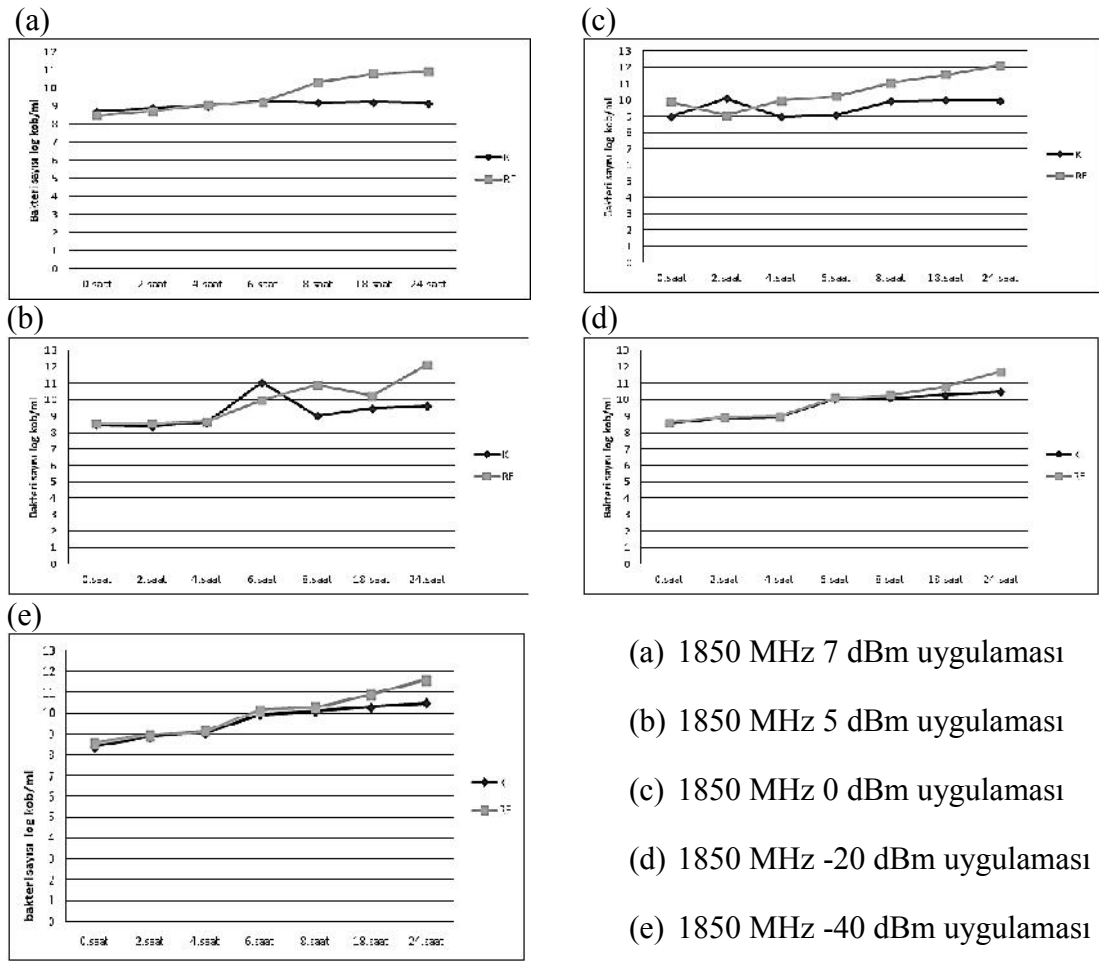




Şekil 3.9. GSM 900 radyasyonunun *Lb. sakei* 'nin gelişimine etkisi

1850 MHz 7 dBm'lik uygulama radyasyon örneğinde kontrol örneğine göre 1.74 log kob/ml artma ile 24.saatin sonunda saptanmıştır (Şekil 3.10.(a)). 1850 MHz 5 dBm' lik uygulamada ise 4.saate kadar benzer grafik elde edilirken 24.saatin sonunda radyasyon örneğinde 2.53 log kob/mlaritmik artış bulunmuştur (Şekil 3.10.(b)). 1850 MHz 0 dBm'de 2.saatin sonunda kontrol örneğine göre 1 log kob/ml azalma tespit edilirken 24.saatin sonunda kontrole göre 2.15 log kob/ml artış tespit edilmiştir (Şekil 3.10.(c)). 1850 MHz -20 dBm' de aynı şekilde ilerleyen kontrol ve radyasyon örneğinde 24.saatin sonunda 1.22 log kob/ml artış tespit edilmiştir (Şekil 3.10.(d)). Aynı şekilde 1850 MHz -40 dBm'lik uygulamada 24.saatin sonunda radyasyon örneğinde kontrol örneğine göre 1.12 log kob/ml artma olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.10.(e)).

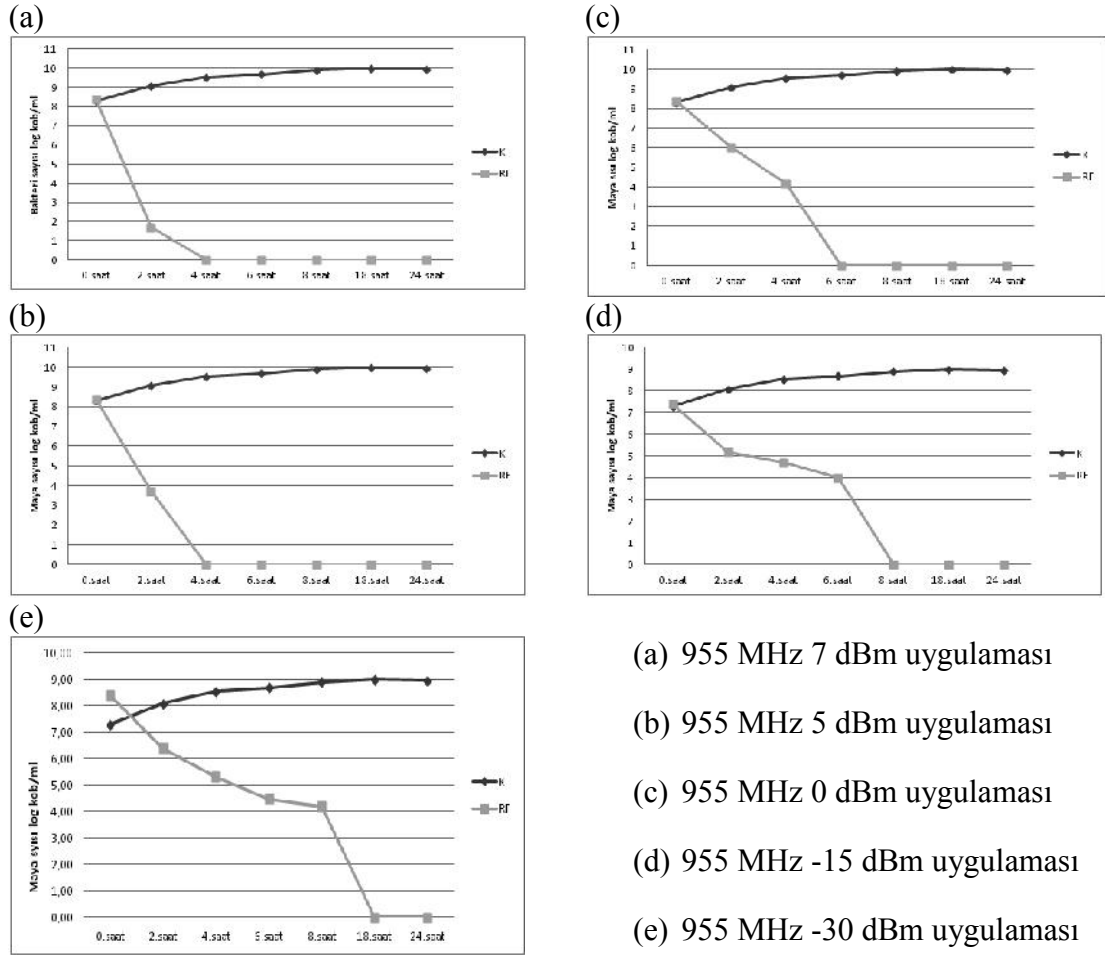
GSM 1800 radyasyonu *Lb. sakei* üzerindeki etkisi GSM 900 radyasyonun etkisine benzer şekilde olup sitimüle edici etkisinin olduğu söylenebilir ( Şekil 3.10.).



Şekil 3.10. GSM 1800 radyasyonunun *Lb. sakei* 'nin gelişimine etkisi

### 3.1.6. *Sac. cerevisiae* Gelişimi

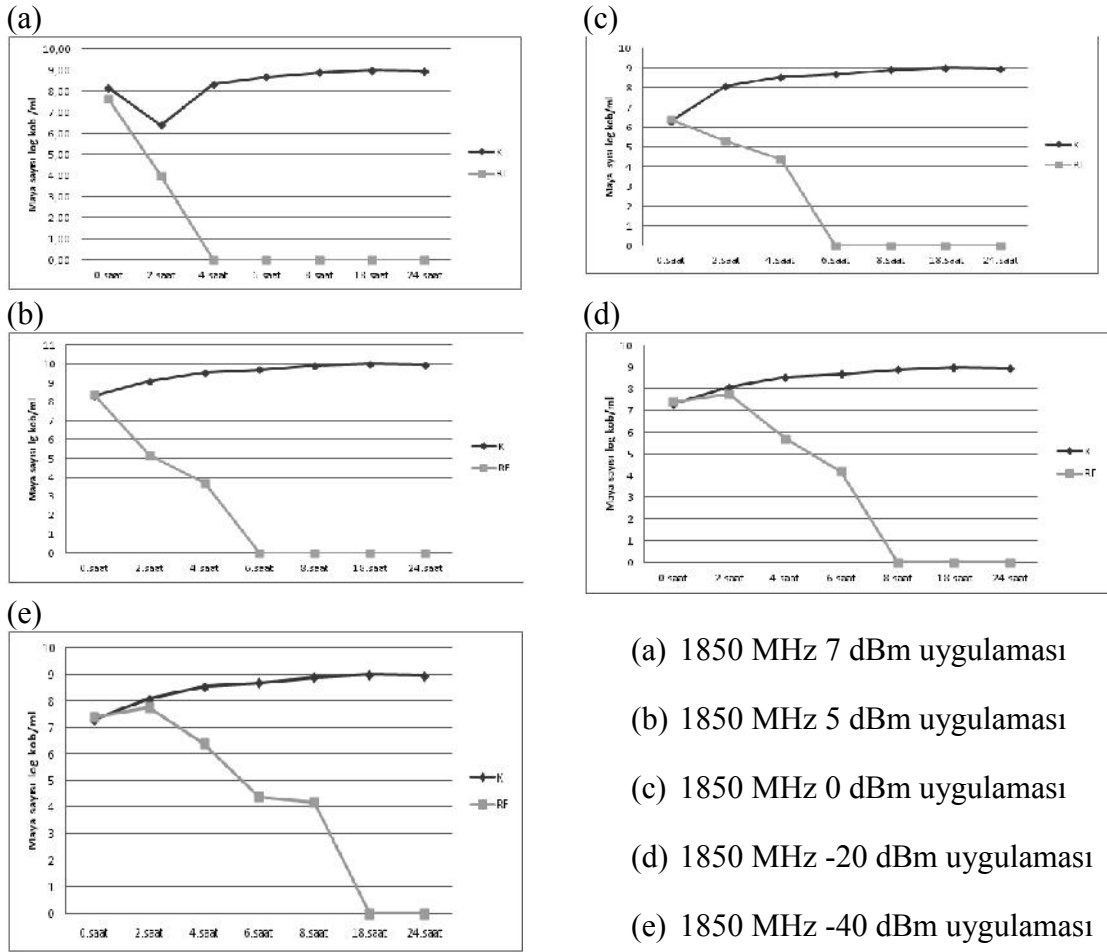
*Sac. cerevisiae*, 955 MHz 7 dBm'lik uygulamada 2.saate kadar hızla gelişmesi azalan bir grafik elde edilen radyasyon örneğinde 4.saatin sonunda kontrol örneğine göre 9,54 log kob/ml azalma olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.11. (a)). 955 MHz 5 dBm'lik uygulamada ise 4.saatin sonunda kadar canlılığını azalarak devam ettiren radyasyon örneği kontrol örneğine göre 8.90 log kob/ml azalma gerçekleştirerek 4.saatin sonunda tüm canlı hücrelerin inaktivasyonu sağlanmıştır (Şekil 3.11.(b)). 955 MHz 0 dBm'lik uygulamada *Sac. cerevisiae* hücreleri 6.saate kadar dayanmış ancak 6.saatin sonunda 9.70 log kob/ml olarak tamamen canlılığını kaybetmiştir. GSM 900 bandında en uzun gelişim süresini -30 dBm frekans'da gerçekleştiren *Sac. cerevisiae* hücreleri 18.saatin sonunda tamamen inaktive olmuştur. Benzer şekilde 955 MHz -15 dBm'de 8.saatin sonunda kontrol örneğine göre 9.00 log kob/ml azalarak tamamıyla inaktivasyon sağlanmıştır.



Şekil 3.11. GSM 900 radyasyonunun *Sac. cerevisiae* 'nin gelişimine etkisi

1850 MHz 7 dBm'de *Sac. cerevisiae* hücreleri 4.saatin sonunda kontrol örneğine göre 8.34 log kob/ml azalma ile canlı hücrelerin hepsini inaktive etmiştir (Şekil 3.12 (a)). 1850 MHz 5 dBm'de 6.saatte inaktivasyon sağlanmıştır (Şekil 3.12 (b)). 1850 MHz 0 dBm'lik uygulamada ise 6.saatte hiçbir canlı hücre kalmadığı bulunmuştur (Şekil 3.12 (c)). 1850 MHz -20 dBm'de 8.saatte ve 1850 MHz -40 dBm'de 18.saatte inaktivasyon sağlanmıştır (Şekil 3.12 (d) ve (Şekil 3.12 (e)).

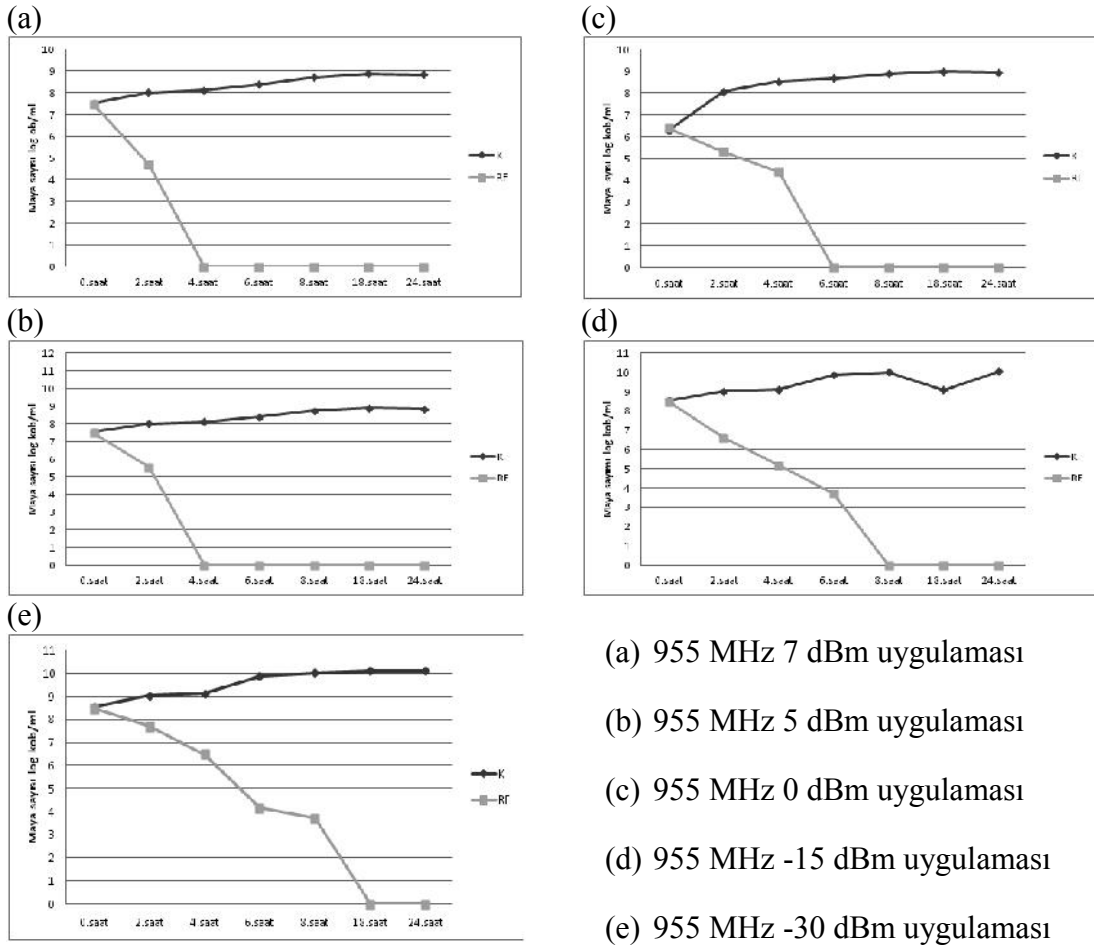
*Sac. cerevisiae* üzerine GSM 900 ve GSM 1800 radyasyonunun etkileri gelişim grafiklerinden incelendiği zaman tamamen inhibe edici etkisinin olduğu zöylenebilir.



