



FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜLERİ
ORTAK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI



YÜKSEK LİSANS TEZİ

İsmail BECERİKLİ

**SOĞAN SUYUNUN GELENEKSEL ISIL İŞLEM
İLE PASTÖRİZASYONU**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

OSMANİYE – 2017

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜLERİ
ORTAK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**SOĞAN SUYUNUN GELENEKSEL ISIL İŞLEM İLE
PASTÖRİZASYONU**

İsmail BECERİKLİ

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI**

**OSMANIYE
AĞUSTOS – 2017**

TEZ ONAYI

SOĞAN SUYUNUN GELENEKSEL ISIL İŞLEM İLE PASTÖRİZASYONU

İsmail BECERİKLİ tarafından Yrd. Doç. Dr. Hande DEMİR danışmanlığında Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği** Ana Bilim Dalı'nda hazırlanan bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği/çokluğu ile **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Hande DEMİR
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, OKÜ

Üye: Prof. Dr. Kenan Sinan DAYISOYLU
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, KSÜ, Müh. ve Mim. Fak.

Üye: Yrd. Doç. Dr. Mustafa DİDİN
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, MKÜ, Ziraat Fak.

Yukarıdaki jüri kararı Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../..... tarih ve /..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Doç. Dr. Coşkun ÖZALP
Enstitü Müdürü, **Fen Bilimleri Enstitüsü**

Bu Çalışma O.K.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi ve TÜBİTAK Tarafından Desteklenmiştir.

BAP Proje No: OKÜBAP-2016-PT3-005

TÜBİTAK Proje No: 115O981

Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, bu çalışma sonucunda elde edilmeyen her türlü bilgi ve ifade için ilgili kaynağa eksiksiz atf yapıldığını ve bu tezin Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlandığını bildiririm.

İsmail BECERİKLİ



ÖZET

SOĞAN SUYUNUN GELENEKSEL ISIL İŞLEM İLE PASTÖRİZASYONU

İsmail BECERİKLİ
Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Hande DEMİR

Ağustos 2017, 67 sayfa

Bu çalışmada; soğan (*Allium cepa* L.) kullanılan bir takım üretim süreçlerinde atık olarak elde edilen soğan suyunun değerlendirilmesi, ayrıca katma değer kazandırılması için, soğan suyunun pastörizasyonu ve raf ömrünün uzatılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, soğan suyu geleneksel ısıl işleme yöntemi ile pastörize edilmiştir. Soğan suyunun geleneksel ısıl işlem ile pastörizasyonu prosesinde, mikrobiyel inaktivasyon üzerine etki eden önemli faktörler belirlenmiş olup, bu işlemlerin besinsel ve duyusal özelliklere ve mikrobiyel raf ömrüne olan etkileri incelenmiştir. Bu amaçla soğan suyunun geleneksel ısıl işlem ile pastörizasyonuna etki eden faktörler optimize edilerek hedef mikroorganizma olan *Escherichia coli* K-12 sayısında, 74,5°C'de 12 dak koşullarında >5-log kob/mL inaktivasyon sağlanmıştır. Bu koşullarda pastörize edilen soğan suyunda 12 hafta boyunca toplam aerobik canlı ve toplam küf ve maya gelişimi olmamış, renk değerleri (L*, a*, b*), pH, toplam titrasyon asitliği, enzimatik olmayan esmerleşme, toplam fenolik madde konsantrasyonu, suda çözünen toplam katı madde ve bulanıklık gibi özellikler takip edilmiştir. Duyusal değerlendirmede, pastörize edilen soğan suyunda marine edilmiş olan etler, işlem görmemiş olan soğan suyunda marine edilmiş ete göre genel beğeni bakımından farklılık göstermemiştir. Ayrıca işlem görmemiş soğan suyunda marine edilen etlerin sertlik-1 (N) değeri pastörize edilen soğan suyunda marine edilmiş olan etlere göre düşüktür.

Anahtar Kelimeler: Soğan suyu, pastörizasyon, ısıl işlem, raf ömrü.

ABSTRACT

ONION JUICE PASTEURIZATION BY TRADITIONAL HEAT TREATMENT

İsmail BECERİKLİ
M.Sc., Department of Food Engineering
Supervisor: Assist. Prof. Dr. Hande DEMİR

August 2017, 67 pages

In the present study; it was aimed to extend the shelf life and pasteurization of the onion juice in order to evaluate the onion juice obtained as a waste during the production processes using onion (*Allium cepa* L.) and add value. For this purpose, onion juice was pasteurized by conventional heat treatment. The most important factors affecting microbial inactivation during the traditional (thermal) pasteurization process to be applied to onion juice were determined and the effects of these processes on nutritional and sensory properties and microbial shelf life were examined. For this purpose, the factors affecting the pasteurization of the onion juice by traditional heat treatment were optimized and $> 5\text{-log cfu / mL}$ inactivation was achieved in *Escherichia coli* K-12, the target microorganism, at 74.5 °C for 12 min. In these conditions, total aerobic and total mold and yeast growth were not observed in the pasteurized onion juice for 12 weeks and the color values (L^* , a^* , b^*), pH, total titration acidity, non-enzymatic browning, total phenolic substance concentration, total solids and turbidity were monitored. Sensory evaluation showed that meat marinated in pasteurized onion juice did not differ in general taste compared to marinated meat in untreated onion juice. Furthermore, the hardness-1 (N) value of the meat marinated in untreated onion juice is lower than that of marinated meat in pasteurized onion juice.

Key Words: Onion juice, pasteurization, heat treatment, shelf life.



Aileme...

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tez çalışmam süresince tez konumun belirlenmesi ve deneylerimin ilerletilmesinde değerli bilgi ve tecrübeleriyle katkılarını eksik etmeyen danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Hande DEMİR'e teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek Lisans tezime değerli katkılarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Kenan Sinan DAYISOYLU ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Mustafa DİDİN'e teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bölüm bünyesinde gerçekleştirdiğim çalışmalarım kapsamında beni destekleyen Arş. Gör. Özge SÜFER'e ve Bölüm Hocalarıma teşekkür ederim. Tez çalışmam süresince desteklerini esirgemeyen aileme, Mustafa Kemal YILDIZ, Mehmet Onur ORAL, Abdulkadir ÖZBEK ve Seda SEZER'e ayrıca teşekkür ederim. İzmir Yüksek Teknoloji Gıda Mühendisliği Bölümü'nden Sayın Prof. Dr. Sevcan ÜNLÜTÜRK ve Sayın Ar. Gör. Zehra KAYA'ya, ayrıca Iğdır Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden Sayın Ar. Gör. Bengi HAKGÜDER TAZE'ye tez çalışmam süresince verdikleri teknik destek için teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma 1150981 no'lu TÜBİTAK projesi kapsamında yapılmış olup, proje TÜBİTAK ve Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi BAP (2016-PT3-005) birimi tarafından desteklenmiştir. Adı geçen kurumlara teşekkür ederiz.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	
TEZ BİLDİRİMİ	
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İTHAF SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM	12
3.1 Materyal	12
3.1.1 Soğan.....	12
3.1.2 Mikroorganizma.....	12
3.1.3 Kullanılan Besiyerleri ve Kimyasal Malzemeler	12
3.2 Yöntem.....	13
3.2.1 Soğan Suyu Üretimi	13
3.2.2 Soğan Suyunun Fizikokimyasal Özelliklerinin Karakterizasyonu	13
3.2.3 Mikrobiyolojik Analizler	17
3.2.4 Isıl İşlem Uygulaması	18
3.2.5 Deney Tasarımı ve İstatistiksel Analiz	19
3.2.6 Mikrobiyel İnaktivasyon Eğrisinin Belirlenmesi	20
3.2.7 Raf Ömrü Takibi	20
3.2.8 Duyusal Değerlendirme	21
3.2.9 Tekstürel Profil Analizi.....	21
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	23
4.1 Soğan Suyunda Doğal Mikroflora Sayısının Belirlenmesi	23
4.2 Soğan Suyunun Geleneksel Isıl İşlem ile Pastörizasyonuna Etki Eden Faktörlerin Belirlenmesi	23

4.2.1 Tarama Aşaması.....	24
4.2.2 Optimizasyon Aşaması	27
4.2.3 Doğrulama Aşaması	29
4.3 Hedef Mikroorganizmanın Geleneksel Isıl İşlem ile İnaktivasyon Kinetiğinin Belirlenmesi	30
4.4 Raf Ömrü Takibi	31
4.5 Duyusal Değerlendirme	39
4.6 Soğan Suyunda Marine Edilmiş Etin Tekstür Profil Analizinin Belirlenmesi	40
4.7 Soğan Suyunun Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi	41
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	43
KAYNAKLAR	45
ÖZGEÇMİŞ	52

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Meyve sularına uygulanan ısıt işlemler ile ısıt olmayan diğler işlemler....	8
Çizelge 3.1 Geleneksel ısıt işlem koşullarının taranması aşamasında incelenen faktör ve seviyeleri	19
Çizelge 3.2 Geleneksel ısıt işlem koşullarının FCCD ile optimizasyonu aşamasında incelenen faktör ve seviyeleri	20
Çizelge 4.1 Geleneksel ısıt işlem koşulları için tarama aşaması deney planı ve sonuçları	25
Çizelge 4.2 Geleneksel ısıt işlem koşulları için tarama aşaması <i>E. coli</i> K-12 sayısında log azalma ANOVA tablosu	25
Çizelge 4.3 Geleneksel ısıt işlem koşullarının optimizasyonu için kullanılan FCCD merkezi kompozit deney planı ve sonuçları.....	28
Çizelge 4.4 Geleneksel ısıt işlem koşullarının optimizasyonu aşamasında <i>E. coli</i> K-12 sayısında log azalma ANOVA tablosu	28
Çizelge 4.5 Geleneksel ısıt işlem koşulları için doğrulama deney koşulları ve sonuçları	30
Çizelge 4.6 Marine edilmemiş, işlem görmemiş ve ısıt işlem görmüş soğan suyunda marine edilmiş etlerin duyuşal panel sonuçları (n=20).....	40
Çizelge 4.7 Kontrol, işlem görmemiş ve ısıt işlem görmüş soğan suyunda marine edilmiş etlerin tekstürel profil analiz sonuçları.....	41
Çizelge 4.8 İşlem görmemiş (kontrol) ve ısıt işlem görmüş soğan suyu örneklerinin fizikokimyusal özellikleri.....	42

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Kıtalara göre soğan üretim oranları (%)	1
Şekil 1.2 Kuru soğan üretimi; İlk 10 ülke sıralaması.....	2
Şekil 3.1 Soğan suyunun üretim akım şeması.....	13
Şekil 3.2 Dijital Yoğunlukölçer cihazı.....	14
Şekil 3.3 Dijital refraktometre cihazı	14
Şekil 3.4 Türbidimetre ve küvetleri	15
Şekil 3.5 Soğan suyunda geleneksel ısı işlem uygulama düzeneği ve uygulaması ..	19
Şekil 3.6 Tekstürel profil analizi cihazı	22
Şekil 4.1 250 mL soğan suyunun pastörizasyon esnasında zamana karşı sıcaklık değişimi	24
Şekil 4.2 Geleneksel ısı işlem koşullarının taranması aşamasında incelenen a) sıcaklık ve b) süre faktörlerinin <i>E. coli</i> K-12 sayısında log azalma üzerine etkisi .	26
Şekil 4.3 Geleneksel ısı işlem koşullarının optimizasyonu aşamasında sıcaklık – süre etkileşim teriminin <i>E. coli</i> K-12 sayısındaki log azalma faktörü üzerine etkisi	29
Şekil 4.4 <i>E. coli</i> K-12'nin soğan suyunda geleneksel ısı işlem ile inaktivasyon eğrisi	31
Şekil 4.5 Hiçbir işlem görmemiş soğan suyu (kontrol) ve ısı işlem görmüş soğan suyunda depolama süresi boyunca (a) toplam aerobik canlı sayısı (TACS) ve (b) toplam küf ve maya sayısı (TKMS) değişimi	32
Şekil 4.6 Hiçbir işlem görmemiş soğan suyu (kontrol) ve ısı işlem görmüş soğan suyunda depolama süresi boyunca (a) ΔE , toplam renk değişimi, (b) ΔC , renk yoğunluğu, (c) parlaklık, (d) pH, (e) toplam titrasyon asitliği, (f) suda çözünen toplam katı madde miktarı, (g) bulanıklık, (h) enzimatik olmayan esmerleşme indeksi ve (i) toplam fenolik madde değişimi	39

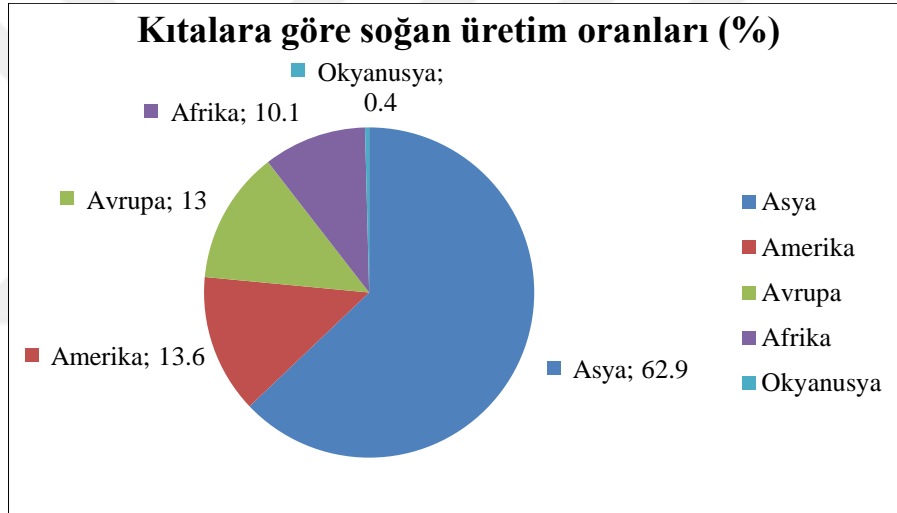
SİMGELER ve KISALTMALAR

a*	Kırmızılık, yeşillik	
A _e	Absorbans katsayısı	(cm ⁻¹)
ALS	Değişimli en küçük kareler (alternating least squares)	
ANOVA	Tek-yönlü varyans analizi	
b*	Sarılık, mavilik	
E	1 mL 0,1 N NaOH'ın eşdeğer miktarı	(g)
F	Titrasyon faktörü	
FAOSTAT	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Organizasyonu İstatistik Veritabanı (Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Database)	
FCCD	Merkezi kompozit tasarım (face-centered composite design)	
FDA	Amerikan gıda ve ilaç dairesi (food and drug administration)	
GA	Gallik asit	
HACCP	Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktası (Hazard Analysis and Critical Control Point)	
kob	Koloni oluşturan birim (colony forming unit)	
L*	Aydınlık	
LAB	Laktik asit bakterisi	
M	Titre edilen örneğin gerçek miktarı	(mL)
NaOH	Sodyum hidroksit	
NB	Nutrient Broth	
NEBI	Enzimatik olmayan esmerleşme indeksi (Non-enzymatic browning index)	
NTU	Nefelometrik bulanıklık birimi (Nephelometric turbidity unit)	
P	P-değeri	
PCA	Plate Count Agar	
PDA	Potato Dextrose Agar	
PEF	Vurgulu elektrik alan	