Şekil 3.12. GSM 1800 radyasyonunun *Sac. cerevisiae* 'nin gelişimine etkisi

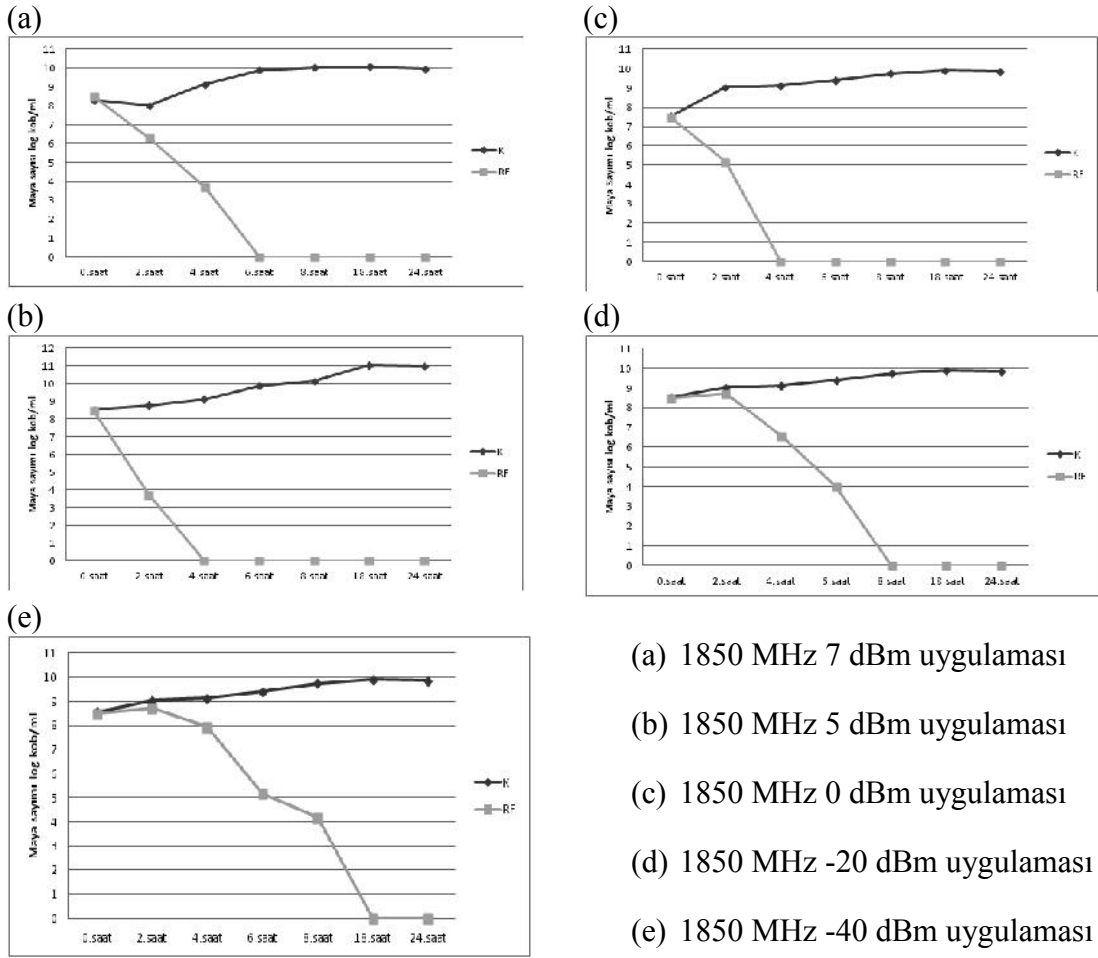
### 3.1.7. *Z. rouxii* Gelişimi

*Z. rouxii* 955 MHz 7 dBm'de 4.satin sonunda canlı hücrelerin hepsi tamamen ölmüştür. Kontrol örneği ise 24.saatin sonuna kadar canlılığını sürdürmüştür (Şekil 3.13.(a)). Benzer şekilde 955 MHz 5 dBm'lik uygulamada 4.saatin sonunda radyasyon örneğinde canlı hücrelerin tamamında inaktivasyon sağlanırken kontrol örneği 24.saate kadar canlılığını sürdürebilmiştir (Şekil 3.13 (b)). 955 MHz 0 dBm uygulanan radyasyon örneğinde 4.saatin sonunda 2 log kob/ml azalma tespit edilirken 6.saatin sonunda kontrol örneğine göre tamamen inaktivasyon sağlanmıştır (Şekil 3.12.(c)). 955 MHz -15 dBm'de ise 8.saatte radyasyon örneğinde canlı hücre bulunamazken kontrol örneği 24.saatin sonunda başlangıç miktarına göre 1.52 log kob/ml artma ile canlılığını devam ettirmiştir (Şekil 3.13.(d)). GSM 900 bandının en düşük frekans uygulaması lan -30 dBm'lik uygulamada *Z. rouxii* hücreleri radyasyona maruz bırakıldığında kontrol örneğine göre 18.saate kadar canlılıklarını sürdürebilmişler ancak 18.saatin sonunda tamamen inaktive olmuşlardır (Şekil 3.13.(e)).



Şekil 3.13. GSM 900 radyasyonunun *Z. rouxii* 'nin gelişimine etkisi

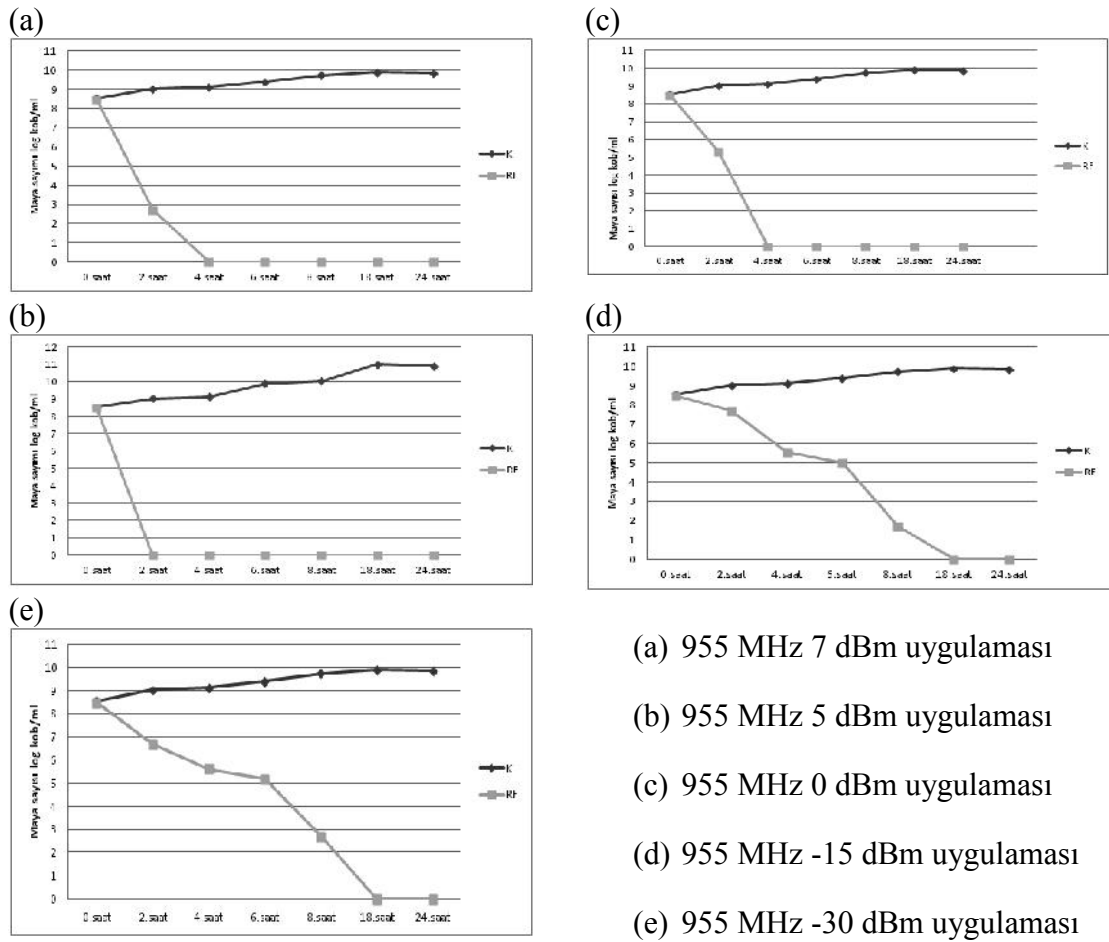
1850 MHz 7 dBm'de radyasyon örneğinde maya hücrelerinin hepsi 6.saate kadar canlılıklarını sürdürebilmelerine rağmen kontrol örneği 24.saatin sonunda kadar canlılıklarını sürdürebilmişlerdir (Şekil 3.14.(a)). 1850 MHz 5 dBm'de ise 4.saatin sonunda radyasyon örneğinde canlı hücre bulunmazken kontrol örneği 24.saatin sonunda başlangıç miktarına göre 2.46 log kob/ml artış olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.14.(b)). 1850 MHz 0 dBm'de ise *Z. rouxii* hücreleri 4.saatte inaktive olduğu saptanmıştır (Şekil 3.14.(c)). GSM 1850 bandında çalışılan en düşük frekanslardan olan -20 dBm'de 8. saatin sonunda radyasyon örneği inaktive olurken kontrol örneği başlangıç miktarına göre 1.30 log kob/ml artma ile canlılığını 24.saatin sonuna kadar sürdürdüğü gözlemlenmiştir (Şekil 3.14.(d)).



Şekil 3.14. GSM 1800 radyasyonunun *Z. rouxii* 'nin gelişimine etkisi

### 3.1.8. *Z. bailii* Gelişimi

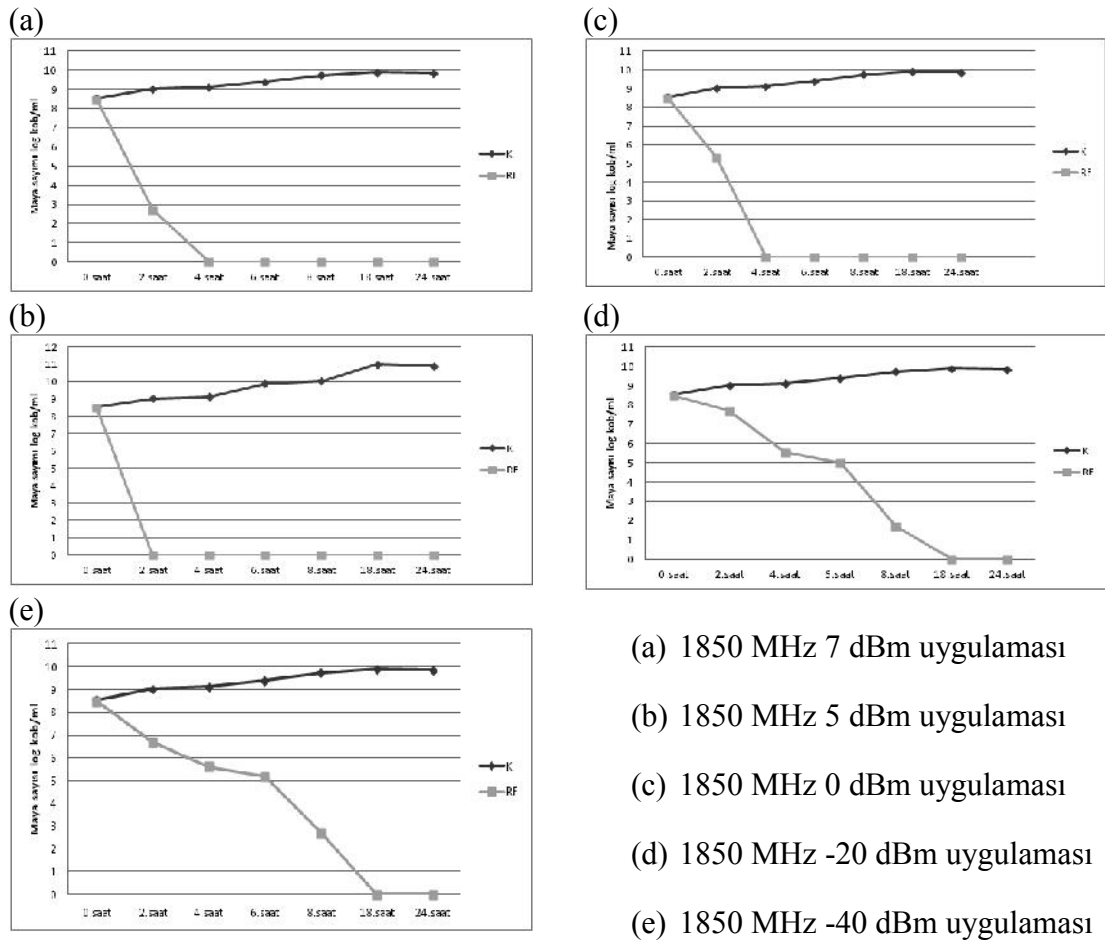
*Z. bailii* 'nin, 955 MHz 7 dBm radyasyon uygulamasında kontrol örneğine göre radyasyon örneği 4.saatin sonunda inaktivasyonu sağlamıştır (Şekil 3.15.(a)). 955 MHz 5 dBm'de 2.saatte kontrol örneğinden daha fazla gelişim gösteren radyasyon örneği 4.saatin sonunda tamamen inaktive olmuştur (Şekil 3.15.(b)). 955 MHz -15 dBm'de 4.saate kadar radyasyon örneğinde kontrol örneğine nazaran bir azalma olsa da 6.saatte %12.35 lik bir artış gözlemlenmiş ancak radyasyon devam ettikçe 8.saatin sonunda canlılığını yitirmiştir (Şekil 3.15(d)). 955 MHz -30 dBm'lik uygulamada ise *Z. bailii* hücreleri 24 saat süresince kontrol örneğine göre adım adım azalarak 24.saatin sonunda tamamen ölmüştür (Şekil 3.15.(e)).



Şekil 3.15. GSM 900 radyasyonunun *Z. bailii* 'nin gelişimine etkisi

1850 MHz 7 dBm'de radyasyon örneği kontrol örneğine göre 4.saatin sonunda canlılığını kaybetmiştir (Şekil3.16.(a)). Ancak 1850 MHz 5 dBm'de *Z. bailii* hücreleri radyasyona daha hassas davranarak 2.saatin sonunda hücrelerin tamamının öldüğü tespit edilmiştir (Şekil 3.16.(b)). GSM 1800 bandında çalışılan -20 dBm ve -40 dBm frekanslarda *Z. bailii* hücreleri radyasyona benzer sonuçlar verdikleri tespit edilmiştir. 1850 MHz -20 dBm'de 18.saatin sonunda canlı hiçbir hücre sayılamazken (Şekil 3.16.(d)) 1850 MHz -40 dBm'de aynı şekilde 18.saatin sonunda hiçbir canlı hücre tespit edilememiştir (Şekil 3.16.(e)).

*Z. bailii* hücreleri üzerinde GSM 900 ve GSM 1800 radyasyonunun tamamen ihibe edici etkisinin olduğu gelişim garfiklerine bakılarak söylenebilir (Şekil 3.15. ve Şekil 3.16.).