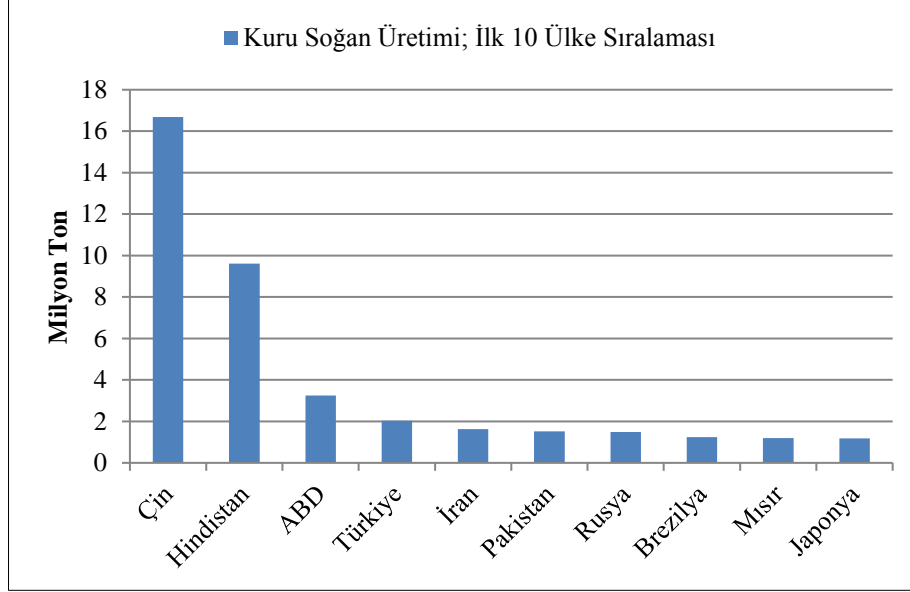
PME	Pektinmetilesteraz	
POD	Peroksidaz	
PPO	Polifenoloksidaz	
SSA	Susuz sitrik asit	
TACS	Toplam aerobik canlı sayısı	
TKMS	Toplam küf ve maya sayısı	
TPA	Tekstürel profil analizi	
TSA	Tryptic Soy Agar	
TSB	Tryptic Soy Broth	
V	Harcanan 0,1 N NaOH miktarı	
VRBA	Violet Red Bile Agar	(mL)
ΔE	Örneklerin toplam renk değeri farklılığı	
¢	Cent (Para Birimi)	

1. GİRİŞ

Soğan (*Allium cepa* L.), Avrupa'da (özellikle İngiltere, Hollanda ve İspanya'da) ve Asya ülkelerinde (çoğunlukla Çin, Hindistan ve Japonya'da) en çok tüketilen sebzelerden biridir (Li vd., 2016). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) yayımlanmış olduğu verilere göre; domates ve karpuzdan sonra en çok üretilen sebze kuru soğandır (83 milyon ton). Soğan üretiminin %62,9'luk kısmı (Şekil 1.1) Asya kıtasında yapılmaktadır (Faostat, 2016). Türkiye soğan üretiminde dördüncü sırada bulunmaktadır. Şekil 1.2'de Türkiye'nin dünyadaki soğan üreticiliği konumu görülmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre son 10 yılda toplam 19,2 milyon ton, 2016 yılında ise 2,1 milyon ton üretimi yapılmıştır.



Şekil 1.1 Kıtalara göre soğan üretim oranları (%) (FAOSTAT, 1994-2014)



Şekil 1.2 Kuru soğan üretimi; İlk 10 ülke sıralaması (FAOSTAT, 1994-2014)

Tüketicilerin, sentetik bileşikler doğal maddelerle fonksiyonel gıda maddeleri olarak ikame etmeye olan talebi arttığı için, yeterince işlenmiş soğanın gıda endüstrisinde faydalı olabileceği bildirilmiştir (Li vd., 2016). Soğan, yüksek fitokimyasal seviyelerine bağlı olarak artan bir ilgi ile karşı karşıyadır. Bunların arasında flavonoidler, fruktanlar ve organosülfür bileşikler antioksidan aktiviteye önemli katkıda bulunan faktörlerdir (Siddiq vd., 2013). Bu sebeplerden dolayı, soğan patojenik mikroorganizmalara karşı antioksidan fonksiyonları ve antimikrobiyal özellikleri nedeniyle yaygın bir şekilde araştırılmıştır (Albishi vd., 2013).

Soğan, antioksidan aktiviteye önemli katkıda bulunan faktörler olarak kabul edilen, kuersetin 3,40-diglukozit, kuersetin ve kaempferol gibi antioksidan fenolik bileşenler bakımından zengindir (Albishi vd., 2013). Bu bileşikler fermantasyon ve saklama esnasında hidrojen peroksiti uzaklaştırabilir ve *L. asidophilus*'u koruyabilir (Li vd., 2016).

Soğan suyu özellikle döner üreticilerinin etin marine edilmesi esnasında kullandıkları ve taze hazırladıkları bir üründür. Fakat hazırlaması zaman ve işgücünden kayıp yaratmakla beraber, mevsimsel bir bitki olması nedeniyle soğanın sürdürülebilir tedariki problemlidir. Bunun yanında, hazır yemek sektörünün soğan yerine daha pratik olan soğan suyunun kullanılması ve bu sayede yemekçilik sektöründe soğanı

hazırlamak için kaybedilen süre ve iş gücünün soğan suyu kullanımı ile azaltılabileceği muhtemeldir. Ayrıca farklı alanlarda da kullanılmaktadır. Soğanın astım, hipertansiyon, tümör gibi rahatsızlıklara karşı etkili olduğu farmakolojik olarak bildirilmiştir (Hussein vd., 2007). Ghalehkandi vd. (2014) yaptığı bir araştırmada soğan suyunun fareler üzerinde toplam protein, albümin ve globülin serum değerleri üzerine etkilerini çinko sülfat ile karşılaştırmıştır. Araştırma sonucuna göre çinko sülfat ile soğan suyu arasında kayda değer bir fark bulunamamıştır. Lee vd. (2009) ekmeğin raf ömrünü artırmak amacıyla ekmeğe soğan suyu ilavesi yapmıştır. Sonuç olarak ekmeğin su aktivitesinin azaldığı, aerobik bakteri ve küf oluşumunun engellendiği gözlemlenmiştir. Soğan suyu bir ürün olarak Howards Food Inc., Reese firması tarafından 59 mL'lik şişelerde et ve salata soslarında kullanılması amacıyla üretilip, 4 ila 6 \$/şişe fiyatıyla yurtdışında marketlerde satışa sunulmaktadır.

Bu çalışmada ülkemizde birçok bölgede üretilen soğan (*Allium cepa* L.) bitkisinin kullanıldığı soğan pastası ve soğan kavurması işlemlerinin atık maddesi olan soğan suyuna katma değer kazandırılması hedeflenmiştir. Bu amaçla; soğan suyu ürününde geleneksel ısıl işlem uygulamalarının kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu gıda muhafaza yöntemlerinin en uygun koşullarda kullanımı ile soğan suyunun raf ömrünün uzatılması potansiyeli üzerinde durulmuştur. Söz konusu işlemlerin uygulanması esnasında soğan suyunda meydana gelen bazı fizikokimyasal değişimler de takip edilmiştir. Bunun yanında etin soğan suyunda marinasyonu sonrasında yapılan duyusal ve tekstürel analizler ile soğan suyunun et marinasyonunda uygulama olasılığı araştırılmıştır.

Literatürde şimdiye kadar *Allium cepa* L. bitkisinden elde edilen soğan suyunun bir gıda ürünü olarak değerlendirilmesi veya soğan suyuna herhangi bir gıda muhafaza yöntemi ile raf ömrü kazandırılması üzerine yapılmış bir çalışmaya rastlanmamış olması dolayısıyla, bu çalışmada elde edilen bilgi ve bulguların konu hakkında önemli kaynak teşkil edeceği ve yapılacak benzer akademik ve Ar-Ge çalışmaları yanında sektörel girişimlere de katkı sunacağı düşünülmektedir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Soğanın endüstride kullanımı sırasında oluşan atık ve yan ürünler ile ilgili yapılmış birtakım çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalarda genellikle besin öğelerinin incelendiği ve fareler üzerinde bir takım sağlık etkilerinin incelendiği gözlemlenmiştir. Roldan vd. (2009) soğan ürünleri üreten firmaların biyoaktif madde yönünden zengin içerikli ve yüksek miktarlarda atık üretmeleri sebebiyle soğan posası, soğan pastası (ezmesi) ve soğan suyu olarak ayırdıkları üç ürünün ısıtma işlemi ile (pastörize etme, sterilize etme, dondurma) stabilize edilmesinin ardından biyoaktif kompozisyon, antioksidan aktivitesi ve esmerleşmeyi önleme kapasitesi gibi niteliklerini araştırmışlardır. Çalışma sonunda araştırmacılar soğan çeşitlerinde antioksidan ve esmerleşmeyi engelleme yeteneği bakımından farklar olduğunu ve soğanın yan ürünlerinden antioksidan etkisi bulunan bir gıda katkı maddesinin üretilmesi için optimal stabilizasyon işleminin pastörizasyon olduğuna karar vermişlerdir. Aynı zamanda soğan posası ve pastasının, soğan suyundan daha fazla oranlarda biyoaktif madde içerdiğini ve hücre duvarı bakımından bir miktar daha zengin olduğunu belirlemişlerdir. Soğanın ve yan ürünlerinin (soğan suyu, soğan pastası (ezmesi) ve soğan posası) üzerine yapılmış başka bir çalışmada ise bunların diyet lifi olarak kullanılabilmesi amacıyla sterilizasyonunun yapılabilirliği üzerinedir (Benitez vd., 2011). Bunun yanında soğan yan ürünlerinin sterilize edilmesiyle birlikte değişen fizikokimyasal özellikleri de takip etmişlerdir. Bu çalışma sonunda ısıtma işleminin fizikokimyasal özelliklerinde bazı değişimlere sebep olmasına karşın, sterilizasyonun soğan yan ürünlerinden olan diyet lifi üretiminde iyi bir stabilizasyon işlemi olduğuna karar vermişlerdir. Benitez vd. (2012) tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise soğan yan ürünü olarak soğan posasından üretilen diyet lifinin, yüksek yağ içeren bir diyet ile fareler üzerinde etkisini incelemişlerdir. Elde edilen veriler sonucunda farelerde serum lipidinde ve toplam kolesterol oranında düşüşe etki sağladığını görmüşlerdir. Aynı grubun yine aynı yan ürünler üzerine gerçekleştirmiş oldukları farklı bir çalışmada da sterilizasyon işleminin neden olduğu fruktan kaybının pastörizasyon işlemine kıyasla daha yüksek oranlarda olduğunu görmüşlerdir. Bunun yanı sıra alkil veya alkenil sistein sülfoksitlerin açığa çıkmasında sterilizasyonun pastörizasyon işlemine göre daha fazla etki yarattığını gözlemlemişlerdir. Bu uygulamada elde edilen sonuçlara göre araştırmacılar soğanın yan ürünlerini işleyecek uygulamaların biyoaktif

maddelere ve farklı işlevsel özellikte olan maddelerin açığa çıkarılmalarında epeyce etkili olduğunu saptamışlardır (Benitez vd., 2013).

Soğan ve soğan suyunun sağlık üzerine etkilerini incelemek amacıyla yapılan diğer bir çalışmada Nasri vd. (2012) akut ve kronik ağrı sırasında farelerde taze soğanın analjezik etkisini incelemiştir. Lee vd. (2013) soğan suyunun canlılarda glikoz düzeyi üzerindeki etkisini incelemek amacıyla fareler üzerinde birtakım deneyler gerçekleştirmiştir. Yine Lee vd. 2016 yılında yüksek verimlilikte soğan sirkesi üretme amacıyla soğan suyu kullanarak koşulları optimize etmeye çalışmışlardır. Formaldehit konsantrasyonunu belirlemek için yeni bir çevre dostu kromojenik ajan olarak doğal bileşiğin, yani soğan suyunun kullanımıyla ilgili bir çalışma gerçekleştirilmiştir (Ghazi ve Ahmad, 2014). Soğanın, bir taraftan LAB'ni uyaran ve patojenik bakterileri inhibe eden ve diğer taraftan beslenme değerleri ve sağlık etkilerini geliştiren fermente süt üretimi üzerinde çift bir pozitif etki gösterebileceği bildirilmiştir. Bununla birlikte, soğanların LAB fakat özellikle *L. asidophilus* üzerindeki uyarıcı rolü nadiren araştırılmıştır (Li vd., 2016). Aynı çalışmada soğan suyunun *L. acidophilus* NCFM'nin büyümesine etkisini araştırmak için süte soğan suyu eklemişler, fermente sütün antioksidan kapasitesi ve lezzet bileşiklerini de değerlendirmişlerdir.

Soğan ile ilgili yapılan farklı çalışmalarda ise soğandan elde edilmiş ekstraktın bazı meyvelerdeki enzimatik esmerleşmeyi önleyici etkisi incelenmiştir. Lee vd. (2007) tarafından yapılmış olan bir çalışmada tampon çözelti kullanılarak üretilen soğan ekstraktının, taro meyvesinden üretilmiş polifenol oksidaz enzimini inhibe ettiğini ve bu meyvedeki enzimatik esmerleşmeyi açık bir şekilde önlediğini fark etmişlerdir. Lee vd. (2014) tarafından yapılmış başka bir çalışma ise patatesteki polifenol oksidaza soğan ekstraktı ile muamele edilmesi üzerinedir. Bu çalışmada soğan ekstraktının patatesteki polifenol oksidazı engellediği ve bu sayede patatesin kararmasının önlediği saptanmıştır. Soğan ekstraktı ile ilgili yapılmış bu çalışmalar değerlendirildiğinde, enzimatik esmerleşmeyi engelleme bakımından soğan suyunun birçok sebze ve meyve suyuna kıyasla daha uygun olabileceği ve bu özelliğin ürünlerin raf ömürlerine daha olumlu etkiler sağlayabileceğini göstermektedir.

Japonya'da her sene üretimi yapılan soğanlardan yaklaşık %10'u tüketiciler tarafından beğenilmediği sebebiyle çöpe atılıp israf olmaktadır veya piyasada düşük fiyatlarla

satışı yapılmaktadır (Horiuchi vd., 2004). Araştırmacıların bu sonuçtan yola çıkarak soğanların değerlendirilebilmesi amacıyla soğan posası ve suyu üretmiştir. Elde edilmiş soğan suyu iki adımlı fermantasyona maruz bırakılmış ve birçok mineral, organik asit ve amino asit içeren soğan sirkesi üretilmiştir. Posasından ise kompost üretilerek soğana katma değer kazandırılabilceğini belirtmişlerdir. Gonzales-Saiz vd. (2008) ise benzer bir çalışma yaparak İngiltere, İtalya, Hollanda ve İspanya gibi ülkelerde üretilen soğanlardan yaklaşık %20'sinin üretim fazlası olduğunu ve çöpe atıldığını belirtmiştir. Son yıllarda ise soğanın sağlık açısından faydalarının konuşulması ve yerel mutfakların popülerliğinin artması sebebiyle soğan tüketiminde %25'lik bir artış sağlanmıştır. Bu sebeplerden dolayı üretimi artan soğanlardan üretim fazlası olanları tekrar değerlendirme amacıyla çalışmalar yapılmaktadır. Gonzales-Saiz vd. (2008) yine aynı çalışmasında soğandaki fermantasyona uğrayabilen şekerlerin saptanmasından hareketle atık soğanların fermantasyonu ile sirke üretiminde kullanılabilmesi üzerine çalışmıştır. Bu amaçla öncelikle soğan suyu alkol fermantasyonuna uğratılmış ve biyoetanol üretilmiş, ardından da asetik asit fermantasyon işlemi ile sirke üretimi gerçekleştirilmiştir. Mevcut çalışmada yapılan fermantasyonun takibi için de bir proses kontrol yöntemi olan ALS ile birleştirilmiş, yakın kızılötesi spektroskopi yönteminin kullanılabileceği belirtilmiştir.