Şekil 3.16. GSM 1800 radyasyonunun *Z. bailii* 'nin gelişimine etkisi

### 3.2. Gıda Uygulamaları

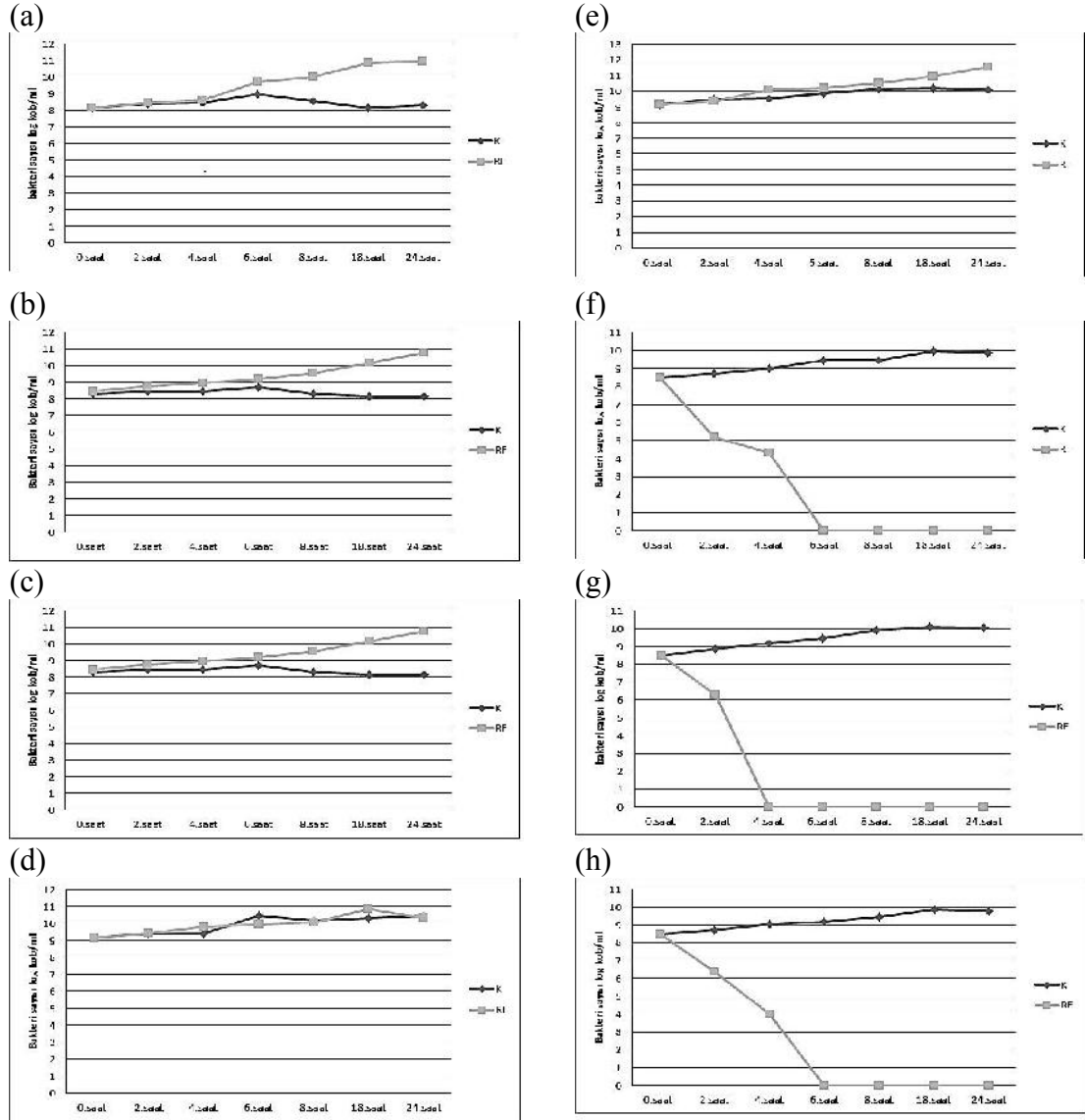
Araştırmada kullanılan mikroorganizmaların cep telefonu radyasyonuna maruz kaldıkları zaman ki gelişimleri elma suyu ve üzüm suyunda da incelenmiştir. Seçilen mikroorganizmalar elma suyu ve üzüm suyuna inoküle edilerek GSM 1800 cep telefonu şebekesinden kaynaklanan radyasyon uygulanmıştır. Sonuçlar log kob/ml cinsinden verilmiştir.

#### 3.2.1. Elma Suyu

GSM 1800 cep telefonu şebekesinden kaynaklanan radyasyonunun meyve suyunu ortam olarak kullanıldığı çalışmada test mikroorganizmalardan elde edilen grafikler Şekil 3.16. ve 3.17' de verilmiştir. Elma suyunda 1850 MHz 7 dBm'de *E. coli*' de 4.saate kadar radyasyon örneği ile kontrol örneği benzer grafikleri elde edilirken 24.saatin sonunda radyasyon örneği 2,65 log kob/ml kontrol örneğinden daha fazla gelişim göstermiştir (Şekil 3.16.(a)). *S. aureus*' un gelişme grafikleri incelendiğinde



elma suyunda 6.saatten sonra kontrol örneği azalmaya başlarken radyasyon örneği kontrol örneğine göre 2.60 log kob/ml arttığı 24.saatin sonunda saptanmıştır (Şekil 3.16.(b)).



(a) *E. coli*, (b) *S. aureus*, (c) *L. monocytogenes*, (d) *Lb. plantarum*, (e) *Lb. sakei*,  
(f) *Sac. cerevisiae*, (g) *Z. rouxii*, (h) *Z. bailii*

Şekil 3.17. GSM 1800 radyasyonunun elma suyunda test mikroorganizmalarının gelişimine etkisi

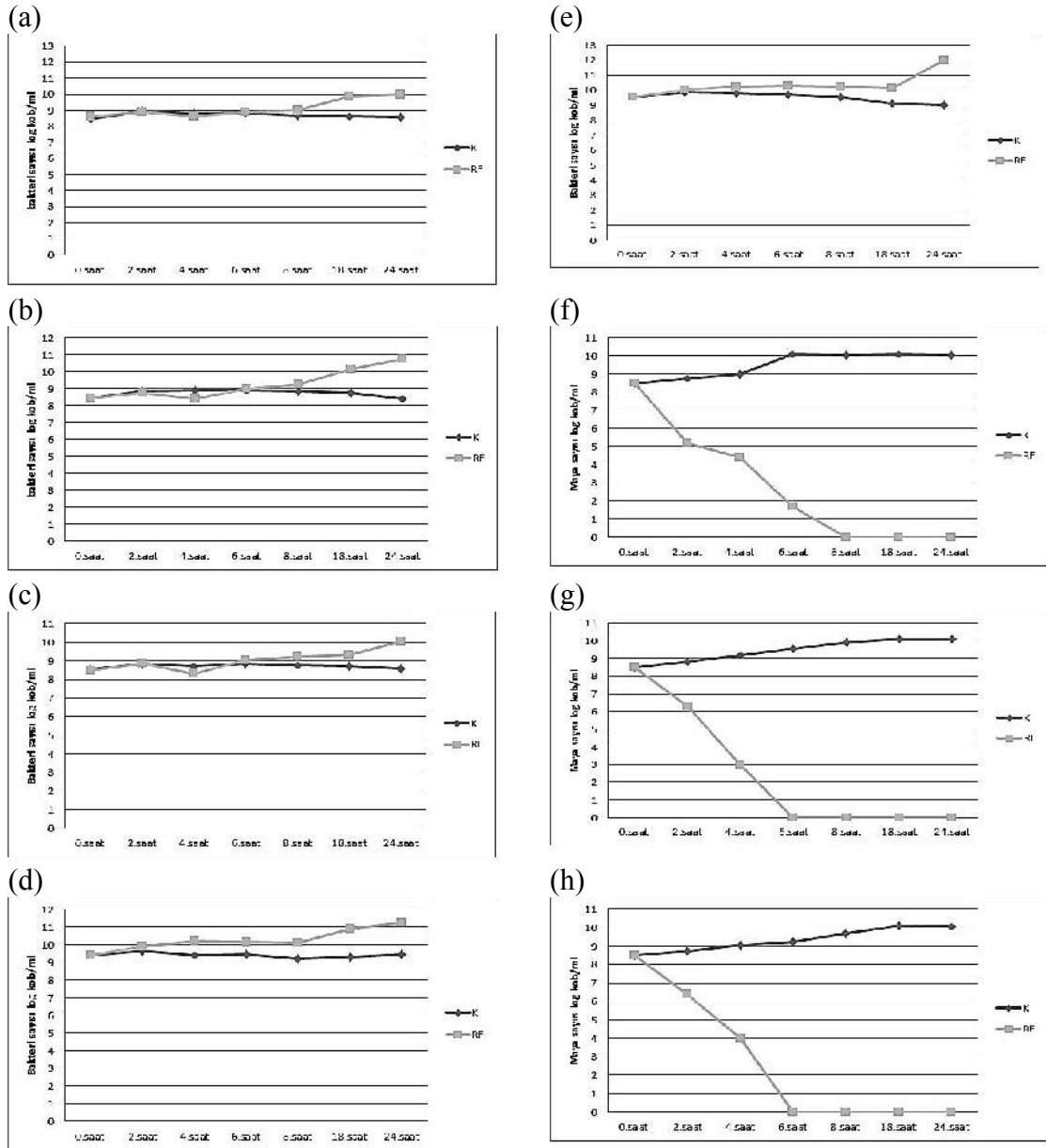
Gıdalar açısından önemli olan başka bir patojen mikroorganizma olan *L. monocytogenes*' in gelişme grafikleri incelendiğinde ise elma suyunda en önemli nokta olarak radyasyon örneğinin kontrol örneğine göre 1.30 log kob/ml arttığı 18.saat olarak verilebilir.

Elma suyunda *Lb. plantarum* hücrelerinin gelişim grafiğine bakıldığında. 18.saatte *Lb. plantarum* hücreleri kontrol örneğine göre 1.12 log kob/ml daha fazla olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.16 (d)). Elma suyunda *Lb.sakei* hücreleri kontrol örneğine benzer şekilde gelişme göstermişlerdir. 24.sattin sonunda radyasyon örneği kontrol örneğine göre 1.44 log kob/ml artış göstermiştir (Şekil 3.16 (e)). *Sac. cerevisiae* hücrelerinin 1850 MHz 7 dBm' lik radyasyon uygulamasından elde edilen grafiklere bakıldığında ise, elma suyunda kontrol örneği 24.saatin sonunda kadar canlılığını sağlamış olsa da radyasyon örneği 8.saatte tamamen canlılığını kaybetmiştir (Şekil 3.16.(f)). *Z. rouxii* elma suyu ortamında 1850 MHz 7 dBm' lik uygulamada, radyasyon örneği kontrol örneğine göre 4.saatin sonunda inaktivasyon sağlanmıştır (Şekil 3.16.(g)). *Z. bailii* elma suyunda radyasyon örneği kontrol örneğine nazaran 4.saatte tamamen canlılığını kaybetmesine rağmen kontrol örneği 24.saate kadar canlılığını sürdürebilmiştir (Şekil 3.16.(h)).

### 3.2.2. Üzüm Suyu

*E. coli*' nin üzüm suyunda elde edilen gelişim grafiğine bakıldığında 8.saate kadar kontrol örneği ve başlangıç miktarına göre çok fazla değişim olmazken 24.saatin sonunda kontrol örneğine göre 1.41 log kob/ml artış olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.17.(a)). Üzüm suyunda *S.aureus* elma suyuna benzer şekilde 8.saatten sonra radyasyon örneği kontrol örneğine göre 2.38 log kob/ml arttığı belirlenmiştir (Şekil 3.17 (b)). Gıdalar açısından önemli olan başka bir patojen mikroorganizma olan *L. monocytogenes*' in gelişme grafikleri incelendiğin ise 24.saatte 1.46 log kob/ml kontrol örneğine nispeten radyasyon örneğinin arttığı söylenebilir (Şekil 3.17 (c)). Üzüm suyunda *Lb. plantarum* hücreleri radyasyon örneği kontrol örneğine göre çalışma süresince ortalama 1 log kob/ml daha fazla geliştiği ve 24.saatin sonunda 1.79 log kob/ml daha fazla gelişim gösterdiği elde edilmiştir (Şekil 3.17.(d)). *Lb. sakei* hücreleri ise, kontrol örneğine göre 24.saatin sonunda 3 logaritmik artış göstermiştir (Şekil 3.17.(e)). Üzüm suyu ortamında ise *Sac. cerevisiae*, kontrol örneği 4.saatten sonra 1 log kob/ml artma sağlayarak 24.saattin sonuna kadar canlılığını sürdürebilmişse de radyasyon örneğinde 8.saatin sonunda canlı bir hücre sayılamamıştır (Şekil 3.17.(f)). *Z. rouxii*' nin üzüm suyunda gelişim grafiğine bakıldığında ise radyasyon örneği 0.saaten sonra azalarak devam ettiği uygulamada 8.saatin sonunda tamamen inaktive olmuştur

(Şekil 3.17.(g)). *Z. bailii* hücreleri, 4.saatte radyasyon örneğinde inaktivasyon sağlanmıştır (Şekil 3.17.(h)).



(a) *E. coli*, (b) *S. aureus*, (c) *L. monocytogenes*, (d) *Lb. plantarum*, (e) *Lb. sakei*, (f) *Sac. cerevisiae*, (g) *Z. rouxii*, (h) *Z. bailii*  
Şekil 3.18. GSM 1800 radyasyonunun üzüm suyunda test mikroorganizmalarının gelişimine etkisi

### 3.3. Fizikokimyasal Analizlerin Değerlendirilmesi

GSM 1850 MHz 7 dBm'lik radyasyon uygulamasının elma ve üzüm suyunun bazı fizikokimyasal özellikleri istatistiksel açıdan değerlendirildiğinde renk değerlerinde istatistiksel açıdan önemli bir değişim görülmektedir ( $p < 0.05$ ). Elma suyunda radyasyon

uygulanan örneğin  $L^*$  ve  $a^*$  değerlerinde bir azalma tespit edilirken  $b^*$  değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Üzüm suyundaki renk değerlerindeki değişime bakıldığında renk değerlerinin hepsinde,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerlerindeki radyasyondan sonra ölçülen değerlerdeki değişim miktarı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Kuru madde sonuçları değerlendirildiğinde radyasyon uygulamasından sonra hem elma suyunda hem de üzüm suyunda elde edilen değerler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Aynı şekilde pH değerlerindeki değişim hem elma suyunda hem de üzüm suyunda istatistiksel açıdan önemli görülmemiştir ( $p>0.05$ ).

Tablo 3.1. GSM 1800 radyasyonu uygulaması sonucu elma ve üzüm suyunda meydana gelen fizikokimyasal değişimlerin istatistiksel değerlendirilmesi

Fizikokimyasal Özellikler		Elma Suyu		Üzüm Suyu	
		Kontrol Örneği	Radyasyon Örneği	Kontrol Örneği	Radyasyon Örneği
Brix		1.35174 <sup>A</sup>	1.35166 <sup>A</sup>	1.35436 <sup>A</sup>	1.35470 <sup>A</sup>
pH		4.37 <sup>A</sup>	4.37 <sup>A</sup>	4.33 <sup>A</sup>	4.33 <sup>A</sup>
Sıcaklık		27.2 <sup>A</sup>	28.1 <sup>A</sup>	28 <sup>A</sup>	28.9 <sup>A</sup>
Renk	$L^*$	18.50 <sup>A*</sup>	18.24 <sup>B</sup>	13.87 <sup>A</sup>	13.76 <sup>B</sup>
	$a^*$	1.46 <sup>A</sup>	1.04 <sup>B</sup>	4.40 <sup>A</sup>	4.81 <sup>B</sup>
	$b^*$	6.51 <sup>A</sup>	6.47 <sup>A</sup>	2.22 <sup>A</sup>	2.97 <sup>B</sup>

\*A – B ile gösterilen harfler aynı satırdaki değerlerin istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir ( $p<0.05$ ).

### 3.3.1. Antioksidan Özellikler

GSM 1800 cep telefonu radyasyonuna 24 saat boyunca maruz kalan elma suyu ve üzüm suyu örneklerinde meydana biyokimyasal değişimler istatistiksel değerlendirilmesi Tablo 3.2.' de verilmiştir.

Elma suyunda radyasyon uygulanmayan örnekte toplam antioksidan madde miktarı absorbans ölçümleri sonucunda 59.9 AAE/L çıkarken radyasyon uygulanan örnekte bu değer 616.3 AAE/L bulunmuştur. Toplam fenolik madde miktarının absorbans değerleri de kontrol örneğinden daha fazla bulunmuştur. Bu fark istatistiksel açıdan da önemlidir ( $p<0.05$ ). Serbest radikal süpürücü etkisine bakıldığında ise kontrol örneğinin yüzde inhibisyonu % 59.76 olarak belirlenirken radyasyon uygulamasından sonra bu değerde

de istatistiksel olarak önemli bir artış meydana gelmiş % 85.86 ölçülmüştür ( $p<0.05$ ). Radyasyonun elma suyunun biyoaktif özelliklerinden, en fazla antioksidan madde miktarında değişikliğe neden olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.2.) .

Üzüm suyundaki değerlere bakılacak olursak, antioksidan madde miktarı elma suyunda olduğu gibi ciddi bir fark olmasa da kontrol örneğinde 146.45 AAE/L olarak ölçülürken radyasyon örneğinde 203.80 AAE/L ölçülmüştür. Toplam fenolik madde miktarında kontrol örneği 426.20 GGA/L olarak ölçülen absorbans değeri radyasyon örneğinde 679.30 GGA/L olarak belirlenmiştir. Serbest radikal süpürücü etkisinde ise absorbans % 39.81 olarak tespit edilirken radyasyon uygulamasından sonra % 82.35 olarak belirlenmiştir. (Tablo 3.2.).

Tablo 3.2. GSM 1800 radyasyonu uygulaması sonucu elma ve üzüm suyunda meydana gelen biyokimyasal değişimlerin istatistiksel değerlendirilmesi

<b>Biyokimyasal Özellikler</b>	<b>Elma Suyu</b>		<b>Üzüm Suyu</b>	
	Kontrol Örneği	Radyasyon Örneği	Kontrol Örneği	Radyasyon Örneği
Toplam fenolik madde miktarı (GGA/L)	450.1 <sup>A</sup>	616.3 <sup>B</sup>	426.20 <sup>A</sup>	679.30 <sup>B</sup>
Toplam antioksidan miktarı (AAE/L)	59.9 <sup>A*</sup>	74.9 <sup>B</sup>	146.45 <sup>A</sup>	203.80 <sup>B</sup>
Serbest radikal süpürücü madde miktarı (% inhibisyon)	59.76 <sup>A</sup>	85.86 <sup>A</sup>	39.81 <sup>A</sup>	82.35 <sup>B</sup>

\*A – B ile gösterilen harfler aynı satırdaki değerlerin istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir ( $p<0.05$ ).