Pastörizasyon, 1865'te şarap ve süt fermantasyonunu engellemek için süreci tasarlayan Fransız kimyager Louis Pasteur'un adını almıştır. Pastörizasyon, gıdaların raf ömrünü uzatmak için vejetatif patojen mikroorganizmaların tahribini hedeflemektedir. Pastörize ürünler, büyüeyebilen, bozulma kusurlarına ve güvenlik endişelerine neden olan yaşamsal ısıya dayanıklı spor mikroorganizmaları içerebilir. Bu, ürünlerin raf ömrünün sınırlı olması ve bu hayatta kalan mikroorganizmaların büyümesini önlemek için 4 °C'de soğuğa ihtiyaç duyduğu anlamına gelir (Sanguansri, 2016). Bihelow ve Esty, 1920'de mikroorganizmaların ısıl inaktif olma kinetiğini incelemiş ve modern gıda sterilizasyon süreçlerinin temelini belirtmiştir (Mulley vd., 1975). Bütün bu bulgular, gıda konserve endüstrilerinde termal muameleden önce bir asitleştirme adımının başlatılmasına yol açmıştır (Stoforos ve Merson, 1990).

Meyve ve sebze suyu üretiminde, ürünün muhafazası amacıyla kullanılmakta olan en yaygın yöntem geleneksel ısıl işlem ile pastörizasyon ve sterilizasyon uygulamasıdır (Kathiravan vd., 2014). Geleneksel ısıl işlem, bazı meyve sularında patojen olarak

bulunan *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7, *Cryptosporidium parvum* ve *Salmonella* sp. gibi zararlı mikroorganizmaların yok edilmesinde başarıyla kullanılmaktadır (Tandon vd., 2003). Pastörizasyon, gıdaları güvenli bir şekilde korumak için ısı uygulayan, ayrıca patojenik ve gıda bozulma mikroorganizmalarını inaktive eden popüler bir prosedürdür (Keenan vd., 2012). Pastörizasyon geleneksel olarak ısı değişimi ile gerçekleşir. Bu sayede ısı buhardan veya sıcak sudan iletilir ve ürüne aktarılır. Isı değişimi, pastörizatör tasarımına ve teknolojik tercihlere aşağı yukarı etkilidir (Demirdöven ve Baysal, 2015). İşleme teknolojisi bir ürünün kalitesini ve raf ömrünü önemli ölçüde etkiler. Geleneksel olarak, termal teknikler, gıda işleme ve muhafazalarında uygulanmaktadır. Bu işlemler gıda güvenliğini sağlayan ve ürünün raf ömrünü uzatan enzim ve mikroorganizmaları etkisiz hale getirir (Saeeduddin vd., 2015). Çizelge 2.1’de çeşitli meyve sularına uygulanan ısıl olan ve olmayan işlemler özetlenmektedir. Pastörizasyon ve sterilizasyon gibi işlemlerin termal süreçlerinin gıdaları stabil hale getirmek ve mikrobiyolojik güvenliğini sağlamak için çok önemli olduğu bilinmektedir. Ancak aynı zamanda kalite bozulmalarına da neden olmaktadır. Isıl işlem uygulandığında, ürünün orijinal beslenme ve duysal kalitesinin bir kısmı kaybedilebilir. Termal süreçlerin olumsuz etkileri kaçınılmaz olsa da, en aza indirilebilir. İşlem amacının tanımlanmasından sonra koşulların optimize edilmesi mümkündür. Isıl işlem koşullarının optimizasyonunun asıl amacı; her zaman ısıl işlem sonundaki beslenme ve/veya duysal ürün kalitesini en üst düzeye çıkarmaktır (Silva, 1997). *Escherichia coli* O157:H7, meyve sularında en fazla ısıya ve aside dirençli patojen olarak saptanmıştır ve sayısız çalışma bu mikroorganizmanın asitli sebze ürünlerinde hayatta kalma kabiliyetini göstermiştir (Conner ve Kotrola, 1995). Sonuç olarak, Gıda ve İlaç İdaresi (FDA)’nin Endüstri Yönergesi 2001’de, tüm meyve suyu üreticilerinin Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktası (HACCP) kontrollerinde *E. coli* O157: H7’nin 5-log₁₀ indirgeme kuralı izlemesini gerektiren bir madde içermektedir.

Çizelge 2.1 Meyve sularına uygulanan ısıt işlemler ile ısıt olmayan diğler işlemler

Ürün	İşlem	Etkisi	Referans
Limon-kavun suyu karışımı	UV-C (3,80 mL/s, 7,55 mL/s akış hızları, 1,510-2,855 J/ml) ve Isıl İşlem (55, 65, 75, 85°C)	Limon-kavun suyu karışımına UV-C ve ısıt işlem muamelesi yapılmıştır. İşlemler sonucunda pH, titrasyon asitliği, briks, absorpsiyon katsayısı, türbidite ve toplam renk değışimi gibi fizikokimyasal özellikler incelenmiştir. Toplam renk değışimi ve absorpsiyon katsayısında ısıt işlemin daha avantajlı olduğu görülmüştür.	Kaya vd., 2015
Mango Suyu	Sonikasyon (15, 30 ve 60 dak. 'da 25°C, 40 kHz, 130 W) ve Isıl İşlem (90°C'de 30 ve 60 saniye)	Mango suyuna sonikasyon ve ısıt işlem uygulanıp karşılaştırma yapılmıştır. Her iki işlemlerle de koliform bakteriler öldürülebilirken, maya-küf ve aerobik mezofilik canlılar üzerine sadece ısıt işlem etkili olmuştur.	Santhirasegaram vd., 2013
Mango Suyu	UV-C (15, 30 ve 60 dak. 'da 25°C, 3,525 J/m ²) ve Isıl İşlem (90°C'de 60 saniye)	Mango suyuna UV-C ve ısıt işlem uygulanıp karşılaştırma yapılmıştır. Her iki işlemlerle de koliform bakteriler öldürülebilirken, maya-küf ve aerobik mezofilik canlılar üzerine sadece ısıt işlem etkili olmuştur.	Santhirasegaram vd., 2015
Armut Suyu	Sonikasyon (25, 45 ve 65°C'de 10 dak) ve Isıl İşlem (65°C'de 10 dak ve 95°C'de 2 dak)	Uygulanan işlemler sonucunda POD, PPO ve PME enzim aktiviteleri incelenmiştir. Aynı sıcaklıkta (65°C) uygulanan işlemler kıyaslandığında ısıt işlemdeki enzim aktiviteleri daha yüksektir.	Saeeduddin vd., 2015
Portakal Suyu	Isıl işlem (90° C, 20s) ve Darbeli elektrik alan (PEF) (25,26 kV, cm-1206,2 µs)	Portakal suyuna uygulanan iki işlemden sonra incelenen pektin metil esteraz (PME) inaktivasyon düzeyleri PEF ile %93,8 iken ısıt işlem ile 95,2' dir.	Agcam vd., 2014
Salatalık Suyu	Yüksek Hidrostatik Basınç (400 MPa/4 dak ve 500 MPa/2 dak) ve Isıl Pastörizasyon (85°C ve 15s)	Yapılan denemeler sonucunda her iki işlemlerle de maya-küflerin ve aerobik mezofilik canlıların etkisiz hale getirildiği gözlemlenmiştir.	Zhao vd., 2013
Portakal Suyu ve Havuç Suyu	Darbeli Elektrik Alan (PEF) (25 kV/cm 280 µs ve 25 kV/cm 330 µs) ve Pastörizasyon (98 °C 21s)	2°C'de depolanan meyve sularında, pastörizasyon işlemi 10 hafta boyunca koruma sağlarken, PEF işlemi 4 hafta boyunca koruma sağlayabilmiştir.	Rivas vd., 2006

İçecekler, özellikle meyve ve sebze suları, yüksek konsantrasyonlarda biyoaktif bileşikleri içermeleri nedeniyle tüketiciler tarafından tercih edilmektedir (Carrillo vd., 2014). Bununla birlikte, bu ürünlerde mikrobiyal büyüme ve enzimatik aktivitelerin hızlı bozulmaya sebep olması nedeniyle, stabilite ve duyu kalitelerini sağlayan işlemler uygulamak gereklidir (Anaya-Esparsa, 2017). Termal pastörizasyon, bugüne kadar gıda muhafazası için uygulanan en yaygın ısı işlem olup, meyve ve sebze suları için uzun bir raf ömrü ve raf ömrü boyunca stabilite sağlar (Dubrovic vd., 2011). Asitli gıdalarda uygulanan ısı işlemler, bozulma mikroorganizmalarının imha edilerek birkaç ay boyunca raf ömrünü uzatmak için kullanılır ve minimum enzim aktivasyonu 65 °C'de 30 dakika, 77 °C'de 1 dakika veya 88 °C'de 15 saniyedir (Gironés-Vilaplana vd. 2016).

Genellikle sebzeler düşük asitli gıdalardır (pH>6,0). Yüksek pH, sebze suları ve püreleri için pastörizasyon işlemini sınırlamaktadır (Gaze vd., 2006, Gibson ve Schwab, 2011). Çünkü mikroorganizmaların büyüme riskini ortadan kaldırmak için ciddi derecede yüksek sıcaklık işlemi uygulamak gereklidir. Bununla birlikte duyu kaliteyi ve rengi korumak için olabildiğince hafif termal işlem uygulanmaya çalışılır (Aamir vd., 2013).

Doğal soğan suyunda pH 5,35 olarak ölçülmüştür. Bu değer meyve suyunun sterilizasyon için uygunluğunu ifade etmektedir (Cemeroğlu, 2011). Mikroorganizmalardaki ısı direnç bulunduğu ortamdaki pH değeriyle alakalı olduğundan dolayı, ısı işlem ile korunmasında gıdalardaki pH derecesi en önemli noktadır. pH değeri 4,5 ve altındaki gıdalarda 100 °C'den düşük sıcaklıklar ile pastörize etmek yeterli iken, pH değeri 4,5 ve üzerindeki gıdalar için 100 °C'den daha yüksek sıcaklıklar ile ısı işlem uygulanıp sterilizasyon işlemi yapılması gerekmektedir (Cemeroğlu, 2011). Sebze sularının pH değeri ortalama 5,6 olduğundan ve ısı işlemde pH değeri önemli olduğundan dolayı sebze sularına 124 °C / 3 dak, 115 °C / 26 dak ya da 121,1 °C / 6 dak veya bu sıcaklıklara eşdeğer sıcaklıkta bir ısı işlem uygulamak gerekir. Ancak yapılan çalışmalarda, bahsi geçen sıcaklık-süre parametreleri için sebzelerin renklerinin olumsuz anlamda değişime uğradığı bildirilmiştir (Cemeroğlu, 2011). Bu sebepten bu çalışmada sterilizasyon işlemi yerine pastörizasyon işlemi tercih edilmiştir ve pastörizasyon işleminin yapılabilmesi amacıyla soğan suyuna organik asit eklenmiş ve pH değeri 4,5'in altına düşürülmüştür. Benzer bir çalışmada

kara havuç suyunun pH derecesi sitrik asit ilavesiyle 3,8'e düşürülmüş ve bu sayede pastörizasyon (90 °C, 10 dak.) işlemine tabi tutulmuştur (Baysal vd., 2013). Havuç suyu ile yapılan diğer bir çalışmada asitleştirme ajanı olarak sitrik asit ve malik asit ilavesi yapılmıştır. Bu sayede daha düşük sıcaklıklarda pastörizasyon yapılabilmektedir (Tola ve Ramaswamy, 2014). Aamir vd. (2013) ise havuç suyuna asit ilavesi yapıp pastörize etmişlerdir. Ardından 3 aylık depolama süresince lutein miktarındaki değişimi gözlemlemişlerdir. Isı işlemlerinin asit ile kombinasyonu gıda konserve endüstrisi tarafından uzun süredir kullanılmaktadır ve gıda işletmecisine gerçek avantajlar sunmaktadır. Böylelikle, bakteri direncinin asitli ortamda daha düşük olması nedeniyle ısı işlemlerin yoğunluğu azaltılabilir. Dahası, ısı işleminden sonra büyüme için minimum pH değeri daha yüksektir (Palop ve Martinez, 2005). Reyes-De-Corcuera vd. (2014) yaptıkları çalışmada domates suyunda spor oluşturan mikroorganizma riskini en aza indirebilmek amacıyla pastörizasyon işleminden önce askorbik asit veya sitrik asit ilavesi işlemlerinin yapılabileceğini belirtmiştir.

Kaya vd. (2015) yapmış oldukları çalışmada kavun ve limon suyunu karıştırmış, ısı pastörizasyon ve UV-C pastörizasyonu uygulamış ve 30 gün boyunca takip etmişlerdir. 30 gün sonunda elde edilen verilere göre UV-C pastörizasyonundaki toplam renk değişimi 0,80 iken ısı pastörizasyondaki renk değişimi 0,46'dır. Absorpsiyon katsayısında azalma miktarı UV-C pastörizasyonunda 5,25 (cm⁻¹), ısı pastörizasyonda ise azalma 1,57 (cm⁻¹)'dir. Santhirasegaram vd. (2013) mango suyunda ısı pastörizasyonu ve ultrasonikasyonu karşılaştırmıştır. Koliform bakterilerinde her iki yöntemle de başarı sağlanmış iken, toplam canlı ve maya-küf üzerinde ultrasonikasyon ile bir başarı sağlanamamıştır. Santhirasegaram vd. (2015) tarafından yapılan diğer bir çalışmada yine mango suyuna ısı pastörizasyon ve UV-C işlemi uygulanıp karşılaştırma yapılmıştır. 60 dakika boyunca uygulanan UV-C işlemi sonucunda aerobik canlıya ve maya-küfe rastlanırken, ısı işlem sonucunda aerobik bakterilere ve maya-küfe rastlanılmamıştır.

Vitamin içeriği gibi besinsel kalite, halk sağlığı açısından önemlidir. Ancak doku, renk, lezzet gibi gıda duyusal özellikler de tüketiciler için önemlidir. Termal işleme koşulları da ekonomik boyutlar açısından optimize edilebilir. Enerji tüketimi en aza indirilebilir (Barreiro vd., 1984) veya verimlilik en üst düzeye çıkarılabilir (Banga vd., 1991). Açıkçası, bu durumda nihai ürün açısından bir uzlaşma sağlanmalıdır (Banga

vd., 1991; Silva vd., 1997). Aganovic vd. (2017) tarafından yapılan araştırmada domates ve karpuz suyuna geleneksel ısıl işlem, darbeli elektrik alan ve yüksek basınç işlemlerini uygulamışlardır. Eşdeğer düzeyde mikrobiyel inaktivasyonun gerçekleştirildiği çalışmada enerji tüketimleri karşılaştırılmıştır. Bu araştırmaya göre en yüksek enerji (0,20 kWh/1litre) yüksek basınç işleminde harcanmıştır. Bunu darbeli elektrik alan (0,12 kWh/1litre) ve geleneksel ısıl işlem (0,04 kWh/1litre) yöntemleri izlemektedir. Sampedro vd. (2013) portakal suyuna darbeli elektrik alan ve geleneksel ısıl işlem uygulamış, maliyet açısından kıyaslama yapmıştır. Her iki yöntemle de 5 log azalma sağlanmıştır. Geleneksel ısıl işlem yönteminde litre başına maliyet 1,5 (yaklaşık 6 kuruş, 1 cent=4 kuruş olarak hesaplanmıştır) iken darbeli elektrikli alan işleminde litre başına maliyet 3,7 olmaktadır.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Soğan

Soğan suyu üretiminde gereken soğanların temini Osmaniye Belediyesi Sebze ve Meyve Hali'nden yapıldı. Soğanların *Allium cepa* L. türü olduğu Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Biyoloji Bölümü tarafından teşhis edildi. Bu soğanlar ev tüketimine uygun olmaması sebebiyle boylarına göre ayırma esnasında fazlaca büyük olan ve genellikle hazır yemek sektöründe kullanılan gövde çapı yaklaşık 10 cm büyüklüğündeki sarı kabuklu ve olgunlaşmış soğanlardır. Bu soğanların satışı "ıskarta soğan" adı altında yapılmaktadır. Bu sebepten dolayı fiyat olarak normal kuru soğan fiyatından %40 daha ucuza satılmaktadır. Tedariki yapılan soğanlar en fazla 15 gün bekletilmek suretiyle depolama süresi boyunca +4 °C'de tutulmuştur. Soğan suyu üretimi için seçilen soğanların hasarlı veya çürük olmamasına özen gösterildi.