## 4. BÖLÜM

### TARTIŞMA, SONUÇ, YORUM

Gezgin haberleşme sistemlerinin günden güne gelişmesi iletişimin kolaylığını destekleyen yeni teknolojik gelişmelerdir. Gezgin ve kablosuz haberleşmede cep telefonu kullanımı ilk sırada yer almaktadır. GSM penetrasyon oranı, toplam aboneliğin nüfusa bölümünün 100 ile çarpılması olarak tanımlanmaktadır ve Sorgucu *vd.* [68] 'nin yaptığı bir çalışmaya göre Türkiye için yapılan öngörülerde GSM penetrasyon oranının Türkiye'nin her yerinde artış göstereceği yönünde olduğu belirtilmektedir. Baz istasyonlarının sayılarının artması cep telefonu şebekesinden kaynaklanan radyasyonun artmasına neden olacaktır. Bu radyasyonun olumlu ve olumsuz tüm yönleriyle açıklanması için çalışmalar yapılmalıdır. Bu bağlamda cep telefonunun insan sağlığı üzerine olumlu ve olumsuz etkileri hakkında bilimsel çalışmalar yapılmaktadır.

Buna karşılık cep telefonu radyasyonun gıdaların korunmasında mikroorganizmalar üzerine etkisi ve gıdaların biyolojik değerliliği üzerine etkisi üzerine bilimsel araştırmalara rastlanmamıştır. Gıda endüstrisi açısından önemli sayılabilecek patojen, bozulma etmeni veya gıda üretiminde kullanılan yararlı mikroorganizmalarla ilgili oldukça yoğun çalışmalar fazlaca bulunmaktadır. Ancak son yıllarda hayatımızda önemli bir yeri bulunan cep telefonunun bu mikroorganizmalar ve gıdalar üzerindeki etkileri bilinmemektedir.

Bu tez çalışması kapsamında günlük hayatımızda vazgeçilmezlerimizden olan ve kullanımı gittikçe artan cep telefonu şebekesinin oluşturduğu elektromanyetik alandan kaynaklanan radyasyonun (GSM 900 ve GSM 1800), gıda endüstrisi açısından önemli olan mikroorganizmalar; *E. coli*, *S. aureus*, *L. monocytogenes* gibi patojen bakteriler, *Sac. cerevisiae*, *Z. rouxii*, *Z. bailii* gibi bozulma etmeni mayalar ile *Lb. sakei* ve *Lb. plantarum* gibi laktik asit bakterileri üzerine etkileri araştırılmıştır. Gıda uygulamaları

olarak elma ve üzüm suyunda çalışılan radyasyonun mikroorganizmalara etkisinin yanında, pH, renk, briks gibi fizikokimyasal değerleri ile toplam fenolik madde miktarı, antioksidan madde miktarı ve toplam radikal süpürücü etkisi gibi biyoaktif özelliklere karşı etkileride belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde GSM 900 ve GSM 1800 cep telefonu radyasyonunun mayalar üzerine önemli bir inhibitif etkisi olduğu belirlenmiştir. Mayalar üzerindeki bu etkisinin mekanizması yeni araştırmalarla desteklenmesi gereken bir konudur.

GSM cep telefonu radyasyonunun mikroorganizmalar etkisi henüz çalışılmamışken, canlı hücreler üzerinde birtakım çalışmalar yapılmıştır. Moisescu *et al.* [69] canlı hücreler üzerinde 900 MHz elektromanyetik alan uygulaması yapılmış ve hücrelerin endositoz, mitoz bölünmesi ve mitoz bölünme süresi incelenmiştir. Araştırma sonunda endositoz miktarında bir artış tespit edilirken mitoz bölünmede herhangi bir değişiklik gözlenmemiştir.

Phillips *et al.* [70] ise elektromanyetik alanların DNA zararlanmaları üzerine yaptıkları bir çalışmada radyo frekanslarının DNA kırılmalarına yol açtığını ancak frekansın şiddetine göre bu kırılmaların onarıldığını ifade etmişlerdir. Elektromanyetik alan uygulanan aktif hücreler savunma mekanizması için mitokondrilerinden daha fazla H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> salgılamaya başlarlar. Aynı zamanda hücre içinde serbest demir düzeyi yüksek olan hücrelerin elektromanyetik alana daha az dirençli olduğu belirtilen çalışmada beyin tümörü riskinin beyinde bulunan serbest demirden kaynaklandığı vurgulanmaktadır. Ayrıca antioksidan ve antioksidatif enzimlerin elektromanyetik alana daha az duyarlı olacağı belirtilmektedir. Serbest radikal miktarının artmasına bağlı olarak duyarlılığın arttığını dolayısıyla radyasyondan daha hızlı etkilendiği iddia edilmektedir. Tüm bu bilgiler birleştirildiğinde ise araştırmacılar elektromanyetik alanın DNA üzerinde oksidatif hasara neden olduğunu belirtmektedirler.

Ehlbeck *et al.* [71] hücre plazmasını ısısal plazma ve ısısal olmayan plazma olarak sınıflandırdığı çalışmada ısısal plazmaların bulunduğu hücrelerin elektromanyetik alanlara daha dirençli olduğunu iddia etmektedir. Öte yandan ısısal olmayan plazma

olarak belirlediği plazmalarda serbest radikal miktarının çok fazla olduğu ve elektromanyetik alanlara daha hassa olduğu iddia edilmektedir. Ayrıca ısısal olmayan plazmaların ışık kaynaklarına daha duyarlı olduğu, sterilizasyon ve mikrobiyal dekontaminasyondan daha çabuk etkilendiği de belirtilmiştir.

Farklı bir çalışmada Kim *et al.* [72] *E. coli* hücre plazmasına doğrudan 13.56 MHz radyo frekansı uygulamıştır. Çalışmayı normal şartlarda yapan araştırmacı, aynı frekans uygulamasını helyum gazıyla birlikte yaparak inaktivasyon etkinliğini denemiştir. Sonuçta plazmasına radyo frekansı uygulanan hücreler 36 saniye sonra öldüklerini bildirmişlerdir.

GSM 900 ve GSM 1800 cep telefonu şebekesinden kaynaklanan radyasyonunun genel bilgiler kısmında belirtildiği gibi ultra yüksek frekans bandında verildiği hatırlatılarak bakteriler zayıf stres olarak adlandırılan sublethal bir stres ile karşılaştıklarında, sayılarında bir azalma meydana geldiği belirtilmektedir. Fakat üreme oranında durma veya azalma ile sonuçlanmaktadır. Mikroorganizmanın orta şiddetli bir stres ile karşılaştığında mikrobiyel gelişimin durmasının yanında, bakterilerin yaşama kabiliyetlerinde azalma da meydana gelmektedir. Şiddetli stres olarak adlandırılan stres ise bakteri hücreleri için ölümcül bir durum oluşturmaktadır ve bakteri popülasyonunun çoğunluğunun ölümü ile sonuçlanmaktadır [73].

Literatürde bulunan bu çalışmalar ışığında GSM 900 ve GSM 1800 cep telefonu radyasyonunun mayalar üzerindeki inhibitif etkisi mayaların plazma yapılarının incelenmesiyle daha etkili açıklanabileceğini gündeme getirmiştir. Aynı şekilde patojen bakteriler ve laktik asit bakterileri üzerindeki artırıcı etkisi belki bu mekanizma ile açıklanabilir. Öte yandan elektromanyetik alanların DNA hasarına yol açtığı iddia edilen çalışmalar ışığında bakteri hücrelerinin DNA yapılarının değiştiği düşünülebilir.

Mayalar üzerindeki bu inhibitif etkisinin yanı sıra patojen ve laktik asit bakterilerini artırıcı etki gösteren GSM 900 ve GSM 1800 cep telefonu radyasyonunun 24 saat boyunca izlenen sıcaklık değişimi, elde edilen sonuca göre istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ).



Çalışma elde edilen başka bir önemli sonuçta; meyve suyunun fizikokimyasal özelliklerinden renk değerlerinde ve biyokimyasal özelliklerinde istatistiksel açıdan önemli sonuçlar bulunmuştur ( $p<0.05$ ). elde edilen sonuçlara göre renk değerlerinde bir azalma olduğudur. Biyokimyasal özelliklerde, antioksidan madde miktarı, toplam fenolik miktarı, serbest süpürücü radikal miktarı gibi özelliklerdeki değişim istatistiksel açıdan önemli bulunurken, bu değişimlerin mekanizması araştırılmayı bekleyen başka bir konudur.

Canumir *et al.* [74] meyve suyunda mikrodalga uygulaması yapmıştır. Çalışmada elma suyuna 4 farklı dozda ve farklı sürelerde mikrodalga uygulaması yapılmıştır. Çalışma sonunda elde edilen verilere göre, kontrol örneğine göre mikrodalga uyguladığı örneklerde pH miktarında azalma, brix derecesinde artma olduğu tespit edilmiştir. Elma suyunun renk değerlerinin de mikrodalga uygulaması sonucu azaldığı elde edilmiştir. Aynı zamanda mikrodalga uygulanan elma suyu örneğinde %95 oranında bulanıklığın azaldığı bulunan önemli sonuçlar arasında yer almaktadır. *E. coli* 'nin D değeri de 900 W uygulamada 0.42 dakika, 720 W uygulamada 48 dakika olduğu belirtilmiştir.

Vücutta normal metabolizma koşullarında veya çeşitli dış etkenler yoluyla üretilen serbest radikaller başta kanser olmak üzere kalp-damar hastalıkları, sinir hastalıkları gibi birçok hastalığın oluşmasında önemli rol oynamaktadır. Serbest radikallerin zararlı etkileri; vücuttaki süperoksit dismutaz, glutatyon peroksidaz, katalaz, peroksidaz vb. doğal savunma sistemleri tarafından kontrol altında tutulmakla birlikte, bu savunma mekanizmalarının diyetle alınacak doğal antioksidan bileşiklerle de desteklenmesi gerekmektedir [75]. Meyvelerin olduğu kadar meyve sularının da antioksidan aktiviteye sahip olduğu ve bu etkinin özellikle fenolik bileşikler, C vitamini ve karotenoidlerden kaynaklandığı bilinmektedir [76].

Elma suyunda yapılan bir çalışmada başlıca antioksidan bileşiklerin polifenoller ve askorbik asit olduğu belirtilmektedir. Bununla birlikte, taze elmada zaten çok az miktarda bulunan C vitamininin meyve suyu prosesi sırasında hızla kaybolduğu bilinmektedir [77]. Polifenolik maddelerce zengin elma sularının, tüketiminden 2 saat sonra plazma antioksidan kapasitesinin arttığı saptanmıştır [78]. Fenolik bileşiklerin; serbest radikal yok edici, antikanserojenik, bağışıklık sistemini düzenleyici, tümör

oluşumuna neden olan enzimleri inhibe edici birçok biyokimyasal ve farmakolojik özelliğe sahip olduğu bildirilmektedir. Ayrıca fenolik bileşiklerden özellikle flavonoidlerin hayvanlarda kansere neden olan tümörleri inhibe ettiği, düşük yoğunluklu lipoproteinlerin (LDL) hücre içinde oksidasyonunu önlediği ve buna bağlı olarak kalp hastalığı riskini azalttığı aktarılmaktadır [79]. Flavonoidlerin iltihaplanmayı önleyici, antiviral, antibakterisidal, antifungal ve antiallerjik etkileri de içine alan birçok farmakolojik özelliğe sahip olduğu bildirilmektedir [77].

Flavonoidler ve diğer fenolikler bakımından zengin bir kaynak olan üzüm suyunun da sağlık üzerine olumlu etkilerinin bulunduğu bildirilmektedir. Üzüm suyu tüketimi, serbest radikal düzeylerinde bir azalma sağlayarak ve plazma antioksidan kapasitesini artırarak lenfositlerdeki DNA hasarlarını azaltabilmektedir. Endotel doku fonksiyonun gelişimi, serum antioksidan kapasitesinin artırılması, plazmaya özgü protein oksidasyonunun ve damar sertleşmesini azalması üzüm suyu tüketimi sonucu gözlenen etkiler arasında sayılmaktadır. Kırmızı bir üzüm olan Concord çeşidinden elde edilen üzüm suyunun yüksek düzeylerde (% 53-57) antosiyanin içerdiği belirlenmiştir [80].

Kırmızı üzüm suyunun, 1-2 hafta süreyle tüketilmesinin gerek sağlıklı gerekse koroner damar hastalığı olan bireylerde LDL oksidasyonunu azalttığı ve damar sertleşmesini %35 oranında önlediği saptanmıştır [81].

Tran and Farid [82] tarafından yapılan bir çalışmada, UV uygulamasının ( $73.8\text{mJ}/\text{cm}^2$ ) taze sıkılmış portakal suyunun raf ömrünü 5 gün uzattığı, ancak % 17 oranında askorbik asitin parçalanma düzeyi tespit edilmiştir.

Noci *et al.* [83] ise, elma suyunda ısıl işleme alternatif olarak UV, vurgulu elektrik alan (PEF) ve UV-PEF kombinasyonunu uygulamışlar ve bu uygulamaların taze elma suyunun bazı kalite özellikleri (renk, pH, briks, enzimatik olmayan esmerleşme indeksi) ile antioksidant kapasite, polifenol oksidaz (PPO) ve peroksidaz (POD) aktivitesi üzerine etkilerini incelemiştir. Isıl işleme kıyaslandığında, elma sularının toplam fenol içeriğinin UV ve PEF uygulamalarından daha fazla etkilendiği, PPO ve POD aktivitesinin ise UV uygulamasından etkilenmediği saptanmıştır.

Bu bilgiler ışığında bu çalışmadan elde edilen verilere göre GSM 900 ve GSM 1800 cep telefonu radyasyonunun neden olduğu elektromanyetik alan, direk olarak kullanılan elektromanyetik alan uygulaması, ultraviyole ışın uygulaması ya da vurgulu elektrik alan uygulamasından biyoaktif özellikleri geliştirmesi açısından daha etkili olduğu söylenebilir. Bütün hücrelerin kendi içinde dengede buldukları bir elektromanyetik alan vardır. Bu elektriksel düzen dışarıdan gelen bir uyarı ile bozulmaktadır. Daha önce bahsedildiği üzere Phillips *et al.* [70] yaptığı çalışmada bahsettiği gibi serbest radikal miktarı elektromanyetik alana karşı bir direnç oluşturduğu söylenmektedir. Dolayısıyla antioksidan madde miktarı elma suyuna göre daha fazla olan üzüm suyunda cep telefonu radyasyon uygulamasından sonra daha fazla artış olacağı beklenebilir. Oysa ki bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre üzüm suyunun antioksidan madde miktarında daha fazla artış olduğu gözlenmektedir. Dolayısıyla bu mekanizma, farklı bir çalışma ile açıklanabilir.

Son yıllarda beslenme alışkanlıkları ve hastalıklar arasındaki ilişki üzerine yapılan çalışmalar giderek önem kazanmaktadır. Meyveler ve meyve suları hastalık önleyici ve sağlığı teşvik edici rolleri ile dikkat çeken doğal antioksidan kaynakları arasındadır. Meyve sularının sağlığı koruyucu biyoaktif bileşiklerin sindirimi açısından meyveye göre daha uygun gıda ürünleri olduğu belirtilmektedir. Antioksidan kapasitesi olduğu araştırmalarla tespit edilen meyve sularının GSM 900 ve GSM 1800 cep telefonu şebekesinden kaynaklanan radyasyona maruz bırakıldıktan sonra antioksidan madde miktarında ki artış ciddi bir araştırmayı gerektirmektedir. Ancak elektriksel alanın hücrelerin yüzeysel yüklerinde elektromanyetik strese neden olduğu ve bu stresin hücre geçirgenliğini artırdığı bilinmektedir. Hücre membranında porlar oluşur [84]. Elektromanyetik alandan kaynaklanan radyasyonun hücre duvarına zarar vererek geçirgenliği artırdığı yapılan farklı bir araştırmada bahsedilmiştir [85]. Yapılan bu çalışma sonunda elde edilen antioksidan madde miktarındaki artış açılan bu porlardan daha fazla antioksidan madde salınımını artırabileceği yönündedir. Ancak bu durumla ilgili herhangi bir literatür çalışması bulunmadığından bu konuyla ilgili sonuçlar tam olarak yorumlanamamıştır.

Yapılan analizler sonucu;

- Günlük hayatta sıkça kullanılan ve insan sağlığı açısından sorunları araştırılmaya devam eden GSM 900 ve GSM 1800 cep telefonu radyasyonunun patojen mikroorganizmalar üzerinde belirli bir frekans ve belirli bir süre uygulandığında etkili olabileceği tespit edilmiştir.
- GSM 900 ve SM 1800 cep telefonu radyasyonun laktik asit bakterilerini stimüle ettiği saptanmış olduğundan, benzer etkiyi probiyotikler üzerinde de gösterebileceği düşünülmektedir.
- GSM 900 ve SM 1800 cep telefonu radyasyonun bozulma etmeni mayaları tamamen inaktive ettiği tespit edilen bu çalışma sonunda, ısısız olmayan (non-termal) inaktivasyon seçeneği olarak gıda sanayinde kullanılabilirliği araştırılmalıdır.
- Meyve sularının biyoaktif özelliklerini iyileştiren cep telefonu radyasyonu bu sanayi dalında rahatça kullanılabilirliği düşünülmektedir.
- Hem mayalara karşı inhibitif etkisi olduğu hem de biyoaktif özellikleri iyileştirdiği tespit edilen GSM 900 ve GSM 1800 cep telefonu radyasyonu reel, meyve suyu, bal gibi mayaların önemli rol oynadığı gıdaların üretiminde rahatlıkla kullanılabilir.
- Laktik asit bakterilerini stimüle ettiği tespit edilmiş olan cep telefonu radyasyonunun yoğurt, tereyağı, kefir gibi probiyotik ürün geliştirilmesinde kullanılabilir olduğu düşünülmektedir.
- Ayrıca patojen mikroorganizma olarak seçilen *E. coli*, *S. aureus* ve *L. monocytogenes* zerinde belirli bir süre inhibe edici ve daha sonra gelişmeyi teşvik eden bir etkinin ortaya çıkması, bu bakterilerin muhtemelen mutasyona uğramış olabileceklerini dşndrdğunden dolayı bu araştırmanın biyoteknolojik alanda da derinleştirilmesinin gerekliliği ortaya çıkmıştır.

## KAYNAKLAR

1. Develi, İ., 2010. Kablosuz ve Gezgin Haberleşme. Erciyes Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Ders Notları, Kayseri, 159 s.
2. McKenna, B. M., Lyng, J., Brunton, N., Shirsat, N., 2006. Advances in radio frequency and ohmic heating of meats. **Journal of Food Engineering**, **77**, 215–229.
3. Wang, S., Ikediala, J.N., Tang, J., Hansen, J.D., Mitcham, E., Mao, R., Swanson, B., 2001. Radio frequency treatments to control codling moth in in-shell walnuts. **Postharvest Biology and Technology**, **22**, 29–38.
4. Geveke, D. J., Brunkhorst, C., Fan, X., 2007. Radio frequency electric fields processing of orange juice. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, **8**, 549–554.
5. Bjelakovic, G., Nikolava, D., Simonetti, G., Gluud, C., 2004. Mortality in randomized trials of antioxidant supplements for primary and secondary prevention systematic review and meta-analysis. **The Lancet**, **364**, 1219 – 1228.
6. Ertekin, Ö., 1998. Frekans spektrum yönetimi ve Türkiye, Ulaştırma Bakanlığı Çalışma Belgesi, Türkiye Ulusal Enformasyon Altyapısı Proje Ofisi s. 8 – 24, Ankara.
7. Scharnhorst, W., 2006. Life-cycle assessment of mobile telephone networks, with focus on the environmental relevance of the end-of-life phase. Uppsala University, PhD thesis, Lausanne, 182 pp.
8. Toptaş, Ö., 2005. GSM (900 /1800 MHz) Yayınlarının Kapsama Analizi ve Modellemeler, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 89 s.
9. GSM For Dummies, <http://www.gsmfordummies.com/architecture/arch.shtml> (Erişim Tarihi: Kasım 2011).
10. Şeker, S., 1993. İletişim Sistemlerinin Planlanması. Boğaziçi Üniversitesi Matbaası, İstanbul, 144 s.
11. Birogul, S., Elmas, C., Cetin, A., 2011. Palnning of the GSM network broadcast control channel with data fusion. **Expert System with Applications**, **38**, 2421 – 2431.

12. Lee, C.Y., Kamg, H.G., 2000. Cell planning with capacity expansion in mobile communications: a tabu search approach. **IEEE Transactions on Vehicular Technology**, **49 (5)**, 1678–1691.
13. Ermel, M., Müller, T., Schüler, J., Schweigel, M., Begain, K., 2002. Performance of GSM networks with general packet radio services. **Performance Evaluation**, **48**, 285 – 310.
14. Stuckmann, P., 2002. The Evolution: GSM data services. First Edition. John Wiley & Sons Ltd., 252 pp., England.
15. Brasche, G., Walke, B., 1997. Concepts, services, and protocols of the new GSM phase 2+ general packet radio service. **IEEE Communication Magazine**, **35 (8)**, 94–104.
16. Scharnhorst, W., Hilty, M.L., Jolliet, O., 2006. Life cycle assessment of second generation (2G) and third generation (3G) mobile phone networks. **Environment International**, **32**, 656 – 675.
17. Bekkers, R., Verspagen, B., Smits, J., 2002. Intellectual property rights and standardization: the case of GSM. **Telecommunications Policy**, **26**, 171 – 188.
18. Hossmann, K.A., Hermann, D.M., 2003. Effects of electromagnetic radiation of mobile phones on the central nervous system. **Bioelectromagnetics** **24**: 49 – 62.
19. Anonymous, 2011. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields, [www.icnirp.de](http://www.icnirp.de) (Erişim Tarihi: Aralık 2011).
20. Hillebrand, F., 2001. GSM's achievements, pp 1 – 7. *In*: GSM and UMTS: The Creation of Global Mobile Communication (Eds: Hillebrand, F., Haug, T., Dupuis, P., Zeimer, D., Fernandez, B., Huber, J., Andersen, N.P.S., Cox, A., Verhuist, D., Förber, M., Wedder, K., Walker, M.). John Wiley & Sons Ltd., Germany.
21. Anonymous, 1998. International Commission on Non – Ionizing Radiation Protection; ICNIRP Guedlines for Limiting Exposure to time Varying Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields. **Health Pyhsics** **74 (4)**: 494 – 522

22. Santini, R., Danze, J.M., Le Ruz, P., Seigne, M., 2003. Survey study of people living in the vicinity of cellular phone base stations. **Electromagnetic Biology and Medicine**, **22**, 41-49.
23. Navarro, E. A., Segura, J., Portoles, M., Gomez, C., 2003. The radition syndrome: a preliminary study in Spain. **Electromagnetic Biology and Medicine**, **22**, 161–169.
24. Hutter, H., Moshhammer, H., Wallner, P., Kundi, M., 2006. Subjective symptoms, sleeping problems, and cognitive performance in subjects living near mobile phone base stations, **Journal of Occupational and Environmental Medicine**, **63**, 307–313.
25. Abdel-Rassoul, G., Abou El-Fatech, O., Abou Salem, M., Michael, A., Farahat, F., El-Batanouny, M., Salem, E., 2006. Neurobehavioral effects among inhabitants around mobile phone base stations. **Neurotoxicology**, **28**, 434–440.
26. Thomas, S., Kuhnlein, A., Heinrich, S., Praml, G., Nowak, D., Von Kries, R., Radon, K., 2008. Personal exposure to mobile phone frequencies and well-being in adults: a cross-sectional study based on dosimetry. **Bioelectromagnetics**, **29**, 463–470.
27. Adlkofer, F., 2009. The endorsement of safety by the german mobile telecommunication research programme (DMF) regarding the health risks of mobile phone radiation is based rather on wishful thinking than facts, pp 6 – 24. *In*: How Susceptible are Genes to Mobile Phone Radiation? (Eds: Adlkofer, F., Belyaev, I.Y., Richter, K., Shiroff, V.M.). St. Ingbert, First Edition, England.
28. Anonymous, 2011. The International EMF Project, [www.who.net](http://www.who.net) (Erişim tarihi: Kasım 2011).
29. Korpinen, L., Partanen, J., 1994. Influence of 50 Hz electric and magnetic fields on the pulse rate of human heart. **Bioelectromagnetics**, **15**, 503–512.
30. Morgan, M.G., 1989. Biological effects of power frequency electric and magnetic fields, pp 110. Congress of Biological Effects of Power Frequency Electric and Magnetic Fields, May, 1989, United States.

31. Anonymous, 1998. National Toxicology Program (NTP) Technical Report on the Toxicology and Carcinogenesis Studies of 60 Hz Magnetic Fields in F344/N Rats and B6C3F1 Mice, NTP TR 488, NIH Publication 98-3978. **National Institute of Health**, Holland.
32. Dragolova, D., Dimitrova, M., Kouzmanova, M., 2009. Does 900 MHz electromagnetic fields induce oxidative stress in wheat plants? Proceeding of the 2<sup>nd</sup> International Symposium, pp 317 – 329, Romania.
33. Geveke, D.J., Kozempel, M., Scullen, O.J., Brunkhorst, C., 2002. Radio frequency energy effects on microorganisms in foods. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, **3**, 133 – 138.
34. Carroll, D.E., Lopez, A., 1996. Lethality of radio frequency energy upon microorganisms in liquid, buffered and alcoholic food systems. **Journal of Food Science**, **34(4)**, 320 – 324.
35. Geveke, D.J., Brunkhorst, C., Fan, X., 2007. Radio frequency electric fields processing of orange juice. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, **8**, 549 – 554.
36. Bintsis, T., Litopoulou-Tzanetaki, E., Robinson, R.K., 2000. Existing and potential applications of ultraviolet light in the food industry. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, **80**, 637-645.
37. Hoornstra, E., de Jong, G., Notermans, S., 2002. Preservation of vegetables by light. Conference Frontiers in Microbial Fermentation and Preservation, 9-11 January, pp. 75-77, The Netherlands.
38. Mercier, J., Arul, J., Julien, C., 1994. Effect of food preparation on the isocoumarin, 6-methoxymellein, content of UV-treated carrots. **Food Research International**, **27**, 401-404.
39. Dunn, J.E., Clark, R.W., Asmus, J.F., Pearlman, J.S., Boyer, K., Painchaud, F., Hoffman, G.A., 1989. Pulsed Light Treatments for Food Preservation, US Patent 4,871,559.
40. Unlütürk, A., Turantaş, F., 2003. Gıda Mikrobiyolojisi. META Basım Matbaacılık Hizmetleri, s 356, Bornova-İzmir.
41. Gnan, S.O., Demello, M.T., 1999. Inhibition of *Staphylococcus aureus* by aqueous Goiaba extracts. **Journal of Ethnopharmacology**, **68**, 1-3.



42. Thomas, L.V., Wilmpenny, J.W., 1996. Investigation of the effect of combined variations in temperature, pH and NaCl concentration on nisin inhibition of *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus*. **Applied and Environmental Microbiology**, **62** (6), 2006-2012.
43. Caillet, S., Cote, J., Jean – François, S., Lacroix, M., 2011. Antimicrobial effects of fractions from cranberry products on the growth of seven pathogenic bacteria. **Food Control**, **23**, 419 – 428.
44. Hsiao, C.P., Siebert, K.J., 1999. Modeling the inhibitory effects of organic acids on bacteria. **International Journal of Food Microbiology**, **47**, 189–201.
45. Uemura, K., Takahashi, C., Koyayashi, I., 2010. Inactivation of *Bacillus subtilis* spores in soybean milk by radio frequency flash heating. **Journal of Food Engineering**, **100**, 622 – 626.
46. Fitzgerald, D.J., Stratfordb, M., Narbad, A., 2003. Analysis of the inhibition of food spoilage yeasts by vanillin. **International Journal of Food Microbiology**, **86**, 113 – 122.
47. Raso, J., Calderon, M.L., Gongora, M., Barbosa-Canovas, G.V., Swanson, B.G., 1998. Inactivation of *Zygosaccharomyces bailii* in fruit juices by heat, high hydrostatic pressure and pulsed electric fields. **Journal of Food Science**, **63**, 1042-1044.
48. Kusumegi, K., Yoshida, H., Tomiyama, S., 1998. inhibitory effects of acetic acid on respiration and growth of *Zygosaccharomyces rouxii*. **Journal of Fermentation and Bioengineering**, **85**, 213 – 217.
49. Palou, E., Lopez-Malo, A., Barbosa-Canovas, GV., Welti-Chanes, J., Swanson, B.G., 1997. Effect of water activity on high hydrostatic pressure inhibition of *Zygosaccharomyces bailii*. **Letters in Applied Microbiology**, **24**, 417-420.
50. Sağdıç, O., Yetim, H., Doğan, M., Kayacier, A., Özkan, G., 2008, Üzüm Posasının Antimikrobiyal ve Antioksidan Katkı Olarak Gıda Sanayinde Değerlendirilmesi, **TÜBİTAK 105O154 nolu proje**, Ankara.
51. Membre, J.M., Kubaczka, M., Chene, C., 1999. Combined effects of pH and sugar on growth rate of *Zygosaccharomyces rouxii*, a bakery product

- spoilage yeast. **Applied and Environmental Microbiology**, **65 (11)**, 4921-4925.
52. Praphailong, W., Fleet, G., 1997. The effect of pH, sodium chloride, sucrose, sorbate and benzoate on the growth of food spoilage yeasts. **Food Microbiology**, **14 (5)**, 459-468.
53. Kobayashi, M., Hayashi, S., 1998. Supplementation of NaCl to starter culture of the soy yeast *Zygosaccharomyces rouxii*. **Journal of Fermentation and Bioengineering**, **85 (6)**, 642-644.
54. Weiler, F., Schmitt, M.J., 2003. Zygoicin, a secreted antifungal toxin of the yeast *Zygosaccharomyces bailii*, and its effect on sensitive fungal cells. **FEMS Yeast Research**, **3 (1)**, 69-76.
55. Anonymous, 2011. Health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria [www.fao.org](http://www.fao.org) (Erişim Tarihi: Kasım 2011).
56. Petrof, E.O., Claud, E.C., Sun, J., Abramova, T., Guo, Y., Waypa, T.S., 2009. Bacteria free solution derived from *Lactobacillus plantarum* inhibits multiple NF-kappaB path ways and inhibits proteasome function. **Inflammatory Bowel Diseases**, **1056 (15)**, 1537–1547.
57. Raccach, M., Tilley, H.R., 2006, Thermal inactivation of the frozen thawed traditional meat starter culture, *Pediococcus pentosaceus*, in a meat model system. **Meat Science**, **72**, 751-756.
58. Özdemir, H., 1999. Türk fermente sucuğunun florasındaki dominant laktobasil türlerinin sucuğun organoleptik nitelikleri ile ilişkisi. **Ankara Üniversitesi, Veterinerlik Fakültesi Dergisi**, **46**, 189-198.
59. Yuki, N., Watanabe, K., Mike, A., Tagami, Y., Tanaka, R., Ohwaki, M., Morotomi, M., 1999. Survival of a probiotic, *Lactobacillus casei* strain *Shirota* in the gastrointestinal tract: Selective isolation from faeces and identification using monoclonal antibodies. **International Journal of Food Microbiology**, **48(1)**, 51-57.
60. Ekici, L., Sağdıç, O., 2008. Serbest radikaller ve antioksidan gıdalarla inhibisyonu, **GIDA**, **33 (5)**, 251-260
61. Sağdıç, O., Ekici, L., Oral, R.A., Yetim, H., 2005. Bioactivities And Human Health Effects Of Flavonoids And Some Other Phenolic

Compounds. ITAFE'05 International Congress on Information Technology in Agriculture, Food & Environment, Çukurova Üniversitesi.

62. Singh, R.P., Sharad, S., Kapur, S., 2004. Free radicals and oxidative stress neurodegenerative diseases: relevance of dietary antioxidants. **Journal, Indian Academy of Clinical Medicine, 5 (3)**, 218-225.
63. Decker, E.A., Warner, K., Richards, M.P., Shahidi, F., 2005. Measuring antioxidant effectiveness in food. **Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53**, 4303-4310.
64. Sağdıç, O., Özcan, M., 2003. Antimicrobial activity of Turkish spice hydrosols. **Food Control, 14**, 141-143.
65. Bakonyi, T., Radak, Z., 2004,. High altitude and free radicals. **Journal of Sports Science and Medicine, 3**, 64-69.
66. Arda, M., 2000. Bakterilerde üremenin ölçülmesi. In: Temel Mikrobiyoloji, Medisan Yayınevi, s 359, Ankara.
67. Sagdic, O., Silici, S., Ekici, L., 2011. Evaluation of the phenolic content and antiradical, antioxidant, antimicrobial activities of different floral sources of honey. International Journal of Food Properties (in press).
68. Sorgucu, U., Kabalcı, Y., Develi, İ., 2011. Development of the GSM system in Turkey and the role of base stations on electromagnetic pollution, The sixth International Advanced Technologies Symposium, 16-18 May 2011, Elazığ.
69. Moisescu, M.G., Leveque, P., Bertrand, J.R., Kovacs, E., Mir, L.M., 2008. Microscopic observation of living cells during their exposure to modulated electromagnetic fields. **Bioelectrochemistry, 74**, 9 – 15.
70. Phillips, J.L., Singh, N.P., Lai, H., 2009. Electromagnetic fields and DNA damage. **Pathophysiology 16**, 79 – 88.
71. Ehlbeck, J., Schnabel, U., Polak, M., Winter, J., Woedtke, T., Brandenburg, R., Hagen, T., Weltman, K.D., 2011. Low temperature atmospheric pressure plasma sources for microbial decontamination. **Journal of Physics D: Applied Physics, 44**, 013001 (18 p.).