3.1.2 Mikroorganizma

Escherichia coli K-12 (ATCC 25253) suş ihtiyacı İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü (İYTE) Gıda Mühendisliği Bölümü tarafından karşılandı. *E. coli* K-12 suşunu asit ilave edilmiş soğan suyu örneğinde (yaklaşık pH 4,3) kullanabilmek için Uysal Pala ve Toklucu (2011)'nin belirttiği gibi kademeli bir şekilde aside adaptasyon işlemi gerçekleştirildi. Adaptasyon işlemi sırasında sitrik asit kullanılmıştır. *E. coli* O157:H7'nin vekil bir suşu *E. coli* K-12 kullanılmıştır.

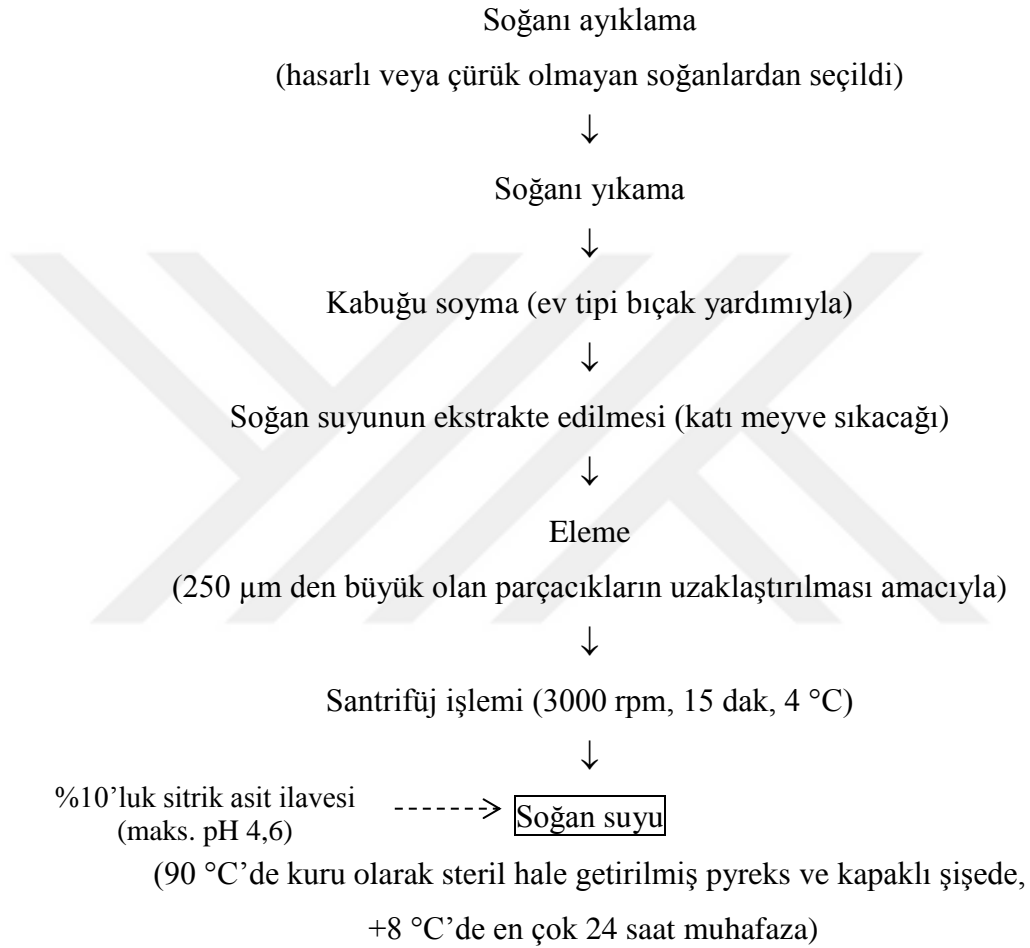
3.1.3 Kullanılan Besiyerleri ve Kimyasal Malzemeler

NaOH, Nutrient Broth (NB), Plate Count Agar (PCA), Potato Dextrose Agar (PDA), pepton water, sitrik asit, , Tryptic Soy Agar (TSA), Tryptic Soy Broth (TSB) ve Violet Red Bile Agar (VRBA) Merck'ten temin edildi.

3.2 Yöntem

3.2.1 Soğan Suyu Üretimi

Çalışmada kullanılmak amacıyla üretimi yapılan soğan sularının akım şeması (Şekil 3.1) aşağıdaki gibidir.



Şekil 3.1 Soğan suyunun üretim akım şeması

3.2.2 Soğan Suyunun Fizikokimyasal Özelliklerinin Karakterizasyonu

Soğan suyu üretilmesinin ardından optimum koşullarda ısıtım işlemi gören ya da görmeyen örneklerin fizikokimyasal özellikleri, aşağıdaki analizler yardımıyla yapıldı.

Yoğunluk ölçümü

Soğan suyunun yoğunluk (g/cm^3) ölçümü Kimya Mühendisliği Bölümü Laboratuvarında yer alan dijital yoğunlukölçer (Kyoto marka, DA650 model) (Şekil 3.2) cihazı ile $20\text{ }^\circ\text{C}$ 'de ölçüldü.



Şekil 3.2 Dijital Yoğunlukölçer cihazı

Suda çözünen toplam katı madde miktarı analizi

Soğan suyundaki suda çözünen toplam katı madde miktarı ($^\circ\text{Briks}$) dijital refraktometre (Krüss Optronic, Almanya) cihazıyla (Şekil 3.3) ölçüldü. Her ölçümden 3 paralel yapıldı ve ölçümler oda sıcaklığında gerçekleştirildi.



Şekil 3.3 Dijital refraktometre cihazı

Bulanıklık ölçümü

Soğan sularının bulanıklık ölçümleri türbidimetre (HACH 2100N) cihazıyla (Şekil 3.4) yapıldı. Şişe içerisinde bulunan soğan suları 3 kez alt üst edilip karıştırılmasının ardından, cihazın cam küvetine 45-50 mL olacak şekilde dolduruldu ve çökme işleminin gerçekleşmesine fırsat verilmeden hızlı bir şekilde ölçümleri yapıldı. Her örnek için 3 paralel ölçüm yapıldı. Örneklerin bulanıklık değerleri nefelometrik bulanıklık birimi (NTU) cinsinden ifade edildi.



Şekil 3.4 Türbidimetre ve küvetleri

Renk değerlerinin belirlenmesi

Soğan suyu renk analizleri renk ölçüm cihazıyla (Konika Minolta CR 400) gerçekleştirildi. Cihaz ters olacak şekilde sabitlendi ve 50 mL'lik cam behere 25 mL soğan suyu eklenerek ölçümler yapıldı. Beher, cihaz üzerindeki optik camın üzerini kapatacak biçimde yerleştirildi ve üzerine beyaz bir kâğıt konuldu. Ardından cihaz üzerindeki ölçüm tuşuna basılarak L (0: siyah, 100: beyaz), a (+: kırmızılık, -: yeşillik) ve b (+: sarılık, -: mavilik) değerleri saptandı. Her bir örneğin analizi üç paralel olacak şekilde gerçekleştirildi ve ortalamaları hesaplandı. Örneklerin toplam renk değer farklılıkları (ΔE) Denklem 3.1'e göre hesaplandı. Isıl işlem görmüş ve görmemiş örnekler arasındaki farka bağlı bir şekilde hesaplanan ΔE değerleri Cserhalmi vd. (2006)'ya göre; “fark edilemez” (0 ilâ 0,5), “hafifçe fark edilebilir” (0,5 ilâ 1,5), “fark edilebilir” (1,5 ilâ 3,0), “iyice fark edilebilir” (3,0 ilâ 6,0) ve “çok fark edilebilir” (6,0 ilâ 12,0) şeklinde sınıflandırılır. Örneklerin renk yoğunlukları (ΔC) ise Denklem 3.2'ye göre hesaplandı.

$$\Delta E = \sqrt{[(L - L_{ref})^2 + (a - a_{ref})^2 + (b - b_{ref})^2]} \quad (3.1)$$

$$\Delta C = \sqrt{[(a - a_{ref})^2 + (b - b_{ref})^2]} \quad (3.2)$$

pH ve toplam titrasyon asitliği ölçümü

Soğan suyunun pH ölçümleri 25 °C'de pH metre ve manyetik karıştırıcı yardımıyla gerçekleştirildi.

Toplam titrasyon asitliğinin belirlenmesi amacıyla soğan suyundan homojen bir şekilde alınan 25 mL örnek, 0,1 N NaOH kullanılarak pH değeri 8,1'e ulaşana kadar titre edildi. Sonuç Denklem 3.3'e göre hesaplandıktan sonra, susuz sitrik asit şeklinde (SSA, %) ifade edildi.

$$\text{Titrasyon asitliği, \%} = \frac{V * F * E * 100}{m} \quad (3.3)$$

V: Harcanan 0,1 N NaOH miktarı, mL

F: Titrasyon faktörü

E: 1 mL 0,1 N NaOH'ın eşdeğer ait miktarı, g

m: Titre edilen örneğin gerçek miktarı, mL

Enzimatik olmayan esmerleşme indeksi tayini

Enzimatik olmayan esmerleşme miktarı Demirdöven (2009)'da belirtildiği gibi ölçüldü. Buna uygun olarak 25 mL soğan suyu 20 dakika boyunca 800 RCF hızında santrifüj işlemine tabi tutuldu. Santrifüj işleminden sonra süpernatanttan 10 mL alınarak üzerine 10 mL %95'lik etil alkolden eklendi. Vorteks cihazıyla homojenizasyonu sağlanan karışım Whatman No:42 filtre kâğıdıyla süzme işlemi yapıldı. Filtre kâğıdından geçen çözelti UV-Vis spektrofotometrede 420 nm dalga boyunda absorbanları saptandı. Örneklerden okunan değerler enzimatik olmayan esmerleşme indeksi (NEBI) şeklinde ifade edildi.

Toplam fenolik madde tayini

Isıl işlem görmüş ya da görmemiş örneklerin bünyesindeki toplam fenolik madde konsantrasyonu için Sun vd. (2007)'de bahsedilen metot kullanıldı. Bu amaçla Folin–Ciocalteu reaktifi deiyonize suyla 10 kat seyreltilerek 0,75 mL alındı ve 0,1 mL hacminde soğan suyu örneği ile karıştırılarak vortekslendi. Karışım 5 dakika boyunca oda sıcaklığında bekletildi. Bu sürenin ardından %2'lik sodyum karbonat çözeltisinden eklenerek oda sıcaklığında ve karanlıkta 15 dakika süreyle bekletildi. Daha sonra bu karışım spektrofotometrede 750 nm dalga boyunda absorban değerleri ölçüldü. 0, 50, 100, 150, 250 ve 500 mg/L konsantrasyonlarında hazırlanmış olan

gallik asit çözeltileriyle hazırlanmış kalibrasyon eğrisi ile elde edilen sonuçlar korele edildi.

3.2.3 Mikrobiyolojik Analizler

Isıl işlemin ardından gerçekleşen mikrobiyel inaktivasyonların belirlenebilmesi amacıyla yapılan mikrobiyolojik analizler bu bölümde verilmiştir.

Toplam aerobik canlı sayımı

Toplam aerobik canlı sayımı, Tran ve Farid (2004)'te belirtildiği gibi peptonlu su ile yapılan seyreltmelerden dökme plaka yöntemiyle Plate Count Agar (PCA) besiyerine ekim işlemi gerçekleştirildi ve 35 °C sıcaklıkta 48 saat inkübe edildi. Her seyreltme için yapılan en az 2 paralel ekimin ortalamaları alınarak kob/mL şeklinde ifade edildi.

Toplam küf ve maya sayımı

Yine Tran ve Farid (2004) tarafından yapılan çalışma esas alınarak toplam maya ve küf sayımında peptonlu su ile yapılan seyreltmelerden dökme plaka yöntemiyle Potato Dextrose Agar (PDA) besiyerlerine ekildi ve 26 °C sıcaklıkta 5 gün inkübe edildi. Her bir seyreltme için yapılan en az 2 paralel ekimin ortalamaları alınarak koloni oluşturan birim kob/mL şeklinde ifade edildi.

Toplam koliform sayımı

Toplam koliform sayımı ise Haggüder vd. (2013) tarafından yapılan çalışmaya göre yapıldı. Toplam koliform sayımı için peptonlu su ile yapılan seyreltmeler VRBA besiyerlerine dökme plaka yöntemiyle ekildi ve 37 °C sıcaklıkta 1 gün inkübe edildi. Her bir seyreltmeden yapılan en az 2 paralel ekimin ortalamaları alınarak kob/mL şeklinde ifade edildi.

***E. coli* K-12'nin inkübasyonu ve inokulasyonu**

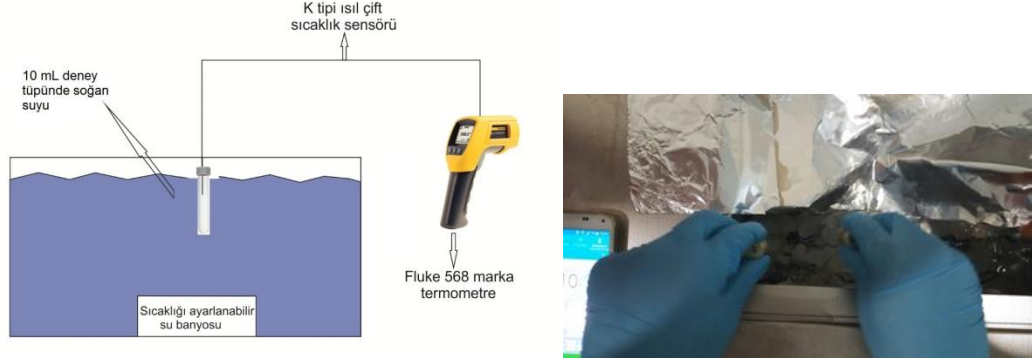
Asit adaptasyonu yapılmış *E. coli* K-12 suşu, – 80 °C'de depolanan gliserol stokundan bir öze dolusu alınıp 10 mL NB'a ekildi ve ardından 37 °C'de statik bir şekilde 24 saat boyunca inkübasyona bırakıldı. İnkübasyona sonrasında kültürden 100 µL alınıp 100 mL TSB'a (%0,75 (w/v) glikoz eklenerek zenginleştirilmiş) aktarıldı ve 24 saat bekletilmek üzere 37 °C'de inkübasyona bırakıldı. 24 saat sonunda oluşan kültür ortamı 3000 rpm'de 5 dakika boyunca santrifüj işlemine tabi tutuldu süpernatant dikkatlice dökülüp yerine 1 mL steril edilmiş peptonlu su ilâve edildi. 30 sn boyunca vortekslenen karışım ilgili hacim göz önünde bulundurularak 10^{6-7} kob/mL seviyesine ulaşmak amacıyla gerekli sayıda tüp soğan suyuna eklendi (Murakami vd., 2006; Geveke 2008; Ünlütürk ve Atılğan, 2014).

***E. coli* K-12 sayımı**

Peptonlu suyla hazırlanmış seyreltmeler Tryptic Soy Agar (TSA)'a yayma plaka yöntemiyle ekildi ve ardından 37 °C sıcaklıkta 24 saat inkübasyona terk edildi. Her bir seyreltme için en az 2 paralel olacak şekilde ekim işlemleri yapıldı ve sonuçların ortalamaları kob/mL cinsinden ifade edildi (Ünlütürk vd., 2008).

3.2.4 Isıl İşlem Uygulaması

Kapaklı, cam deney tüpleri içerisine 9,8 mL soğan suyu koyularak deneyler gerçekleştirildi. Tüplerden birinin kapağında ufak bir delik açıldı. K tipi ısıl çift sıcaklık sensörü bu delikten geçirilerek soğan suyu ile teması sağlandı. Kapağı bant yardımıyla hava geçirmeyecek bir şekilde kapatıldı. Deney tüpleri su banyosunun içerisine yerleştirildi ve kapağı kapatıldı. Soğan suyunun iç kısmı sıcaklığı istenilen (55, 65 ya da 75 °C) değere ulaştığı anda 0,2 mL hedef mikroorganizma tüplere inokule edildi ve istenilen (1, 4, 7 ya da 12 dak) süre ile bekletildi. Bu esnada ısı transferinin etkin yapılabilmesi için tüpler su seviyesinin altında kalacak şekilde elle sürekli olarak çalkalandı. Bu süre sonunda soğan suyu içeren deney tüpleri gerekli analizleri yapılmak üzere su banyosundan çıkartıldı ve hemen buzlu suya daldırıldı. Tasarlanan düzenek Şekil 3.5'de özetlenmektedir.



Şekil 3.5 Soğan suyunda geleneksel ısıl işlem uygulama düzeneği ve uygulaması

3.2.5 Deney Tasarımı ve İstatistiksel Analiz

Soğan suyundaki geleneksel ısıl işlem muamelesinden sonra mikrobiyel inaktivasyonu etkileyen en önemli faktör ve seviyelerin belirlenmesi amacıyla deney tasarım ve istatistiksel analiz yöntemi olan Design Expert (7.0.0) yazılımı kullanıldı.

Tarama aşaması

Soğan suyunda geleneksel ısıl işlemi etkileyen faktör ve seviyelerin taranması için merkez sıcaklığı ve işlem süresi faktörleri (Çizelge 3.1) 2 tekerrürlü, 2^2 tam faktöriyel deney tasarımı vasıtasıyla incelendi.

Çizelge 3.1 Geleneksel ısıl işlem koşullarının taranması aşamasında incelenen faktör ve seviyeleri

Faktör	Kodlanmış seviyeler	
	(-1)	(+1)
Sıcaklık (°C)	55	65
Süre (dak)	1	7

Optimizasyon aşaması

Soğan suyunun geleneksel ısıl işlem yoluyla mikrobiyel inaktivasyonunu etkileyen faktör ve seviyelerinin optimizasyonu için merkezi kompozit tasarımdan (FCCD) yararlanıldı. Güvenlik seviyesi %95 olarak alındı. Optimizasyon denemelerindeki

geleneksel ısıtım işlem için incelenen faktörler ve bunlara ait olan seviyeler Çizelge 3.2’de özetlenmiştir.

Çizelge 3.2 Geleneksel ısıtım işlem koşullarının FCCD ile optimizasyonu aşamasında incelenen faktör ve seviyeleri

Faktör	Kodlanmış seviyeler	
	(-1)	(+1)
Sıcaklık (°C)	55	75
Süre (dak)	4	12

Geleneksel ısıtım işlem için tarama ve optimizasyon aşamalarında *E. coli* K-12 sayısındaki logaritmik azalma (kob/mL) ve bunun yanında toplam renk değişim (ΔE) değerleri cevap (response) olarak işlem gördü.

3.2.6 Mikrobiyel İnaktivasyon Eğrisinin Belirlenmesi

Isıtım işlem ile hedef mikroorganizmadaki mikrobiyel inaktivasyon kinetiği, $1,73 \cdot 10^8$ başlangıç *E. coli* K-12 yükü ile başlatılan 10 mL soğan suyunun su banyosunda 74,5 °C’de 18 dak muamele edilmesi esnasında 2 dakika aralıklarla çekilen deney tüplerinde hedef mikroorganizma sayımı gerçekleştirildi.

3.2.7 Raf Ömrü Takibi

Raf ömrünü takip etme amacıyla geleneksel ısıtım işlem görmüş soğan suyu; optimizasyon koşulları sonucu belirlenen koşullarda üretildi ve yeteri kadar şişe hazırlandı. Bu amaçla ısıtım işlem görmüş soğan suyu 74,5 °C’de 12 dak koşullarında işlem gördü. Bu şartlarda işlem gören cam deney tüplerindeki soğan sularının raf ömürlerinin takibi amacıyla 250 mL’lik amber renkli şişelerde 125 mL olacak şekilde aseptik şartlara dikkat edilerek depolandı. Bu amaçla başlangıç mikrobiyel yükü ($1,65 \pm 0,05$ log kob/mL) ve fizikokimyasal özellikleri saptanmış olan bir soğan suyu partisi kullanıldı. Üretimi yapılan soğan sularının raf ömürleri 12 hafta süresince takip edildi. Bu süre boyunca örnekler, kapaklı ve önceden kuru bir şekilde steril edilen cam şişelerde ve oda sıcaklığında depolandı. Raf ömrünü takip eden süreçte 15 günlük aralıklarla örneklerden rastgele seçilen 3 tanesi açılıp mikrobiyolojik, fizikokimyasal

ve duyuşal (koku) analizleri yapıldı ve değer değişimleri tablo ve grafiklerle ifade edildi.

3.2.8 Duyusal Değerlendirme

Soğan suyunun duyuşal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla et dilimleri en iyi şartlarda üretilmiş soğan sularında marine edildi. Marinasyon işlemleri için yağsız dana eti (dananın sırt kısmından) satın alındı ve kas liflerine paralel olacak biçimde kesilen eşit kalınlıkta dilimler en fazla 12 saat olacak şekilde buzdolabında, yaklaşık 450 mL soğan suyunda bekletildi. Bu işlemlerde geleneksel ısıtma işlemi uygulanmış (74,5 °C, 12 dak) ve hiçbir işlem görmemiş soğan suları kullanıldı. Marinasyon işlemi tamamlanmış olan etlerin pişirilmesi ızgara üzerinde eşit sürede olacak şekilde gerçekleştirildi. Pişirme sırasında etin merkez sıcaklığının 75 °C olmasına özen gösterildi. Pişirme işlemi tamamlanan etler (kontrol, işlem görmemiş soğan suyunda marine ve ısıtma işlemi görmüş soğan suyunda marine) OKÜ Personeli ve Gıda Mühendisliği Öğrencilerinden, ortalama yaşları 24 olan (16 kadın, 4 erkek) test grubuna sunuldu. Gibis (2007)'e göre düzenlenen panel testinde katılımcılardan etleri genel koku, genel tat, renk, çiğnenebilirlik ve genel beğeni ölçütlerini 10'luk bir sistemde (10: çok beğendim, 0: hiç beğenmedim) notlandırmaları istenildi. Panel sonuçları, istatistik yazılımı Minitab (versiyon 14.0, ABD) ile tek-yönlü ANOVA testine tabi tutuldu. *P*-değerinin 0,05'den yüksek olduğu farklar ise kayda değer şeklinde değerlendirildi.

3.2.9 Tekstürel Profil Analizi

Tekstürel profil analizi (TPA) bölümünde ise; Bölüm 3.12'de ifade edildiği gibi marinasyonu yapılmış ve yapılmamış olan etlerin sertlik (N) değerleri pişirme işleminden önce gerçekleştirildi. Bu amaçla satın alınmış etler en fazla 12 saat süreyle buzdolabında muhafaza edilip, tekstürel profil analizinden bir saat öncesinden oda sıcaklığına ulaşması amacıyla buzdolabından çıkartıldı. TPA analizi tekstür analizi cihazında (Brookfield) (Şekil 3.6), 12,7 mm'lik silindirik prob yardımıyla gerçekleştirildi. Probun hızlarıysa şu şekilde ayarlandı: pretest hızı 3,0 mms⁻¹, test hızı 1,0 mms⁻¹ ve posttest hızı 3,0 mms⁻¹. Ek olarak, probun test sırasında örneğin %75 kalınlığına kadar baskı uygulayacak (deformasyon) şekilde ayarlandı (Huidobro vd.

2005). Bu işlem her testte iki defa uygulandı. Sonuçlar istatistik yazılımı Minitab (versiyon 14.0, ABD) ile tek-yönlü ANOVA testine tabi tutuldu. *P*-değerinin 0,05'den yüksek olduğu farklar kayda değer şeklinde değerlendirildi.



şekil 3.6 Tekstürel profil analizi cihazı

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

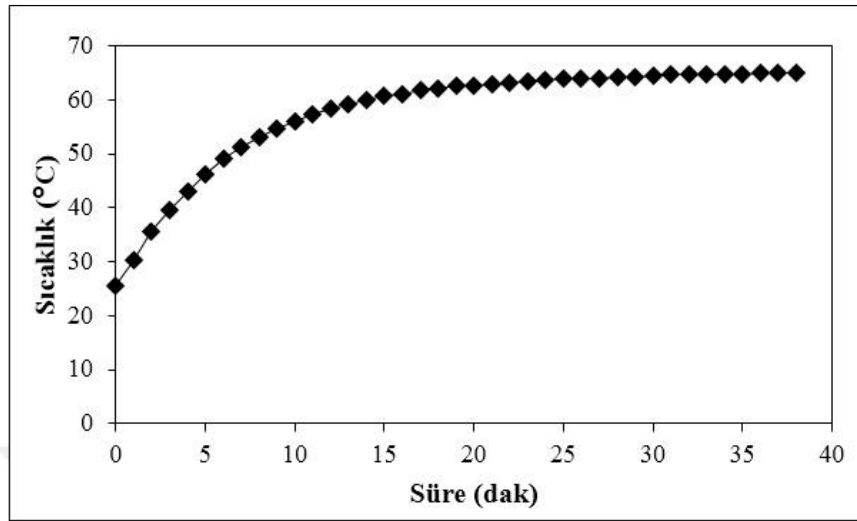
4.1 Soğan Suyunda Doğal Mikroflora Sayısının Belirlenmesi

Çalışmanın bu aşamasında soğan suyunun doğal mikroflorasında bulunan mikroorganizma sayısının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Böylece ısıtma işlem uygulamasının başlangıç mikroorganizma yüküne olan etkisinin belirlenmesi planlanmıştır. Bu amaçla üretilen soğan suyu örneklerinde yapılan kontrollerde toplam aerobik mezofilik canlı sayısının ortalama $6,94 \times 10^6$ kob/mL seviyesinde olduğu görülmüştür. Toplam koliform sayısı ile toplam küf ve maya sayısı değerlerinin ise her üretimde 0 kob/mL olduğu görülmüştür. Elde edilen bu toplam aerobik mezofilik canlı sayısı değerinin soğan suyunun yüksek seviyede doğal mikrofloraya sahip olduğunu ve bu nedenle bu ürüne raf ömrü kazandırabilmek için ısıtma olan bir muhafaza işlemine ihtiyaç duyulduğunu net bir şekilde ortaya koyduğu düşünülmüştür. Bu sonuçlar ışığında, çalışmanın ana hedeflerinden biri olan 5-log seviyesinde mikrobiyel inaktivasyonu sağlayan koşulların doğru bir şekilde belirlenebilmesi için hedef mikroorganizmanın (*Escherichia coli* O157:H7 suşunun patojen olmayan vekil suşu olan *E. coli* K-12) inokulasyonu öncesinde, soğan suyunun doğal mikroflorasını elimine etmek gerektiği belirlenmiştir. Dolayısıyla, soğan suyu örneklerinin doğal mikroflorası bir ön pastörizasyon ile (65 °C, 5 dak) sıfırlanmasına ve ardından hedef mikroorganizma inokule edilmesine karar verilmiştir. Bu durum, ısıtma işleminin soğan suyu üzerindeki gerçek etkisini inceleme hedefine ulaşmak için uygun görülmüştür.

4.2 Soğan Suyunun Geleneksel Isıtma İşlem ile Pastörizasyonuna Etki Eden Faktörlerin Belirlenmesi

Soğan suyunun ısıtma işlem ile pastörizasyonuna etki eden faktörlerin belirlenebilmesi için 250 mL soğan suyunun su banyosunda iç kısmının sıcaklığı istenilen değerlere ulaşması amacıyla denemeler yapıldı. Fakat yapılan denemelerde 250 mL soğan suyunun 65 °C'ye ulaşması için gerekli olan süre Şekil 4.1'de de görülebileceği gibi 38 dakika gibi uzun bir süre olduğu tespit edildi. Bu süre zarfında 250 mL soğan suyu uzun süre ısıya maruz kalmış ve incelenen sıcaklık-süre parametreleri arasında *E. coli* K-12 sayısında log azalma değeri bakımından hiçbir fark gözlemlenememiştir. Bunun

üzerine geleneksel ısı işlem uygulamasında Santhirasegaram vd. (2015)'de belirtildiği şekilde kapaklı test tüplerinde 10 mL örnek ile çalışılmıştır.



Şekil 4.1 250 mL soğan suyunun pastörizasyon esnasında zamana karşı sıcaklık değişimi

4.2.1 Tarama Aşaması

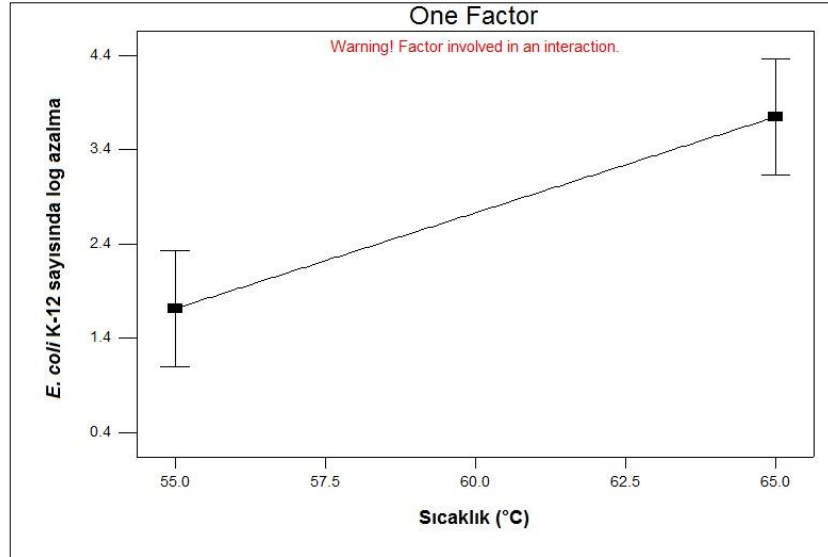
Soğan suyunda ısı işlem ile mikrobiyel inaktivasyonu etkileyen önemli faktör ve seviyelerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen tarama aşamasında ısı işlem uygulama süresi ve sıcaklığı faktörleri 2 tekerrürlü 2² tam faktöriyel deney tasarımı kullanılarak incelenmiştir. Bahsi geçen denemeye ait deney planı, ilk cevap değerleri olan *E. coli* K-12 sayısındaki log azalma ve ikinci cevap değerleri olan toplam renk değişimi (ΔE) ile birlikte Çizelge 4.1'de verilmiştir. Tarama deney planı sonucu elde edilen *E. coli* K-12 sayısında log azalma değerlerine ait ANOVA tablosuna göre (Çizelge 4.2) sıcaklık, süre ve bunların etkileşiminden istatistiksel olarak önemli bir model elde edilmiştir. Söz konusu modelin R² değeri 0,90'dır. Buna göre *E. coli* K-12 sayısında log azalma üzerine özellikle sıcaklık ve süre faktörlerinin etkisi kayda değer bulunmuş olup, Şekil 4.2a ve b'den de görülebileceği gibi *E. coli* K-12 sayısında log azalma değeri sıcaklık ve sürenin sırasıyla 65 °C ve 7 dakika olduğu seviyelerde artış göstermiştir. Bu sonuçtan hareketle optimizasyon basamağında; sıcaklık faktörünün seviyesi 55 – 75 °C, süre faktörünün seviyesi ise 4 – 12 dak aralığında incelenecek şekilde genişletilmiştir.