72. Kim, S., Chung, T.H., Bae, S.H., Leem, S.H., 2009. Bacterial inactivation using atmospheric pressure single pin electrode microplasma jet with a ground ring. **Applied Physics Letters** **94**, 141502.
73. Yousef, A.E., Courtney, P.D., 2003. Basics of stress adaptation and implications in new-generation foods, In: *Microbial Stress Adaptation and Food Safety*, CRC Press, pp 1 - 25, New York.
74. Canumir, J.A., Celis, J.E., Brujin, J., Vidal, L.V., 2001. Pasterisation of apple juice by using microwaves. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, **35**, 389 – 392.
75. Koca, N., Karadeniz, F., 2003. Serbest radikal oluşum mekanizmaları ve antioksidan savunma sistemleri. **Gıda Mühendisliği Dergisi**, **16**, 32-37.
76. Netzel, M., Strass, G., Kaul, C., Bitsch, I., Dietrich, H., Bitsch, R., 2002. In vivo antioxidant capacity of a composite juice. **Food Research International**, **35**, 213-216.
77. Miller, N.J., Diplock, A.T., Rice-Evans, C.A., 1995. Evaluation of the total antioxidant activity as a marker of the deterioration of apple juice on storage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, **43**, 1794-1801.
78. Bitsch, R., Netzel, M., Carle, E., Strass, G., Kesenheimer, B., Herbst, M., Bitsch, I., 2001. Bioavailability of antioxidative compounds from Brettacher apple juice in humans. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, **1**, 245-249.
79. Pearson, D.A., Tan, C.H., German, J.B., Davis, P.A., Gershwin, M.E., 1999. Apple juice inhibits human low density lipoprotein oxidation. **Life Science**, **64**, 1913-1920.
80. Frankel, E.N., Waterhouse, A.L., Teissedre, P.L., 1995. Principal phenolic phytochemicals in selected California wines and their antioxidant activity in inhibiting oxidation of human low-density lipoproteins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, **43**, 890-894.
81. Keevil, J.G., Osman, H.E., Reed, J.D., Folts, J.D., 2000. Grape juice but not orange juice or grapefruit juice, inhibits human platelet aggregation. **Journal of Nutrition**, **130**, 53-56.

82. Tran, M.T.T., Farid, M., 2004. Ultraviolet treatment of orange juices, **Food Science & Emerging Technologies**, **5**, 495-50.
83. Noci, F., Riener, J., Walkling-Ribeiro, M., Cronin, D.A., Morgan, D.J., Lyng, J.G., 2008, Ultraviolet irradiation and pulsed electric fields (PEF in a hurdle strategy for the preservation of fresh apple juice), **Journal of Food Engineering**, **85**, 141-146.
84. Martinez, P., Hernandez, J., Fortuny, R.C., Belloso, O., 2005. Inactivation of *Lactobacillus brevis* in orange juice by high-intensity pulsed electric fields. **Food Microbiology**, **22**, 311-319.
85. Bilek, S.E., 2010. Vurgulu elektrik alan (PEF) teknolojisi. **Akademik Gıda**, **8 (3)**, 33 – 37.

## EKLER

### 1. 955 MHz 7 dBm uygulaması mikrobiyoloji ham verileri

		0.saat	2. saat	4. saat	6. saat	8. saat	18. saat	24. saat
<i>E. coli</i>	K örneği (kob/ml)	$6 \times 10^7$	$12 \times 10^7$	$35 \times 10^7$	$55 \times 10^7$	$50 \times 10^7$	$60 \times 10^7$	$65 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$6 \times 10^7$	$20 \times 10^7$	$50 \times 10^7$	$60 \times 10^7$	$90 \times 10^7$	$120 \times 10^7$	$750 \times 10^7$
<i>S. aureus</i>	K örneği (kob/ml)	$2 \times 10^7$	$20 \times 10^7$	$16.5 \times 10^7$	$30 \times 10^7$	$50 \times 10^7$	$60 \times 10^7$	$55 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$2 \times 10^7$	$1,6 \times 10^7$	$45 \times 10^7$	$50 \times 10^7$	$80 \times 10^7$	$10,5 \times 10^7$	$85 \times 10^7$
<i>L. monocytogenes</i>	K örneği (kob/ml)	$7 \times 10^7$	$8.5 \times 10^7$	$45 \times 10^7$	$30 \times 10^7$	$60 \times 10^7$	$60 \times 10^7$	$55 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$7 \times 10^7$	$10 \times 10^7$	$35 \times 10^7$	$50 \times 10^7$	$165 \times 10^7$	$900 \times 10^7$	$1150 \times 10^7$
<i>Lb. plantarum</i>	K örneği (kob/ml)	$7,5 \times 10^7$	$155 \times 10^7$	$500 \times 10^7$	$85 \times 10^7$	$900 \times 10^7$	$750 \times 10^7$	$800 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$7,5 \times 10^7$	$250 \times 10^7$	$650 \times 10^7$	$950 \times 10^7$	$2200 \times 10^7$	$7500 \times 10^7$	$1100 \times 10^7$
<i>Lb. sakei</i>	K örneği (kob/ml)	$5 \times 10^7$	$75 \times 10^7$	$100 \times 10^7$	$175 \times 10^7$	$150 \times 10^7$	$160 \times 10^7$	$145 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$5 \times 10^7$	$50 \times 10^7$	$115 \times 10^7$	$160 \times 10^7$	$1950 \times 10^7$	$6000 \times 10^7$	$8000 \times 10^7$
<i>S. cerevisiae</i>	K örneği (kob/ml)	$2 \times 10^7$	$12 \times 10^7$	$350 \times 10^7$	$500 \times 10^7$	$800 \times 10^7$	$1000 \times 10^7$	$900 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$2 \times 10^7$	$50 \times 10^7$	-	-	-	-	-
<i>Z. rouxii</i>	K örneği (kob/ml)	$7 \times 10^7$	$105 \times 10^7$	$135 \times 10^7$	$250 \times 10^7$	$550 \times 10^7$	$8000 \times 10^7$	$7000 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$7 \times 10^7$	$0,05 \times 10^7$	-	-	-	-	-
<i>Z. bailii</i>	K örneği (kob/ml)	$3,5 \times 10^7$	$105 \times 10^7$	$140 \times 10^7$	$200 \times 10^7$	$500 \times 10^7$	$8000 \times 10^7$	$7500 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$3,5 \times 10^7$	$0,04 \times 10^7$	-	-	-	-	-

## 2. 955 MHz 5 dBm uygulaması mikrobiyoloji ham verileri

		0.saat	2. saat	4. saat	6. saat	8. saat	18. saat	24. saat
<i>E.coli</i>	K örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$15 \times 10^7$	$35 \times 10^7$	$60 \times 10^7$	$55 \times 10^7$	$70 \times 10^7$	$65 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$12 \times 10^7$	$30 \times 10^7$	$150 \times 10^7$	$120 \times 10^7$	$225 \times 10^7$	$900 \times 10^7$
<i>S.aureus</i>	K örneği (kob/ml)	$4 \times 10^7$	$13 \times 10^7$	$40 \times 10^7$	$50 \times 10^7$	$45 \times 10^7$	$40 \times 10^7$	$50 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$4 \times 10^7$	$16 \times 10^7$	$30 \times 10^7$	$60 \times 10^7$	$165 \times 10^7$	$15 \times 10^7$	$500 \times 10^7$
<i>L.monocytogenes</i>	K örneği (kob/ml)	$2 \times 10^7$	$8 \times 10^7$	$75 \times 10^7$	$85 \times 10^7$	$90 \times 10^7$	$100 \times 10^7$	$95 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$2,5 \times 10^7$	$10 \times 10^7$	$105 \times 10^7$	$85 \times 10^7$	$150 \times 10^7$	$160 \times 10^7$	$450 \times 10^7$
<i>Lb.plantarum</i>	K örneği (kob/ml)	$7,5 \times 10^7$	$155 \times 10^7$	$500 \times 10^7$	$85 \times 10^7$	$900 \times 10^7$	$750 \times 10^7$	$800 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$7,5 \times 10^7$	$250 \times 10^7$	$650 \times 10^7$	$400 \times 10^7$	$8000 \times 10^7$	$8500 \times 10^7$	$8000 \times 10^7$
<i>Lb.sakei</i>	K örneği (kob/ml)	$35 \times 10^7$	$130 \times 10^7$	$650 \times 10^7$	$175 \times 10^7$	$150 \times 10^7$	$160 \times 10^7$	$145 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$35 \times 10^7$	$75 \times 10^7$	$115 \times 10^7$	$900 \times 10^7$	$2500 \times 10^7$	$9000 \times 10^7$	$8000 \times 10^7$
<i>S.cerevisiae</i>	K örneği (kob/ml)	$2 \times 10^7$	$12 \times 10^7$	$350 \times 10^7$	$500 \times 10^7$	$800 \times 10^7$	$1000 \times 10^7$	$900 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$2 \times 10^7$	$0,005 \times 10^7$	-	-	-	-	-
<i>Z.rouxii</i>	K örneği (kob/ml)	$3,5 \times 10^7$	$105 \times 10^7$	$135 \times 10^7$	$250 \times 10^7$	$550 \times 10^7$	$8000 \times 10^7$	$7000 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$3,5 \times 10^7$	$0.3 \times 10^7$	-	-	-	-	-
<i>Z.bailii</i>	K örneği (kob/ml)	$3,5 \times 10^7$	$105 \times 10^7$	$135 \times 10^7$	$200 \times 10^7$	$500 \times 10^7$	$8000 \times 10^7$	$7500 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$3,5 \times 10^7$	$5 \times 10^7$	-	-	-	-	-

### 3. 955 MHz 0 dBm uygulaması mikrobiyoloji ham verileri

		0. saat	2. saat	4. saat	6. saat	8. saat	18. saat	24. saat
<i>E. coli</i>	K örneği (kob/ml)	$2.2 \times 10^7$	$8.6 \times 10^7$	$16.8 \times 10^7$	$26.4 \times 10^7$	$24 \times 10^7$	$32 \times 10^7$	$30 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$2.2 \times 10^7$	$8 \times 10^7$	$20.8 \times 10^7$	$24.6 \times 10^7$	$70 \times 10^7$	$100 \times 10^7$	$400 \times 10^7$
<i>S. aureus</i>	K örneği (kob/ml)	$1.2 \times 10^7$	$4.8 \times 10^7$	$17 \times 10^7$	$22 \times 10^7$	$19 \times 10^7$	$25 \times 10^7$	$20 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$1.2 \times 10^7$	$6.4 \times 10^7$	$12 \times 10^7$	$26 \times 10^7$	$60 \times 10^7$	$90 \times 10^7$	$500 \times 10^7$
<i>L. monocytogenes</i>	K örneği (kob/ml)	$2 \times 10^7$	$8 \times 10^7$	$75 \times 10^7$	$85 \times 10^7$	$90 \times 10^7$	$100 \times 10^7$	$95 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$2,5 \times 10^7$	$10 \times 10^7$	$105 \times 10^7$	$85 \times 10^7$	$150 \times 10^7$	$160 \times 10^7$	$450 \times 10^7$
<i>Lb. plantarum</i>	K örneği (kob/ml)	$60 \times 10^7$	$200 \times 10^7$	$550 \times 10^7$	$850 \times 10^7$	$1100 \times 10^7$	$1250 \times 10^7$	$1155 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$60 \times 10^7$	$210 \times 10^7$	$400 \times 10^7$	$1500 \times 10^7$	$2200 \times 10^7$	$10000 \times 10^7$	$1300 \times 10^7$
<i>Lb. sakei</i>	K örneği (kob/ml)	$75 \times 10^7$	$450 \times 10^7$	$900 \times 10^7$	$1150 \times 10^7$	$3500 \times 10^7$	$5000 \times 10^7$	$4500 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$75 \times 10^7$	$110 \times 10^7$	$950 \times 10^7$	$1600 \times 10^7$	$1100 \times 10^7$	$2200 \times 10^7$	$13000 \times 10^7$
<i>S. cerevisiae</i>	K örneği (kob/ml)	$20 \times 10^7$	$12 \times 10^7$	$350 \times 10^7$	$500 \times 10^7$	$800 \times 10^7$	$1000 \times 10^7$	$900 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$20 \times 10^7$	$1 \times 10^7$	$0.015 \times 10^7$	-	-	-	-
<i>Z. rouxii</i>	K örneği (kob/ml)	$3,5 \times 10^7$	$105 \times 10^7$	$135 \times 10^7$	$175 \times 10^7$	$550 \times 10^7$	$8000 \times 10^7$	$7000 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$3,5 \times 10^7$	$2,5 \times 10^7$	$0.03 \times 10^7$	-	-	-	-
<i>Z. bailii</i>	K örneği (kob/ml)	$3,5 \times 10^7$	$105 \times 10^7$	$135 \times 10^7$	$200 \times 10^7$	$500 \times 10^7$	$8000 \times 10^7$	$7500 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$3,5 \times 10^7$	$5 \times 10^7$	$0.3 \times 10^7$	-	-	-	-



## 4. 955 MHz -15 dBm uygulaması mikrobiyoloji ham verileri

		0.saat	2. saat	4. saat	6. saat	8. saat	18. saat	24. saat
<i>E.coli</i>	K örneği (kob/ml)	$2 \times 10^7$	$10 \times 10^7$	$19.2 \times 10^7$	$22 \times 10^7$	$17.4 \times 10^7$	$32 \times 10^7$	$30 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$2 \times 10^7$	$7.4 \times 10^7$	$9.4 \times 10^7$	$27.2 \times 10^7$	$30.4 \times 10^7$	$38 \times 10^7$	$300 \times 10^7$
<i>S.aureus</i>	K örneği (kob/ml)	$1.6 \times 10^7$	$7 \times 10^7$	$17.8 \times 10^7$	$23.6 \times 10^7$	$19 \times 10^7$	$25 \times 10^7$	$20 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$1.6 \times 10^7$	$8 \times 10^7$	$10.6 \times 10^7$	$25 \times 10^7$	$30 \times 10^7$	$37.6 \times 10^7$	$400 \times 10^7$
<i>L.monocytogenes</i>	K örneği (kob/ml)	$2 \times 10^7$	$8 \times 10^7$	$75 \times 10^7$	$85 \times 10^7$	$90 \times 10^7$	$100 \times 10^7$	$95 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$2 \times 10^7$	$10 \times 10^7$	$85 \times 10^7$	$90 \times 10^7$	$160 \times 10^7$	$220 \times 10^7$	$350 \times 10^7$
<i>Lb.plantarum</i>	K örneği (kob/ml)	$65 \times 10^7$	$115 \times 10^7$	$185 \times 10^7$	$400 \times 10^7$	$800 \times 10^8$	$1050 \times 10^8$	$950 \times 10^8$
	RF örneği (kob/ml)	$65 \times 10^7$	$140 \times 10^7$	$900 \times 10^7$	$1400 \times 10^7$	$9000 \times 10^8$	$1400 \times 10^8$	$9000 \times 10^8$
<i>Lb.sakei</i>	K örneği (kob/ml)	$35 \times 10^8$	$75 \times 10^8$	$90 \times 10^8$	$110 \times 10^8$	$125 \times 10^8$	$200 \times 10^8$	$300 \times 10^8$
	RF örneği (kob/ml)	$35 \times 10^7$	$85 \times 10^8$	$95 \times 10^8$	$125 \times 10^8$	$185 \times 10^8$	$600 \times 10^8$	$5000 \times 10^8$
<i>S.cerevisiae</i>	K örneği (kob/ml)	$20 \times 10^7$	$12 \times 10^7$	$350 \times 10^7$	$500 \times 10^7$	$800 \times 10^7$	$1000 \times 10^7$	$900 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$20 \times 10^7$	$1.5 \times 10^7$	$5 \times 10^5$	$1 \times 10^4$	-	-	-
<i>Z.rouxii</i>	K örneği (kob/ml)	$3,5 \times 10^7$	$105 \times 10^7$	$135 \times 10^7$	$175 \times 10^7$	$550 \times 10^7$	$8000 \times 10^7$	$7000 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$3,5 \times 10^7$	$2,5 \times 10^7$	$3 \times 10^5$	$5 \times 10^4$	-	-	-
<i>Z.bailii</i>	K örneği (kob/ml)	$3,5 \times 10^7$	$105 \times 10^7$	$135 \times 10^7$	$200 \times 10^7$	$500 \times 10^7$	$8000 \times 10^7$	$7500 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$3,5 \times 10^7$	$5 \times 10^7$	$0.3 \times 10^7$	$0.01 \times 10^7$	-	-	-