Çizelge 4.1 Geleneksel ısıl işlem koşulları için tarama aşaması deney planı ve sonuçları

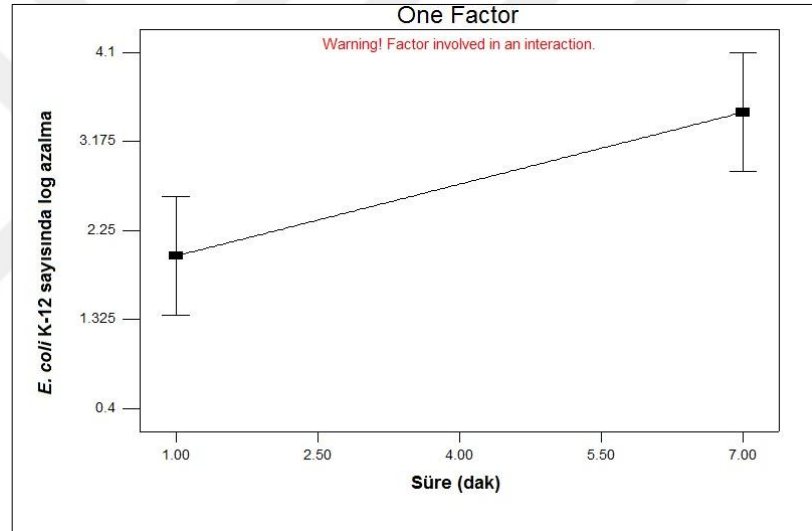
Deney no	Sıcaklık (°C)	Süre (dakika)	<i>E. coli</i> K-12 sayısında log azalma	Toplam renk değişimi (ΔE)
1	65	7	3,98	2,29
2	55	7	2,13	1,62
3	55	7	3,83	1,97
4	65	1	3,78	1,53
5	55	1	0,47	0,60
6	65	7	3,96	1,07
7	55	1	0,43	1,48
8	65	1	3,26	1,71

Çizelge 4.2 Geleneksel ısıl işlem koşulları için tarama aşaması *E. coli* K-12 sayısında log azalma ANOVA tablosu

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	<i>P</i> -değeri
Model	14,85	3	0,0167
A-sıcaklık	8,26	1	0,0102
B-süre	4,44	1	0,0283
AB	2,15	1	0,0797
Saf hata	1,57	4	
Toplam	16,42	7	
Std. Sapma	0,63	R^2	0,90
Ortalama	2,73	Düzeltilmiş R^2	0,83
C.V. %	22,98	Tahminlenmiş R^2	0,62
PRESS	6,30	Yeterli kesinlik	7,94



(a)



(b)

Şekil 4.2 Geleneksel ısıtma işlemlerinin taraması aşamasında incelenen a) sıcaklık ve b) süre faktörlerinin *E. coli* K-12 sayısında log azalma üzerine etkisi

Tarama aşamasında incelenen faktörler ve seviyelerinin (Çizelge 3.1) 2 tekerrürlü 2² tam faktöriyel deney tasarımı kullanılarak gerçekleştirilmiş olan deneyleri sonucunda elde edilen toplam renk değişimi (ΔE) değerleri Çizelge 4.1'de verilmektedir. Söz konusu değerler 0,60 ilâ 2,29 arasında değişmekte olup, bu değerler arasında büyük bir fark bulunmadığı için kayda değer (P -değeri<0,05) bir model elde edilememiştir. Bunun yanında Çizelge 4.1'de verilmekte olan toplam renk değişimi (ΔE) değerleri

oldukça düşük seyretmiş olup, Bölüm 3.2.2’de verilen skalaya bakıldığında bu değerlerin, hafifçe fark edilebilir ve fark edilebilir sınıfına girdiği görülmüştür.

4.2.2 Optimizasyon Aşaması

Tarama aşamasından elde edilen sonuçlar doğrultusunda *E. coli* K-12 sayısında maksimum log azalmayı gerçekleştirecek olan optimum ısıl işlem koşullarının belirlenmesi amacıyla optimizasyon esnasında sıcaklık 55 – 75 °C, süre ise 4 – 12 dak aralığında, merkezi kompozit deney planı ile incelenmiştir (Çizelge 4.3).

Isıl işlem koşullarının optimizasyonu sırasında uygulanan FCCD tasarımı sonucu elde edilen verilerin ANOVA tablosu Çizelge 4.4’de yer almıştır. Bu bulgulara göre *E. coli* K-12 sayısında log azalma cevap değeri üzerine etkili olan faktörler; sıcaklık ve süre olup, modele ait denklem Denklem 4.1’de verilmiştir. Sıcaklık ve süre etkileşiminin *E. coli* K-12 sayısında log azalma cevap değeri üzerine olan etkisini gösteren Şekil 4.3’ye bakıldığında en yüksek azalma değerlerinin 70 – 75 °C ve 10 – 12 dak aralığına elde edildiği görülmüştür. Elde edilen cevap yüzey grafiğinin optimum bölgesinde deneysel olarak elde edilen *E. coli* K-12 sayısında log azalma değerleri tarama denemesiyle (65 °C ve 7 dak işlem koşullarında) karşılaştırıldığında, koşulların optimize edilmesiyle birlikte yaklaşık %50’lik artış sağlandığı söylenebilir. Bunun yanında geleneksel işlem koşullarının optimize edilmesi ile birlikte *E. coli* K-12 sayısında log azalma seviyesinde 5 log azalma hedefine ulaşılmıştır.

Isıl işlem koşullarının optimizasyonu için kullanılan FCCD deney tasarımı kapsamında alınan toplam renk değişimi (ΔE) değerlerine (Çizelge 4.3) bakıldığında söz konusu değerlerin 0,49 ilâ 2,24 aralığında değiştiği görülmektedir. Tarama aşamasında olduğu gibi optimizasyon aşamasında da elde edilen toplam renk değişimi değerlerinin dar bir aralıkta olması, istatistiksel olarak kayda değer bir model elde edilmesine engel olmuştur. Bunun yanında maksimum *E. coli* K-12 sayısında log azalma değerinin elde edildiği optimum koşullar olan 75 °C, 12 dak sonucunda soğan suyunda 0,49’luk bir toplam renk değişimi gözlemlenmiştir. Bu değer Bölüm 3.2.2’de verilen skalaya göre fark edilemez aralığında yer almaktadır.

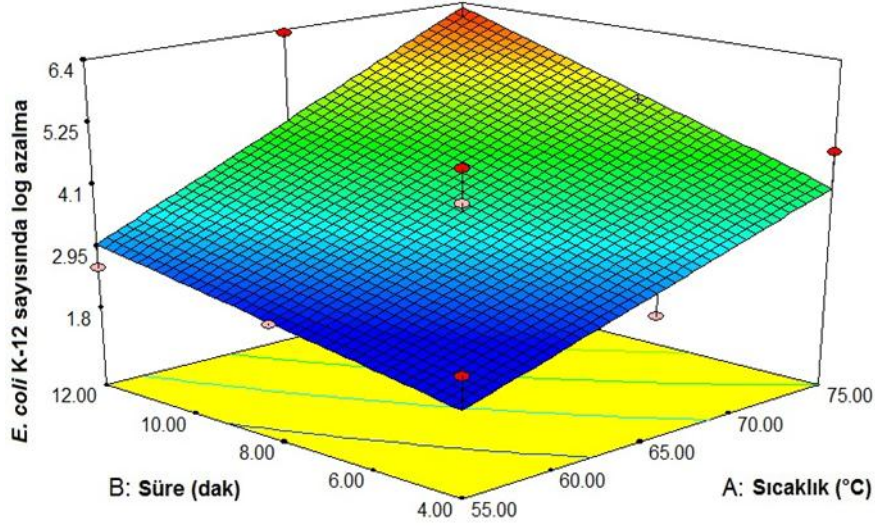
Çizelge 4.3 Geleneksel ısıtma işlem koşullarının optimizasyonu için kullanılan FCCD merkezi kompozit deney planı ve sonuçları

Deney no	Sıcaklık (°C)	Süre (dakika)	<i>E. coli</i> K-12 sayısında log azalma	Toplam renk değişimi (ΔE)
1	65	4	2,53	1,95
2	55	4	2,42	1,64
3	65	8	4,43	2,24
4	65	8	2,74	0,58
5	65	8	3,78	0,60
6	65	8	3,18	1,89
7	55	12	2,57	1,29
8	75	12	5,94	0,49
9	65	12	6,34	0,91
10	65	8	3,48	1,07
11	75	4	4,74	0,94
12	75	8	4,99	0,56
13	55	8	2,38	1,50

Çizelge 4.4 Geleneksel ısıtma işlem koşullarının optimizasyonu aşamasında *E. coli* K-12 sayısında log azalma ANOVA tablosu

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	<i>P</i> -değeri
Model	16,16	3	0,0070
A-sıcaklık	11,48	1	0,0027
B-süre	4,41	1	0,0321
AB	0,28	1	0,5415
Kalıntı	6,18	9	
Matematiksel forma uygunluk	4,56	5	0,2275
Saf hata	1,63	4	
Toplam	22,35	12	
Std. Sapma	0,83	R^2	0,72
Ortalama	3,81	Düzeltilmiş R^2	0,63
C.V. %	21,77	Tahminlenmiş R^2	0,22
PRESS	17,53	Yeterli kesinlik	9,74

$$E. coli \text{ K-12 sayısındaki log azalma} = 3,81 + 1,38*A - 0,86*B - 0,26*AB \quad (4.1)$$



Şekil 4.3 Geleneksel ısıl işlem koşullarının optimizasyonu aşamasında sıcaklık – süre etkileşim teriminin *E. coli* K-12 sayısındaki log azalma faktörü üzerine etkisi

4.2.3 Doğrulama Aşaması

Optimizasyon aşamasında *E. coli* K-12 sayısındaki log azalma cevap değeri için oluşturulan model denkleminin (Denklemler 4.1) deneysel olarak doğrulanması amacıyla Çizelge 4.5’te verilen 3 adet deney gerçekleştirilmiştir. Doğrulama aşamasında yapılan deneylere ait koşullar Design-Expert yazılımı tarafından belirlenmiş olup, bu kapsamda sıcaklık ve süre değişkenleri “aralık içinde” (in range), *E. coli* K-12 sayısındaki log azalma ise “maksimize” olarak tercih edilmiştir. Yazılımın sunduğu kombinasyonlar arasından tercih edilen deneylerin istenilirlik (desirability) fonksiyonlarının 1,000 olmasına dikkat edilmiştir.

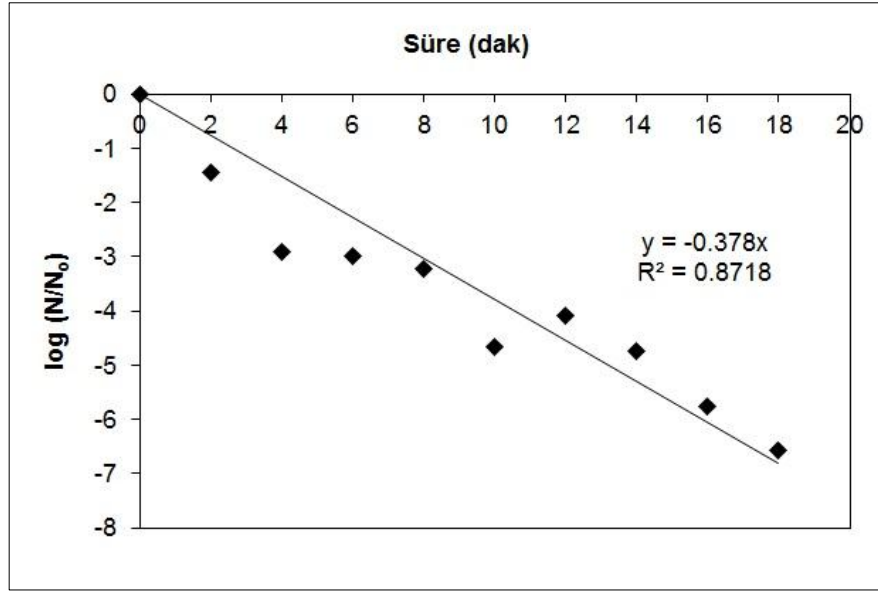
Çizelge 4.5’te sonuçları verilmiş olan *E. coli* K-12 sayısındaki log azalma değerleri gözlemlendiğinde deneysel sonuçların modelin tahmin ettiği sonuçlara en çok %1,21 ve en az %8,16 oranında yaklaştığı görülmektedir. Buna istinaden Denklem 4.1’de verilen model denkleminin üzerinde çalışılan bağımsız değişken aralıklarında *E. coli* K-12 sayısındaki log azalma değerini tahminleme gücünün yüksek olduğu söylenilebilir. Doğrulama deneyleri sonucunda maksimum *E. coli* K-12 sayısında log azalmayı sağlayan koşulların 74 – 75 °C ve 12 dakika olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.5 Geleneksel ısıtım koşulları için doğrulama deney koşulları ve sonuçları

Deney no	Sıcaklık (°C)	İşlem süresi (dakika)	<i>E. coli</i> K-12 sayısındaki log azalma		
			Tahmini	Deneysel	Hata (%)
1	75,00	12	6,31	6,87	8,16
2	74,46	12	6,22	6,30	1,21
3	73,28	12	6,03	5,61	-7,56

4.3 Hedef Mikroorganizmanın Geleneksel Isıtım ile İnaktivasyon Kinetiğinin Belirlenmesi

$1,73 \cdot 10^8$ başlangıç *E. coli* K-12 yükü ile başlatılan 10 mL soğan suyuna 74,5 °C’de 18 dakika süreyle yapılan ısıtım uygulaması sırasında 2’şer dakikada bir örnek alınmıştır. Bu örneklerdeki *E. coli* K-12 sayım değerlerinin süreye karşılık izlediği yol Şekil 4.4’te yer almıştır. Çoksöyler ve Avşaroğlu (2011)’nda belirtildiği gibi D değeri; ısıtım şartları altında canlı mikroorganizma sayısının bir logaritmik devre azalması bir başka deyişle %90’ının inaktive olması için gereken süredir ve canlı kalma eğrisi üzerinden belirlenebilir. Buna göre soğan suyunun ısıtım inaktivasyonu için $D_{74,5}$ değeri 2,65 dak olarak belirlenmiştir. Şekil 4.4’de verilmekte olan canlı kalma eğrisinin eğiminden ise hız katsayısı olan k değeri (dak^{-1}) 0,378 dak^{-1} olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.4 *E. coli* K-12'nin soğan suyunda geleneksel ısı işlem ile inaktivasyon eğrisi

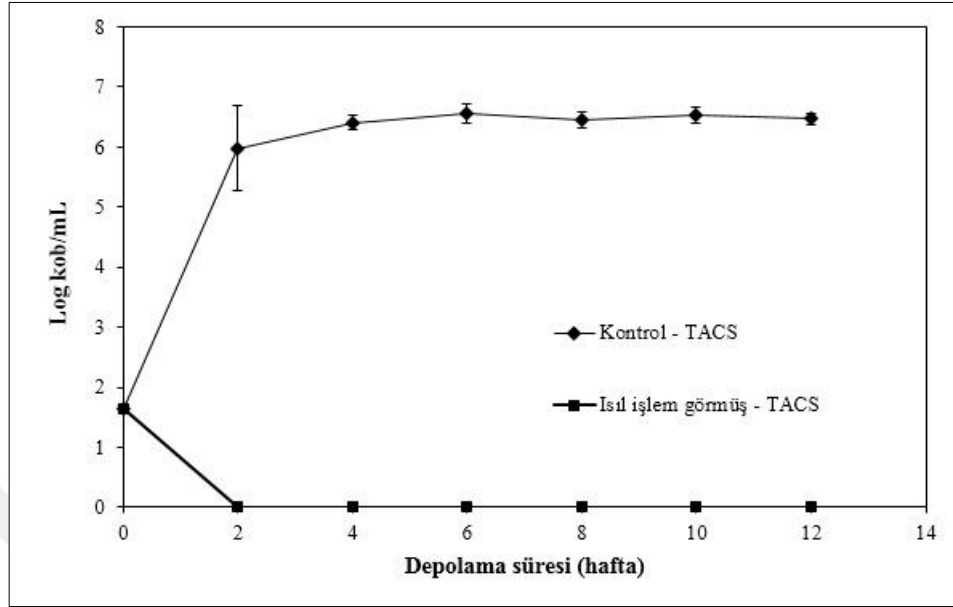
4.4 Raf Ömrü Takibi

Geleneksel ısı işlem görmüş soğan suyu Şekil 3.1'de verilen yöntemle üretildikten sonra 10 mL'lik tüplerde 74,5 °C'de, 12 dak ısı işlem görmüştür. Kontrol soğan suyu ise Şekil 3.1'de verilen yönteme göre üretilmesinin ardından doğrudan şişelenmiştir. Bahsi geçen koşullarda üretilen soğan suları oda sıcaklığında, amber şişelerde (125 mL soğan suyu içecek şekilde) 12 hafta boyunca izlenmiştir.