### 5. 955 MHz -30 dBm uygulaması mikrobiyoloji ham verileri

		0. saat	2. saat	4. saat	6. saat	8. saat	18. saat	24. saat
<i>E. coli</i>	K örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$6.5 \times 10^7$	$9 \times 10^7$	$10 \times 10^7$	$11 \times 10^7$	$10.5 \times 10^7$	$10 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$9 \times 10^7$	$10 \times 10^7$	$14.5 \times 10^7$	$75 \times 10^7$	$85 \times 10^7$	$600 \times 10^7$
<i>S. aureus</i>	K örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$6 \times 10^7$	$7.5 \times 10^7$	$10 \times 10^7$	$90 \times 10^7$	$105 \times 10^7$	$100 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$10 \times 10^7$	$11.5 \times 10^7$	$17.5 \times 10^7$	$100 \times 10^7$	$1300 \times 10^7$	$1000 \times 10^7$
<i>L. monocytogenes</i>	K örneği (kob/ml)	$5 \times 10^7$	$7.5 \times 10^7$	$85 \times 10^7$	$100 \times 10^7$	$130 \times 10^7$	$120 \times 10^7$	$110 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$5 \times 10^7$	$10 \times 10^7$	$140 \times 10^7$	$180 \times 10^7$	$150 \times 10^7$	$500 \times 10^7$	$1050 \times 10^7$
<i>Lb. plantarum</i>	K örneği (kob/ml)	$50 \times 10^7$	$100 \times 10^7$	$200 \times 10^7$	$400 \times 10^7$	$750 \times 10^8$	$1000 \times 10^8$	$9000 \times 10^8$
	RF örneği (kob/ml)	$50 \times 10^7$	$135 \times 10^7$	$500 \times 10^7$	$1850 \times 10^7$	$8000 \times 10^8$	$1300 \times 10^8$	$2150 \times 10^8$
<i>Lb. sakei</i>	K örneği (kob/ml)	$65 \times 10^7$	$130 \times 10^8$	$230 \times 10^8$	$450 \times 10^8$	$700 \times 10^8$	$200 \times 10^8$	$300 \times 10^8$
	RF örneği (kob/ml)	$65 \times 10^7$	$85 \times 10^8$	$500 \times 10^8$	$235 \times 10^8$	$2350 \times 10^8$	$7500 \times 10^8$	$9000 \times 10^8$
<i>S. cerevisiae</i>	K örneği (kob/ml)	$2 \times 10^7$	$12 \times 10^7$	$350 \times 10^7$	$500 \times 10^7$	$800 \times 10^7$	$1000 \times 10^7$	$900 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$2 \times 10^7$	$1.5 \times 10^7$	$5 \times 10^5$	$1 \times 10^4$	$1.5 \times 10^3$	-	-
<i>Z. rouxii</i>	K örneği (kob/ml)	$3,5 \times 10^7$	$105 \times 10^7$	$135 \times 10^7$	$175 \times 10^7$	$550 \times 10^7$	$8000 \times 10^7$	$7000 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$3,5 \times 10^7$	$2,5 \times 10^7$	$3 \times 10^5$	$5 \times 10^4$	$5 \times 10^3$	-	-
<i>Z. bailii</i>	K örneği (kob/ml)	$3,5 \times 10^7$	$105 \times 10^7$	$135 \times 10^7$	$200 \times 10^7$	$500 \times 10^7$	$8000 \times 10^7$	$7500 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$3,5 \times 10^7$	$5 \times 10^7$	$0.3 \times 10^7$	$0.01 \times 10^7$	$5 \times 10^2$	-	-

**6. 1800 MHz 7 dBm uygulaması mikrobiyoloji ham verileri**

		0. saat	2. saat	4. saat	6. saat	8. saat	18. saat	24. saat
<i>E. coli</i>	K örneği (kob/ml)	$3.5 \times 10^7$	$13.5 \times 10^7$	$5 \times 10^7$	$23.5 \times 10^7$	$13.5 \times 10^7$	$11 \times 10^7$	$110 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$3.5 \times 10^7$	$18 \times 10^7$	$1 \times 10^7$	$40 \times 10^7$	$65 \times 10^7$	$160 \times 10^7$	$900 \times 10^7$
<i>S. aureus</i>	K örneği (kob/ml)	$6 \times 10^7$	$8 \times 10^7$	$30 \times 10^7$	$35 \times 10^7$	$60 \times 10^7$	$75 \times 10^7$	$65 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$6 \times 10^7$	$15 \times 10^7$	$50 \times 10^7$	$65 \times 10^7$	$95 \times 10^7$	$1200 \times 10^7$	$1050 \times 10^7$
<i>L. monocytogenes</i>	K örneği (kob/ml)	$4 \times 10^7$	$30 \times 10^7$	$40 \times 10^7$	$350 \times 10^7$	$600 \times 10^7$	$700 \times 10^7$	$650 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$4 \times 10^7$	$40 \times 10^7$	$20 \times 10^7$	$145 \times 10^7$	$160 \times 10^7$	$175 \times 10^7$	$1150 \times 10^7$
<i>Lb. plantarum</i>	K örneği (kob/ml)	$75 \times 10^7$	$155 \times 10^7$	$500 \times 10^7$	$860 \times 10^7$	$900 \times 10^8$	$7500 \times 10^8$	$8000 \times 10^8$
	RF örneği (kob/ml)	$75 \times 10^7$	$25 \times 10^7$	$650 \times 10^7$	$950 \times 10^7$	$2200 \times 10^8$	$7500 \times 10^8$	$11000 \times 10^8$
<i>Lb. sakei</i>	K örneği (kob/ml)	$50 \times 10^7$	$75 \times 10^8$	$100 \times 10^8$	$175 \times 10^8$	$15 \times 10^9$	$16 \times 10^9$	$145 \times 10^8$
	RF örneği (kob/ml)	$50 \times 10^7$	$50 \times 10^9$	$115 \times 10^9$	$16 \times 10^{10}$	$195 \times 10^{10}$	$6 \times 10^{11}$	$8 \times 10^{12}$
<i>S. cerevisiae</i>	K örneği (kob/ml)	$3 \times 10^5$	$25 \times 10^5$	$22 \times 10^6$	$5 \times 10^7$	$8 \times 10^8$	$100 \times 10^8$	$90 \times 10^8$
	RF örneği (kob/ml)	$3 \times 10^5$	$1 \times 10^4$	-	-	-	-	-
<i>Z. rouxii</i>	K örneği (kob/ml)	$2 \times 10^7$	$10 \times 10^7$	$135 \times 10^7$	$15 \times 10^8$	$75 \times 10^8$	$115 \times 10^9$	$7 \times 10^9$
	RF örneği (kob/ml)	$2 \times 10^7$	$2 \times 10^6$	$5 \times 10^3$	-	-	-	-
<i>Z. bailii</i>	K örneği (kob/ml)	$3,5 \times 10^7$	$10 \times 10^8$	$135 \times 10^7$	$200 \times 10^7$	$500 \times 10^7$	$8000 \times 10^7$	$7500 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$3,5 \times 10^7$	$5 \times 10^2$	-	-	-	-	-

## 7. 1800 MHz 5 dBm uygulaması mikrobiyoloji ham verileri

		0. saat	2. saat	4. saat	6. saat	8. saat	18. saat	24. saat
<i>E. coli</i>	K örneği (kob/ml)	$5 \times 10^7$	$75 \times 10^7$	$90 \times 10^7$	$12 \times 10^8$	$10 \times 10^8$	$9 \times 10^8$	$10 \times 10^8$
	RF örneği (kob/ml)	$5 \times 10^7$	$10 \times 10^7$	$55 \times 10^7$	$65 \times 10^8$	$14 \times 10^9$	$16 \times 10^9$	$1 \times 10^{11}$
<i>S. aureus</i>	K örneği (kob/ml)	$2.5 \times 10^7$	$40 \times 10^7$	$20 \times 10^7$	$75 \times 10^7$	$85 \times 10^8$	$90 \times 10^8$	$90 \times 10^8$
	RF örneği (kob/ml)	$2.5 \times 10^7$	$20 \times 10^7$	$12.5 \times 10^7$	$12.5 \times 10^7$	$12 \times 10^8$	$14 \times 10^9$	$90 \times 10^9$
<i>L. monocytogenes</i>	K örneği (kob/ml)	$2 \times 10^7$	$95 \times 10^7$	$18.5 \times 10^7$	$60 \times 10^8$	$75 \times 10^8$	$80 \times 10^8$	$75 \times 10^8$
	RF örneği (kob/ml)	$2 \times 10^7$	$10 \times 10^7$	$50 \times 10^7$	$11 \times 10^8$	$65 \times 10^8$	$80 \times 10^7$	$11 \times 10^9$
<i>Lb. plantarum</i>	K örneği (kob/ml)	$10 \times 10^7$	$70 \times 10^7$	$65 \times 10^7$	$40 \times 10^8$	$25 \times 10^9$	$90 \times 10^9$	$8 \times 10^{10}$
	RF örneği (kob/ml)	$10 \times 10^7$	$75 \times 10^7$	$115 \times 10^7$	$90 \times 10^8$	$25 \times 10^9$	$90 \times 10^{10}$	$13 \times 10^{10}$
<i>Lb. sakei</i>	K örneği (kob/ml)	$30 \times 10^7$	$25 \times 10^7$	$40 \times 10^7$	$11 \times 10^8$	$15 \times 10^9$	$25 \times 10^9$	$40 \times 10^9$
	RF örneği (kob/ml)	$30 \times 10^7$	$50 \times 10^7$	$45 \times 10^7$	$90 \times 10^9$	$75 \times 10^{10}$	$17 \times 10^{11}$	$13 \times 10^{11}$
<i>S. cerevisiae</i>	K örneği (kob/ml)	$3 \times 10^5$	$12 \times 10^5$	$35 \times 10^6$	$5 \times 10^7$	$80 \times 10^8$	$100 \times 10^8$	$90 \times 10^8$
	RF örneği (kob/ml)	$3 \times 10^5$	$1 \times 10^4$	-	-	-	-	-
<i>Z. rouxii</i>	K örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$60 \times 10^7$	$135 \times 10^7$	$75 \times 10^8$	$145 \times 10^8$	$115 \times 10^9$	$1 \times 10^{11}$
	RF örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$5 \times 10^4$	-	-	-	-	-
<i>Z. bailii</i>	K örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$10 \times 10^8$	$13 \times 10^8$	$20 \times 10^8$	$50 \times 10^8$	$80 \times 10^9$	$90 \times 10^9$
	RF örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	-	-	-	-	-	-

### 8. 955 MHz 0 dBm uygulaması mikrobiyoloji ham verileri

		0. saat	2. saat	4. saat	6. saat	8. saat	18. saat	24. saat
<i>E. coli</i>	K örneği (kob/ml)	$2 \times 10^7$	$75 \times 10^7$	$55 \times 10^7$	$65 \times 10^8$	$14 \times 10^8$	$12.5 \times 10^8$	$11 \times 10^8$
	RF örneği (kob/ml)	$2 \times 10^7$	$10 \times 10^8$	$21 \times 10^8$	$90 \times 10^8$	$14 \times 10^9$	$10 \times 10^9$	$1 \times 10^{11}$
<i>S. aureus</i>	K örneği (kob/ml)	$2.5 \times 10^7$	$50 \times 10^7$	$80 \times 10^7$	$40 \times 10^7$	$18 \times 10^9$	$16 \times 10^8$	$25 \times 10^8$
	RF örneği (kob/ml)	$2.5 \times 10^7$	$15 \times 10^7$	$20 \times 10^8$	$14 \times 10^7$	$90 \times 10^8$	$14 \times 10^9$	$12 \times 10^{10}$
<i>L. monocytogenes</i>	K örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$65 \times 10^7$	$85 \times 10^7$	$50 \times 10^8$	$12 \times 10^8$	$11 \times 10^8$	$11 \times 10^8$
	RF örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$15 \times 10^7$	$16 \times 10^7$	$10 \times 10^8$	$15 \times 10^8$	$17 \times 10^7$	$16 \times 10^9$
<i>Lb. plantarum</i>	K örneği (kob/ml)	$11 \times 10^7$	$20 \times 10^7$	$10 \times 10^8$	$18 \times 10^8$	$70 \times 10^9$	$95 \times 10^9$	$85 \times 10^{10}$
	RF örneği (kob/ml)	$11 \times 10^7$	$10 \times 10^7$	$40 \times 10^7$	$15 \times 10^{10}$	$22 \times 10^{10}$	$90 \times 10^{10}$	$13 \times 10^{11}$
<i>Lb. sakei</i>	K örneği (kob/ml)	$30 \times 10^7$	$25 \times 10^7$	$40 \times 10^7$	$11 \times 10^8$	$15 \times 10^9$	$25 \times 10^9$	$40 \times 10^9$
	RF örneği (kob/ml)	$30 \times 10^7$	$50 \times 10^7$	$45 \times 10^7$	$90 \times 10^9$	$75 \times 10^{10}$	$17 \times 10^{11}$	$13 \times 10^{11}$
<i>S. cerevisiae</i>	K örneği (kob/ml)	$2 \times 10^5$	$12 \times 10^5$	$35 \times 10^6$	$10 \times 10^7$	$65 \times 10^8$	$95 \times 10^8$	$90 \times 10^8$
	RF örneği (kob/ml)	$2 \times 10^5$	$2 \times 10^4$	-	-	-	-	-
<i>Z. rouxii</i>	K örneği (kob/ml)	$3.5 \times 10^7$	$10 \times 10^8$	$135 \times 10^7$	$75 \times 10^8$	$145 \times 10^8$	$115 \times 10^9$	$1 \times 10^{11}$
	RF örneği (kob/ml)	$3.5 \times 10^7$	$15 \times 10^4$	-	-	-	-	-
<i>Z. bailii</i>	K örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$10 \times 10^8$	$13 \times 10^8$	$20 \times 10^8$	$50 \times 10^8$	$80 \times 10^9$	$90 \times 10^9$
	RF örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$2 \times 10^4$	-	-	-	-	-

**9. 1800 MHz – 20 dBm uygulaması mikrobiyoloji ham verileri**

		0. saat	2. saat	4. saat	6. saat	8. saat	18. saat	24. saat
<i>E. coli</i>	K örneği (kob/ml)	$2 \times 10^7$	$13 \times 10^7$	$9 \times 10^7$	$12 \times 10^7$	$10 \times 10^9$	$90 \times 10^8$	$75 \times 10^8$
	RF örneği (kob/ml)	$2 \times 10^7$	$12 \times 10^8$	$10 \times 10^8$	$12 \times 10^8$	$15 \times 10^9$	$60 \times 10^9$	$1 \times 10^{11}$
<i>S. aureus</i>	K örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$6 \times 10^7$	$18 \times 10^7$	$80 \times 10^7$	$9 \times 10^9$	$13 \times 10^9$	$9,5 \times 10^9$
	RF örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$6 \times 10^7$	$13 \times 10^8$	$15 \times 10^7$	$70 \times 10^8$	$13 \times 10^9$	$16 \times 10^{10}$
<i>L. monocytogenes</i>	K örneği (kob/ml)	$5 \times 10^7$	$9 \times 10^7$	$11 \times 10^7$	$75 \times 10^8$	$95 \times 10^8$	$11 \times 10^8$	$10 \times 10^8$
	RF örneği (kob/ml)	$5 \times 10^7$	$10 \times 10^7$	$11 \times 10^7$	$12 \times 10^8$	$13 \times 10^8$	$13 \times 10^{10}$	$15 \times 10^{10}$
<i>Lb. plantarum</i>	K örneği (kob/ml)	$40 \times 10^7$	$75 \times 10^7$	$90 \times 10^8$	$11 \times 10^{10}$	$12 \times 10^{10}$	$20 \times 10^9$	$30 \times 10^{10}$
	RF örneği (kob/ml)	$40 \times 10^7$	$85 \times 10^7$	$95 \times 10^7$	$13 \times 10^{10}$	$18 \times 10^{10}$	$60 \times 10^{10}$	$5 \times 10^{11}$
<i>Lb. sakei</i>	K örneği (kob/ml)	$30 \times 10^7$	$25 \times 10^7$	$40 \times 10^7$	$11 \times 10^8$	$15 \times 10^9$	$25 \times 10^9$	$40 \times 10^9$
	RF örneği (kob/ml)	$30 \times 10^7$	$50 \times 10^7$	$45 \times 10^7$	$90 \times 10^9$	$75 \times 10^{10}$	$17 \times 10^{11}$	$13 \times 10^{11}$
<i>S. cerevisiae</i>	K örneği (kob/ml)	$2 \times 10^5$	$12 \times 10^5$	$35 \times 10^6$	$50 \times 10^7$	$80 \times 10^8$	$10 \times 10^9$	$90 \times 10^9$
	RF örneği (kob/ml)	$2 \times 10^5$	$6 \times 10^5$	$5 \times 10^5$	$1,5 \times 10^4$	-	-	-
<i>Z. rouxii</i>	K örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$11 \times 10^8$	$27 \times 10^7$	$25 \times 10^8$	$40 \times 10^8$	$30 \times 10^9$	$11 \times 10^{11}$
	RF örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$50 \times 10^6$	$35 \times 10^4$	$10 \times 10^3$	-	-	-
<i>Z. bailii</i>	K örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$11 \times 10^8$	$14 \times 10^8$	$25 \times 10^8$	$55 \times 10^8$	$80 \times 10^9$	$70 \times 10^9$
	RF örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$5 \times 10^6$	$35 \times 10^4$	$10 \times 10^4$	$5 \times 10^1$	-	-

**10. 1800 MHz -40 dBm uygulaması mikrobiyoloji ham verileri**

		0. saat	2. saat	4. saat	6. saat	8. saat	18. saat	24. saat
<i>E. coli</i>	K örneği (kob/ml)	$2 \times 10^7$	$11 \times 10^7$	$15 \times 10^7$	$17 \times 10^7$	$35 \times 10^9$	$50 \times 10^8$	$60 \times 10^8$
	RF örneği (kob/ml)	$2 \times 10^7$	$12 \times 10^8$	$85 \times 10^8$	$13 \times 10^9$	$55 \times 10^9$	$11 \times 10^{10}$	$14 \times 10^{10}$
<i>S. aureus</i>	K örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$7 \times 10^7$	$13 \times 10^7$	$80 \times 10^7$	$14 \times 10^9$	$16 \times 10^9$	$15 \times 10^9$
	RF örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$6 \times 10^7$	$9 \times 10^8$	$15 \times 10^8$	$12 \times 10^8$	$13 \times 10^9$	$17 \times 10^{10}$
<i>L. monocytogenes</i>	K örneği (kob/ml)	$5 \times 10^7$	$7.5 \times 10^7$	$11 \times 10^7$	$9 \times 10^8$	$11 \times 10^8$	$13 \times 10^8$	$12 \times 10^8$
	RF örneği (kob/ml)	$5 \times 10^7$	$8.5 \times 10^7$	$13 \times 10^7$	$16 \times 10^8$	$50 \times 10^8$	$85 \times 10^{10}$	$15 \times 10^{10}$
<i>Lb. plantarum</i>	K örneği (kob/ml)	$15 \times 10^7$	$25 \times 10^7$	$55 \times 10^8$	$13 \times 10^{10}$	$10 \times 10^{10}$	$8 \times 10^9$	$5 \times 10^{10}$
	RF örneği (kob/ml)	$15 \times 10^7$	$30 \times 10^7$	$60 \times 10^7$	$13 \times 10^{10}$	$18 \times 10^{10}$	$60 \times 10^{10}$	$5 \times 10^{11}$
<i>Lb. sakei</i>	K örneği (kob/ml)	$30 \times 10^7$	$25 \times 10^7$	$40 \times 10^7$	$11 \times 10^8$	$15 \times 10^9$	$25 \times 10^9$	$40 \times 10^9$
	RF örneği (kob/ml)	$30 \times 10^7$	$13 \times 10^7$	$65 \times 10^7$	$11 \times 10^9$	$10 \times 10^{10}$	$13 \times 10^{11}$	$10 \times 10^{11}$
<i>S. cerevisiae</i>	K örneği (kob/ml)	$2 \times 10^5$	$12 \times 10^5$	$25 \times 10^6$	$35 \times 10^7$	$30 \times 10^8$	$2 \times 10^9$	$8 \times 10^9$
	RF örneği (kob/ml)	$2 \times 10^5$	$6 \times 10^5$	$5 \times 10^5$	$2.5 \times 10^4$	$1 \times 10^3$	-	-
<i>Z. rouxii</i>	K örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$11 \times 10^8$	$27 \times 10^7$	$25 \times 10^8$	$40 \times 10^8$	$30 \times 10^9$	$11 \times 10^{11}$
	RF örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$50 \times 10^6$	$35 \times 10^4$	$10 \times 10^3$	$1.5 \times 10^2$	-	-
<i>Z. bailii</i>	K örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$11 \times 10^8$	$13 \times 10^8$	$25 \times 10^8$	$50 \times 10^8$	$55 \times 10^9$	$75 \times 10^9$
	RF örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$5 \times 10^6$	$35 \times 10^4$	$10 \times 10^4$	$5 \times 10^1$	-	-

**11. 1850 MHz 7 dBm Elma suyunda mikrobiyoloji ham verileri**

		0. saat	2. saat	4. saat	6. saat	8. saat	18. saat	24. saat
<i>E. coli</i>	K örneği (kob/ml)	$1.5 \times 10^7$	$35 \times 10^7$	$30 \times 10^7$	$90 \times 10^7$	$35 \times 10^7$	$15 \times 10^7$	$20 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$1.5 \times 10^7$	$30 \times 10^8$	$40 \times 10^8$	$50 \times 10^9$	$10 \times 10^{10}$	$75 \times 10^{10}$	$90 \times 10^{10}$
<i>S. aureus</i>	K örneği (kob/ml)	$2 \times 10^7$	$4 \times 10^7$	$4 \times 10^7$	$50 \times 10^7$	$20 \times 10^7$	$15 \times 10^7$	$15 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$2 \times 10^7$	$6 \times 10^7$	$9 \times 10^7$	$16 \times 10^8$	$35 \times 10^8$	$14 \times 10^9$	$60 \times 10^{10}$
<i>L. monocytogenes</i>	K örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$20 \times 10^7$	$30 \times 10^7$	$25 \times 10^8$	$25 \times 10^8$	$25 \times 10^8$	$20 \times 10^8$
	RF örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$30 \times 10^7$	$80 \times 10^7$	$11 \times 10^8$	$35 \times 10^8$	$50 \times 10^{10}$	$11 \times 10^{10}$
<i>Lb. plantarum</i>	K örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$25 \times 10^7$	$35 \times 10^8$	$30 \times 10^{10}$	$15 \times 10^{10}$	$20 \times 10^9$	$30 \times 10^{10}$
	RF örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$25 \times 10^7$	$65 \times 10^7$	$75 \times 10^{10}$	$12 \times 10^{10}$	$75 \times 10^{10}$	$20 \times 10^{11}$
<i>Lb. sakei</i>	K örneği (kob/ml)	$1.5 \times 10^7$	$30 \times 10^7$	$35 \times 10^7$	$70 \times 10^7$	$13 \times 10^8$	$16 \times 10^9$	$12 \times 10^9$
	RF örneği (kob/ml)	$1.5 \times 10^7$	$30 \times 10^7$	$23 \times 10^8$	$16 \times 10^9$	$35 \times 10^{10}$	$90 \times 10^{11}$	$35 \times 10^{11}$
<i>S. cerevisiae</i>	K örneği (kob/ml)	$3 \times 10^5$	$5 \times 10^5$	$25 \times 10^6$	$30 \times 10^7$	$30 \times 10^8$	$9 \times 10^9$	$7.5 \times 10^9$
	RF örneği (kob/ml)	$3 \times 10^5$	$1.5 \times 10^5$	$2 \times 10^4$	-	-	-	-
<i>Z. rouxii</i>	K örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$5 \times 10^8$	$11 \times 10^8$	$15 \times 10^8$	$30 \times 10^9$	$70 \times 10^9$	$60 \times 10^9$
	RF örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$50 \times 10^6$	$1 \times 10^4$	-	-	-	-
<i>Z. bailii</i>	K örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$7.5 \times 10^8$	$15 \times 10^8$	$30 \times 10^8$	$85 \times 10^8$	$12 \times 10^9$	$11 \times 10^9$
	RF örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$2 \times 10^6$	-	-	-	-	-



**12. 1800 MHz 7 dBm’ de üzüm suyunda mikrobiyoloji ham verileri**

		0. saat	2. saat	4. saat	6. saat	8. saat	18. saat	24. saat
<i>E. coli</i>	K örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$9 \times 10^7$	$6 \times 10^7$	$7 \times 10^7$	$5 \times 10^7$	$4 \times 10^7$	$3.5 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$8 \times 10^7$	$4 \times 10^8$	$8 \times 10^9$	$10 \times 10^{10}$	$75 \times 10^{10}$	$90 \times 10^{10}$
<i>S. aureus</i>	K örneği (kob/ml)	$2 \times 10^7$	$7.5 \times 10^7$	$8.5 \times 10^7$	$8 \times 10^7$	$7 \times 10^7$	$5.5 \times 10^7$	$2.5 \times 10^7$
	RF örneği (kob/ml)	$2 \times 10^7$	$6 \times 10^7$	$9 \times 10^7$	$16 \times 10^8$	$35 \times 10^8$	$14 \times 10^9$	$60 \times 10^{10}$
<i>L. monocytogenes</i>	K örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$6 \times 10^7$	$2.5 \times 10^7$	$2 \times 10^8$	$11 \times 10^8$	$5.5 \times 10^8$	$5 \times 10^8$
	RF örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$7 \times 10^7$	$2 \times 10^7$	$11 \times 10^8$	$16 \times 10^8$	$20 \times 10^{10}$	$11 \times 10^{10}$
<i>Lb. plantarum</i>	K örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$4.5 \times 10^7$	$2.5 \times 10^8$	$3 \times 10^{10}$	$15 \times 10^{10}$	$20 \times 10^9$	$30 \times 10^{10}$
	RF örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$8 \times 10^7$	$16 \times 10^7$	$15 \times 10^{10}$	$13 \times 10^{10}$	$80 \times 10^{10}$	$18 \times 10^{10}$
<i>Lb. sakei</i>	K örneği (kob/ml)	$3.5 \times 10^7$	$12 \times 10^7$	$20 \times 10^7$	$24 \times 10^7$	$22 \times 10^8$	$30 \times 10^8$	$12 \times 10^8$
	RF örneği (kob/ml)	$3.5 \times 10^7$	$30 \times 10^7$	$23 \times 10^8$	$16 \times 10^9$	$35 \times 10^{10}$	$90 \times 10^{11}$	$35 \times 10^{11}$
<i>S. cerevisiae</i>	K örneği (kob/ml)	$3 \times 10^5$	$6.6 \times 10^5$	$10 \times 10^6$	$12 \times 10^7$	$11 \times 10^8$	$13 \times 10^9$	$11 \times 10^9$
	RF örneği (kob/ml)	$3 \times 10^5$	$1.5 \times 10^4$	$5 \times 10^1$	-	-	-	-
<i>Z. rouxii</i>	K örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$5 \times 10^8$	$11 \times 10^8$	$16 \times 10^8$	$50 \times 10^9$	$12 \times 10^9$	$12 \times 10^9$
	RF örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$50 \times 10^6$	$1 \times 10^4$	-	-	-	-
<i>Z. bailii</i>	K örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$7.5 \times 10^8$	$15 \times 10^8$	$30 \times 10^8$	$85 \times 10^8$	$12 \times 10^9$	$11 \times 10^9$
	RF örneği (kob/ml)	$3 \times 10^7$	$2.5 \times 10^6$	$1 \times 10^3$	-	-	-	-

### 13. Elma Suyunun Fizikokimyasal Analizlerin Ham Verileri

	<u>K örneği</u>	<u>RF örneği</u>
<b><u>L* değeri:</u></b>		
1.paralel	18.53	18.48
2.paralel	18.52	18.46
3.paralel	18.51	18.45
4.paralel	18.52	18.44
5.paralel	18.52	18.41
6.paralel	18.53	18.42
<b><u>a* değeri:</u></b>		
1.paralel	1.40	1.07
2.paralel	1.42	1.08
3.paralel	1.38	1.15
4.paralel	1.40	0.99
5.paralel	1.40	1.00
6.paralel	1.41	1.05
<b><u>b* değeri:</u></b>		
1.paralel	6.51	6.54
2.paralel	6.50	6.51
3.paralel	6.52	6.48
4.paralel	6.50	6.52
5.paralel	6.51	6.50
6.paralel	6.52	6.51

	<u>K örneği</u>	<u>RF örneği</u>
<b><u>pH değeri:</u></b>		
1.paralel	4.37	4.37
2.paralel	4.38	4.37
3.paralel	4.37	4.37
4.paralel	4.37	4.37
5.paralel	4.37	4.37
6.paralel	4.37	4.37

	<u>K.örneği</u>	<u>RF örneği</u>
<b><u>Brix değeri:</u></b>		
1.paralel	1.35148	1.35147
2.paralel	1.35177	1.35150
3.paralel	1.35161	1.35175
4.paralel	1.35188	1.35165
5.paralel	1.35160	1.35177
6.paralel	1.35165	1.35165

	<u>K örneği</u>	<u>RF örneği</u>
<b><u>Sıcaklık değeri(°C):</u></b>		
0.saat	27.0	27.0
2.saat	27.1	27.2
4. saat	27.2	27.8
6. saat	27.0	27.8
8. saat	26.8	28.2
18. saat	27.0	28.4
24. saat	27.1	29.0

#### 14. Üzüm suyunun fizikokimyasal analizlerin ham verileri

	<u>K örneği</u>	<u>RF örneği</u>
<u><math>L^*</math> değeri:</u>		
1.paralel	13.85	13.72
2.paralel	13.87	13.74
3.paralel	13.87	13.76
4.paralel	13.87	13.74
5.paralel	13.90	13.70
6.paralel	13.86	13.72

	<u>K örneği</u>	<u>RF örneği</u>
<u><math>a^*</math> değeri:</u>		
1.paralel	4.80	4.41
2.paralel	4.81	4.46
3.paralel	4.81	4.41
4.paralel	4.80	4.45
5.paralel	4.82	4.39
6.paralel	4.84	4.45

	<u>K örneği</u>	<u>RF örneği</u>
<u><math>b^*</math> değeri:</u>		
1.paralel	3.55	2.25
2.paralel	3.49	2.23
3.paralel	3.37	2.22
4.paralel	3.50	2.22
5.paralel	3.45	2.19

	<b><u>K örneği</u></b>	<b><u>RF örneği</u></b>
<b><u>pH değeri:</u></b>		
1.paralel	4.33	4.33
2.paralel	4.33	4.33
3.paralel	4.33	4.33
4.paralel	4.33	4.33
5.paralel	4.33	4.33
6.paralel	4.33	4.33

	<b><u>K örneği</u></b>	<b><u>RF örneği</u></b>
<b><u>Brix değeri:</u></b>		
1.paralel	1.35496	1.35439
2.paralel	1.35495	1.35445
3.paralel	1.35445	1.35469
4.paralel	1.35485	1.35455
5.paralel	1.35490	1.35439
6.paralel	1.35495	1.35440

	<b><u>K örneği</u></b>	<b><u>RF örneği</u></b>
<b><u>Sıcaklık değeri (°C):</u></b>		
0.saat	28.0	28.0
2.saat	28.2	28.2
4. saat	28.2	28.4
6. saat	28.2	28.6
8. saat	28.2	28.6
18. saat	28.2	28.8
24. saat	28.2	28.8

### 15. Elma suyunun biyoaktif anazlizleri ham verileri

#### Antioksidan Madde Miktarı

	<b>K Örneği</b>	<b>RF Örneği</b>
<b>1. Paralel</b>	0.2147	0.8509
<b>2. Paralel</b>	0.3197	0.8986
<b>3. Paralel</b>	0.2301	0.9052
<b>4. Paralel</b>	0.2847	0.8890
<b>5. Paralel</b>	0.2229	0.9078

#### Toplam Fenolik Madde Miktarı

	<b>K Örneği</b>	<b>RF Örneği</b>
<b>1. Paralel</b>	0.4645	0.5416
<b>2. Paralel</b>	0.4567	0.5806
<b>3. Paralel</b>	0.4751	0.6392
<b>4. Paralel</b>	0.4732	0.6584
<b>5. Paralel</b>	0.3946	0.6357

#### Serbest Süpürücü Radikal Miktarı

	<b>K Örneği</b>	<b>RF Örneği</b>
<b>1. Paralel</b>	0.6796	0.4394
<b>2. Paralel</b>	0.7613	0.4219
<b>3. Paralel</b>	0.7616	0.5096
<b>4. Paralel</b>	0.7384	0.3782
<b>5. Paralel</b>	0.7649	0.4322

## 15. Üzüm suyunun biyoaktif analizleri ham verileri

### Antioksidan Madde Miktarı

	<b>K Örneği</b>	<b>RF Örneği</b>
<b>1. Paralel</b>	0.9110	0.8756
<b>2. Paralel</b>	0.6345	0.8648
<b>3. Paralel</b>	0.5976	0.8532
<b>4. Paralel</b>	0.6200	0.8576
<b>5. Paralel</b>	0.6243	0.8487

### Toplam Fenolik Madde Miktarı

	<b>K Örneği</b>	<b>RF Örneği</b>
<b>1. Paralel</b>	0.3710	0.6495
<b>2. Paralel</b>	0.4318	0.7124
<b>3. Paralel</b>	0.4298	0.6244
<b>4. Paralel</b>	0.4435	0.7148
<b>5. Paralel</b>	0.4546	0.6696

### Serbest Süpürücü Radikal Miktarı

	<b>K Örneği</b>	<b>RF Örneği</b>
<b>1. Paralel</b>	0.6494	0.9208
<b>2. Paralel</b>	0.6429	0.9509
<b>3. Paralel</b>	0.6021	0.9205
<b>4. Paralel</b>	0.6360	0.8933
<b>5. Paralel</b>	0.6863	0.9008

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı: Şeyda Merve İLTER  
 Uyuşu: Türkiye (TC)  
 Doğum Tarihi ve Yeri: 12 Nisan 1987, Isparta  
 Tel: +90 530 4049075  
 email: [seyda.merve@gmail.com](mailto:seyda.merve@gmail.com)  
 Yazışma Adresi: Erciyes Üniversitesi Gıda Mühendisliği

### EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Lisans	EÜ Gıda Mühendisliği	2010
Lise	Kocasinan YDA Lisesi	2005

### İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2010-2011	Kaşıkla Mantı Restaurant	Sorumlu Yönetici

### YABANCI DİL

İngilizce

### YAYINLAR

**(Hakemli konferans/sempozyumların bildiri kitaplarında yer alan yayınlar)**

-2010, Sagdic, O., **İlter, S. M.**, Polat, B., Karaman, K. "Turkish Traditional Fermented Dairy Products as Functional Foods", 1st Kiel Food Science Symposium 2010, 18-19 May 2010, Kiel, Germany.