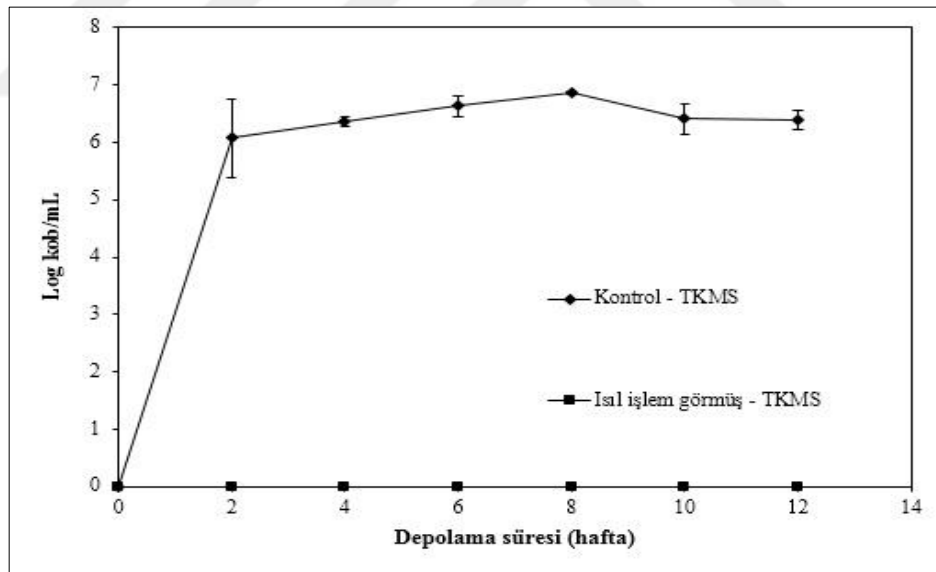
Şekil 4.5a ve b'de kontrol (hiçbir işlem görmemiş soğan suyu) ve ısı işlem görmüş soğan suyunda muhafaza süresince toplam değişimleri incelenen TACS ve TKMS değerlerinin logaritmik değişimleri verilmiştir. Bu sonuçlara göre Şekil 4.5a ve b'de görüldüğü üzere soğan suyunun başlangıçtaki TACS değeri $1,65 \pm 0,05$ log kob/mL olup, TKMS değeri ise sıfırdır. İkinci hafta sonundaki kontrol soğan suyunun toplam aerobik canlı yükü ve toplam küf ve maya yükü ise tüketici tarafından kabul edilemeyecek olan 5 log seviyesinin üzerindeki seviyelere çıkmış ve 12 hafta boyunca 5 log seviyesinin üzerinde seyretmiştir.

Isı işlem görmüş olan soğan suyu örneğinin TACS ve TKMS seviyeleri ise 12 hafta boyunca sürekli olarak sıfırdır (Şekil 4.5a ve b). Bu sonuca göre; hiçbir işlem görmemiş (kontrol) soğan suyunun raf ömrü en fazla 2 hafta iken, optimum koşullarda

yapılan ısıtıl işlem ile soğan suyunun raf ömrü mikrobiyolojik olarak 6 kat arttırılabilmekte ve 12 haftaya çıkarılabilmektedir.



(a)



(b)

Şekil 4.5 Hiçbir işlem görmemiş soğan suyu (kontrol) ve ısıtıl işlem görmüş soğan suyunun depolama süresi boyunca (a) toplam aerobik canlı sayısı (TACS) ve (b) toplam küf ve maya sayısı (TKMS) değişimi (hata çubukları üç deneyin ortalamasına ait standart sapma değeridir, sembollerden daha küçük boyutta olduğu durumlarda hata çubukları görüntülenmemiştir)

Raf ömrü çalışması kapsamında fizikokimyasal özellikler de 12 hafta boyunca kontrol ve ısıtılmış işlem görmüş soğan suyunda takip edilmiştir (Şekil 4.6). Hiç işlem görmemiş soğan suyundaki toplam renk değişimi kademeli olarak artışını 6. haftaya kadar göstermiş ve 6. ilâ 12. haftalar arasında 12 ilâ 13 seviyelerinde devam etmiştir. Bunun yanı sıra ısıtılmış işlem görmüş olan soğan suyunun toplam renk değişimi (ΔE), 12 hafta boyunca genellikle işlem görmemiş soğan suyu örneğinden daha düşük seyretmiş olup, 5,5 – 8,0 aralığında değerler almıştır. ΔC ile ifade edilen renk yoğunluğu değişiminde (Şekil 4.6b) de 12 hafta boyunca benzer bir seyir gözlemlenmiştir. Bununla birlikte kontrol soğan suyunun parlaklık değeri (L^*) literatürdeki diğer çalışmaların (Chia vd., 2012; Ünlütürk ve Atılgan, 2015) aksine depolamanın 12 haftalık süresinin ilk 6 haftasında artış göstermiş ve geri kalan sürede hafif bir düşüş göstermiştir (Şekil 4.6c). Isıtılmış işlem görmüş olan soğan suyunun L^* değerlerinde ise 4. hafta sonunda büyük miktarda azalma yaşanmış ve 12 haftayı hafif bir artış ile tamamlamıştır.

Şekil 4.6d'ye göre kontrol ve ısıtılmış işlem görmüş olan soğan sularının pH değerlerinin sadece 8. haftada düşüşe geçtiği, genel itibariyle 12 hafta süresince 4,1 ilâ 4,3 pH aralığında seyrettiği gözlemlenmiştir. Benzer bir şekilde Şekil 4.6e incelendiğinde toplam titrasyon asitliğinin kontrol ve ısıtılmış işlem görmüş olan soğan suyu örneklerinin 12 hafta süresince önemli bir değişikliğe uğramadığı ve SSA cinsinden % 0,3 ilâ 0,5 aralığında değiştiği gözlemlenmiştir. Isıtılmış işlem görmüş olan soğan suyu örneklerinin titrasyon asitliği değerleri 12 hafta boyunca kontrol soğan suyu örneklerinden daha düşük seyrettiği gözlemlenmiştir.

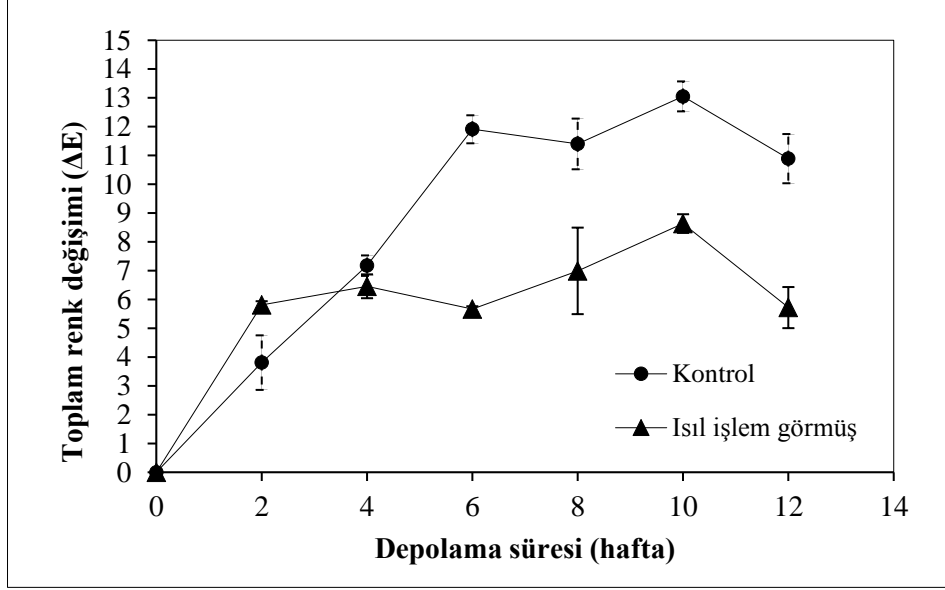
Suda çözünen toplam kuru madde miktarının ($^{\circ}$ Briks) 12 hafta süresince takibi Şekil 4.6f'de verilmiştir. Kontrol soğan suyunda suda çözünen toplam kuru madde miktarı 12 hafta süresince aşamalı bir şekilde %70'e yakın düşüş göstermiştir. Suda çözünen toplam kuru madde miktarındaki bu değişimin soğanın bünyesinde bulunan glikoz, früktoz, sakaroz gibi şekerlerin doğal mikroflora tarafından fermente edildiği düşünülmektedir (Rivas vd., 2006; Rosen ve Gothard, 2010; Chia vd., 2012; Mitra vd., 2012). Şekil 4.5a ve b'de verilen sonuçlarla doğru orantılı olarak kontrol soğan suyunda mikrobiyel yükteki artış ile birlikte içeriğindeki bu besin öğelerinin fermantasyonu sonucu 12 hafta süresince suda çözünen toplam kuru madde miktarı aşamalı bir şekilde ve kayda değer düşüş göstermiştir. Bununla birlikte suda çözünen toplam kuru madde miktarı, ısıtılmış işlem görmüş soğan suyunda 12 hafta boyunca düşüş

göstermemiştir. Bu sonucun da yine Şekil 4.5a ve b'de verilen sonuçlarla paralel bir şekilde, kontrol soğan suyunda mikrobiyel faaliyet gerçekleşmemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

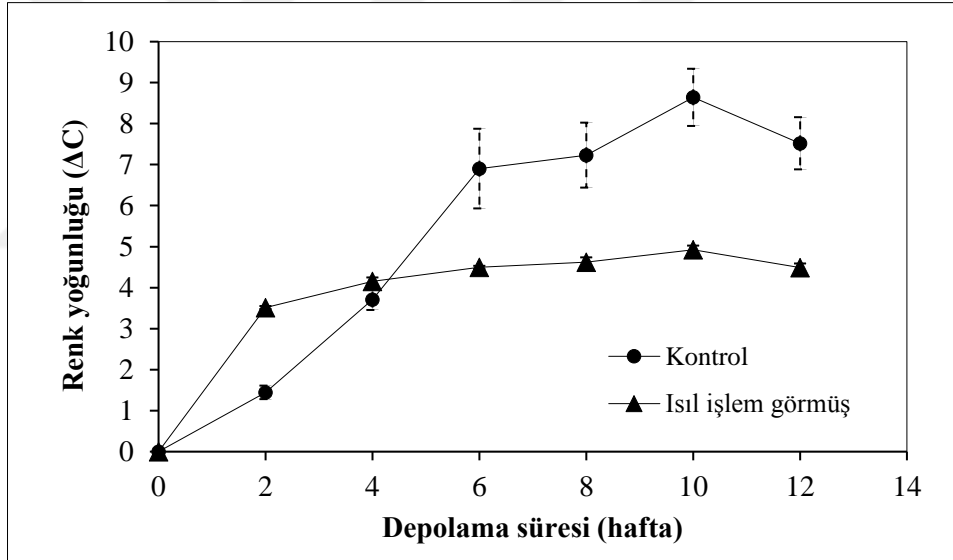
Şekil 4.6g'de yer alan bulanıklık sonuçları Şekil 4.5a ve b'de ve Şekil 4.6f'de verilmiş olan sonuçlarla paralellik göstermektedir. Kontrol soğan suyunda gerçekleşen mikrobiyel gelişime bağlı olarak bulanıklığın artış gösterdiği düşünülmektedir. Isıl işlem görmüş soğan suyunun bulanıklığında ise 12 hafta boyunca önemli bir değişim gözlemlenmemiştir.

Kontrol ve ısıl işlem görmüş soğan suyu örneklerinde takibi yapılan enzimatik olmayan esmerleşme indeksinin 12 haftalık incelemesi Şekil 6h'de verilmiştir. Enzimatik olmayan esmerleşme Chia vd. (2012) tarafından meyve ya da sebze suyunda Maillard reaksiyonları sonucu meydana gelen esmerleşme ve dolayısıyla rengin değişimi olarak tanımlanmıştır. Isıl işlem görmüş olan örnekler 12 hafta boyunca önemli bir değişim geçirmemiş ve hafif bir düşüşle sonlanmıştır. Bu durumun uygulanmış olan ısıl işlemin soğan suyu örneklerinde beklenilenin tersine önemli ölçüde esmerleşmeye neden olmadığı anlamına geldiği düşünülmektedir.

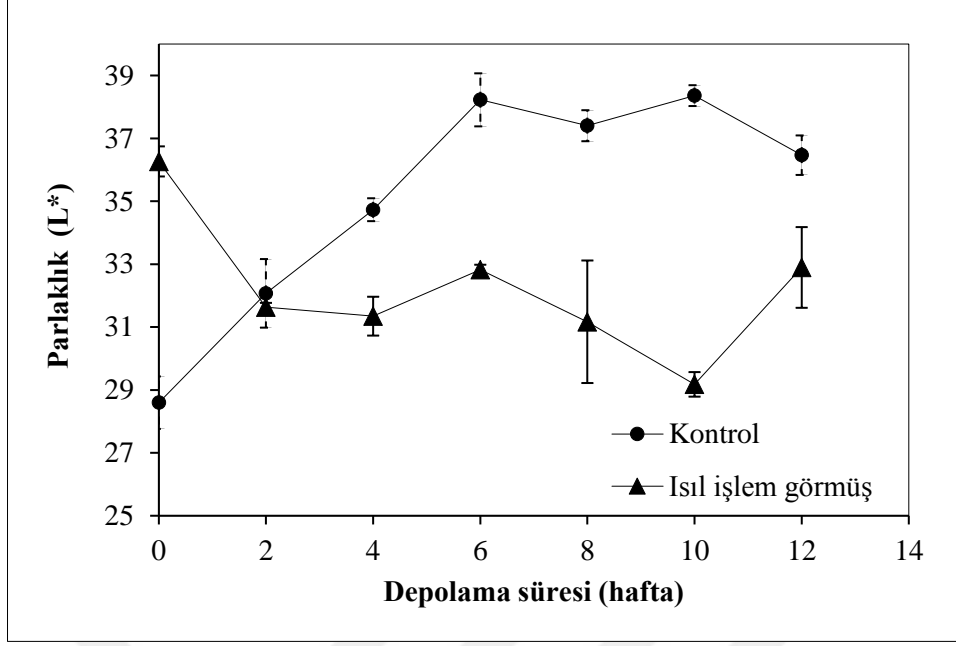
Şekil 4.6i'da da görüldüğü üzere toplam fenolik madde konsantrasyonda kontrol örneğinde 8., ısıl işlem görmüş soğan suyu örneğinde ise 6. haftada ani bir artış görülmüştür. Bu artışların aynı haftalarda soğan suyunun pH değerinde (Şekil 4.6d) gerçekleşen değişimden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Toplam fenolik madde konsantrasyonundaki bu farklılıkların, soğan suyunda bulunan fenolik bileşenlerin farklı pH değerlerinde farklı çözünürlükler göstermesi ile ilgili olduğu öngörülmektedir. Özellikle meyve suyu ile literatürde yer alan benzer çalışmalarda toplam fenolik madde artışının nedeni olarak mikrobiyel faaliyetler sebep gösterilmiştir. Bunun yanında Sharma vd. (2015) çeşitli soğan varyeteleri üzerinde yaptıkları sıcaklık uygulamalarının soğandaki toplam fenolik maddenin artış gösterdiğini gözlemlemiş ve bunu, çeşitli sıcaklık uygulamalarının hücrelerdeki fenolik bileşenleri serbest bırakmasına bağlamıştır. 6. ve 8. haftalarda her iki tip soğan suyunda da gerçekleşen artıştan sonra düşüş gözlemlenmiş ve 12. hafta sonunda yaklaşık 200 mg/mL (GA eşd.) toplam fenolik madde konsantrasyonu düzeyinde sonlanmıştır.



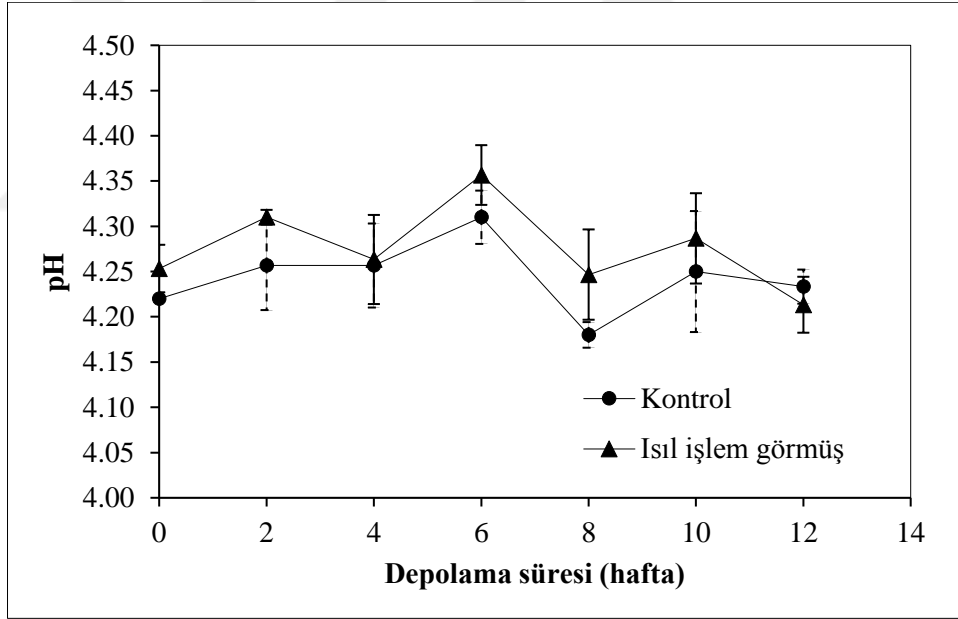
(a)



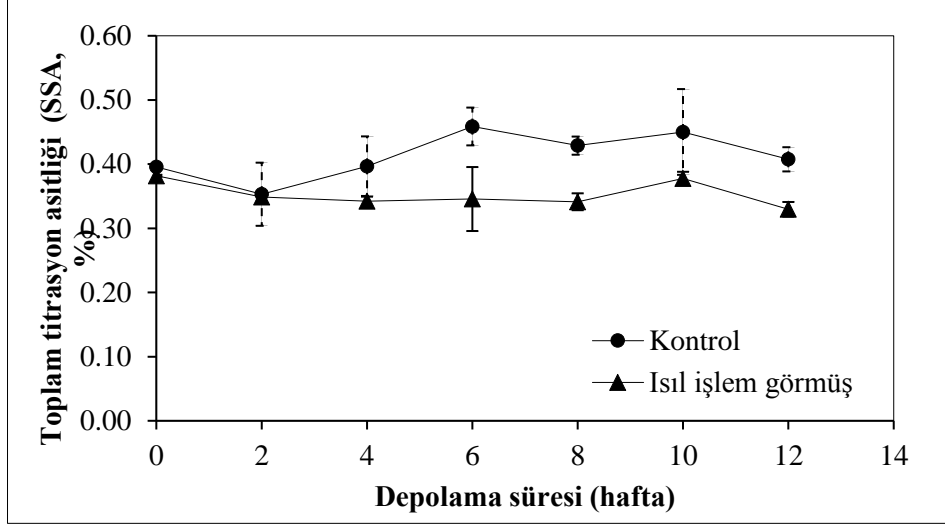
(b)



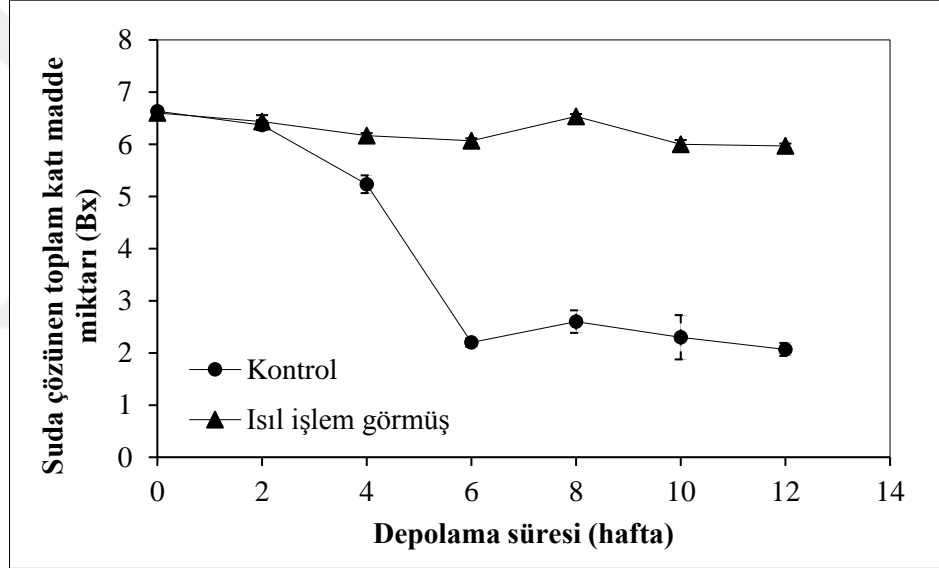
(c)



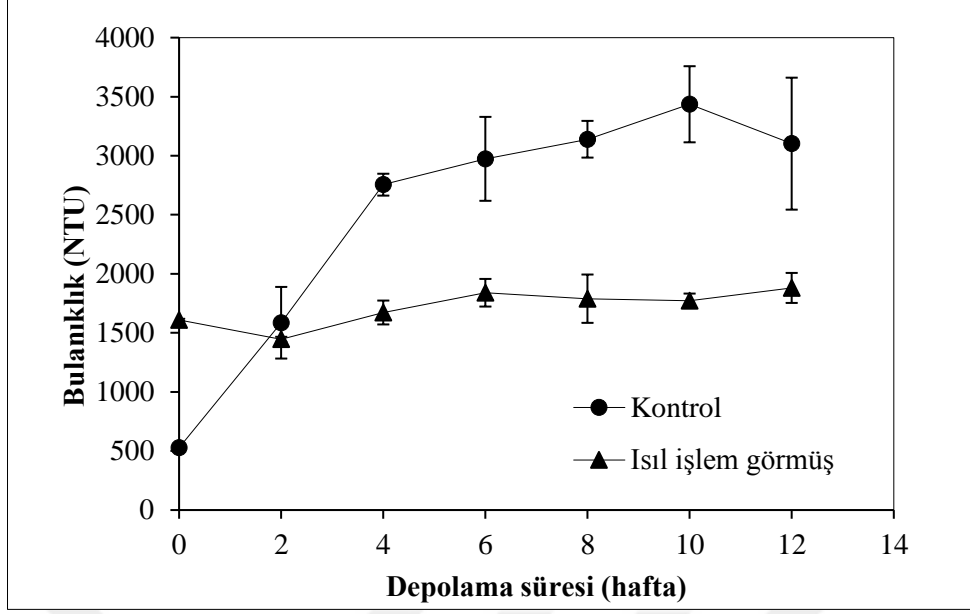
(d)



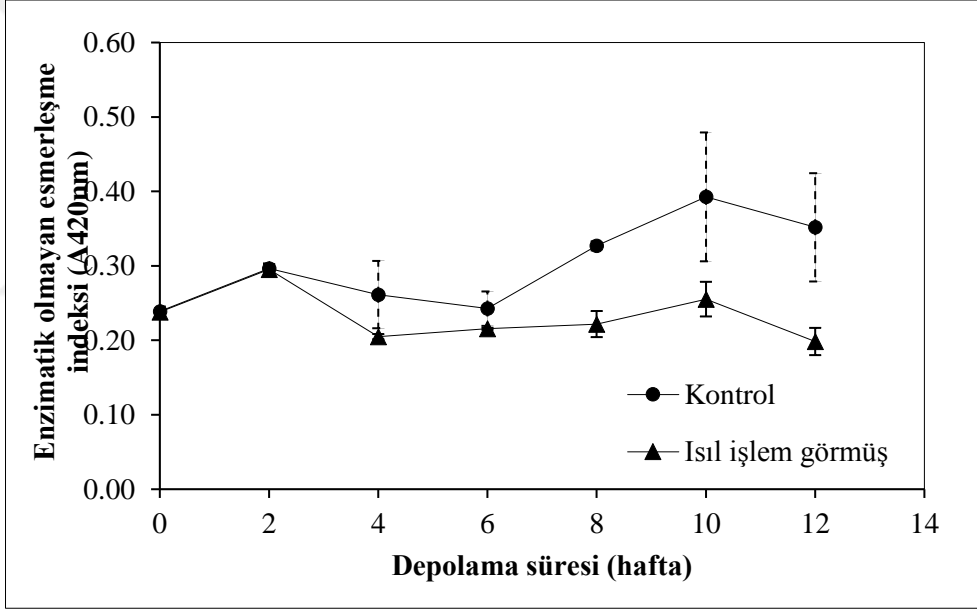
(e)



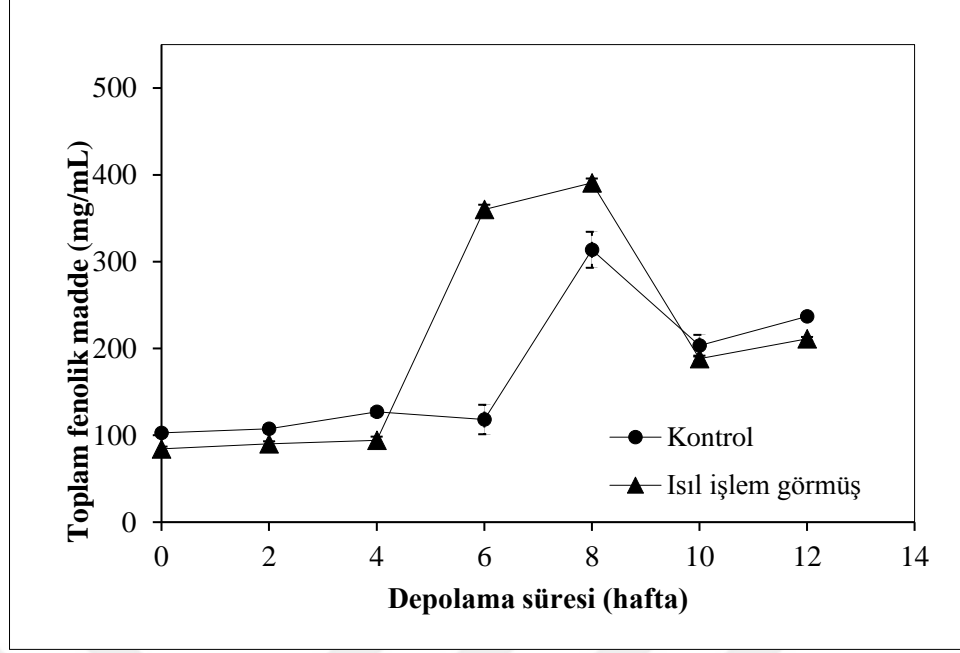
(f)



(g)



(h)



(i)

Şekil 4.6 Hiçbir işlem görmemiş soğan suyu (kontrol) ve ısıl işlem görmüş soğan suyunda depolama süresi boyunca (a) ΔE , toplam renk değişimi, (b) ΔC , renk yoğunluğu, (c) parlaklık, (d) pH, (e) toplam titrasyon asitliği, (f) suda çözünen toplam katı madde miktarı, (g) bulanıklık, (h) enzimatik olmayan esmerleşme indeksi ve (i) toplam fenolik madde değişimi (hata çubukları üç deneyin ortalamasına ait standart sapma değeridir, sembolden daha küçük boyutta olduğu durumlarda hata çubukları görüntülenememiştir)

4.5 Duyusal Değerlendirme

İncelenen duyusal özellikler (Çizelge 4.6) üzerinde güven aralığı %95 (P -değeri $<0,05$) olarak yapılan tek-yönlü ANOVA analizlerinde; hiçbir duyusal özellik bakımından kontrol, işlem görmemiş soğan suyunda ve ısıl işlem görmüş soğan suyunda marine edilmiş örnekler arasında istatistiksel olarak kayda değer bir fark görülmemiştir. Çizelge 4.6’da verilmekte olan genel beğeni kriteri için, en yüksek ortalama puan ısıl işlem görmüş soğan suyunda marine edilmiş ete vermiştir. Etlerin soğan suyunda (işlem görmüş ya da görmemiş) marine edilmiş olması panelistler açısından belirgin bir fark yaratmamıştır. Bu sonucun kullanılan pişirme yönteminin, soğan suyundan gelen aroma bileşenlerini maskeleymesi ya da marinasyon süresinin yetersizliği nedeniyle elde edildiği düşünülmektedir.

Gerçekleştirilen duyuşal panelde; kontrol, işlem görmemiş soğan suyunda marine ve ışıl işlem görmüş soğan suyunda marine edilmiş et örneklerinde değerlendirilen duyuşal özellikler için, panelistler genel olarak 5,4 ilâ 7,3 aralığında puanlar vermişlerdir. Gibis (2007)'in yaptığı duyuşal testte marine (limon suyu, doğranmış soğan ve sarımsak içeren zeytinyağında) edip kıztarılan etlerin koku ve tat özelliklerine 10' luk skalada ağırlıklı olarak 4 ilâ 6,5 arasında puanlar verilmiştir.

Çizelge 4.6 Marine edilmemiş, işlem görmemiş ve ışıl işlem görmüş soğan suyunda marine edilmiş etlerin duyuşal panel sonuçları (n=20)

Duyuşal zellik	Kontrol (marine edilmemiş)	İşlem görmemiş soğan suyunda marine	İşıl işlem görmüş soğan suyunda marine
Genel koku	6,63 ± 1,98	5,89 ± 2,49	6,85 ± 2,37
Genel tat	5,95 ± 2,26	5,42 ± 2,64	5,80 ± 2,56
Renk	6,74 ± 1,94	6,53 ± 2,50	7,05 ± 2,25
Çiğnenebilirlik	7,26 ± 1,80	6,26 ± 1,74	7,00 ± 2,19
Genel beğeni	6,63 ± 1,60	6,05 ± 2,11	6,70 ± 2,41

Not: Sonuçlar 20 sonucun ortalaması ± standart sapma şeklinde verilmiştir.

4.6 Soğan Suyunda Marine Edilmiş Etin Tekstür Profil Analizinin Belirlenmesi

Çizelge 4.7'te, kontrol, işlem görmemiş soğan suyunda ve ışıl işlem görmüş soğan suyunda marine edilmiş etlerin tekstürel profil analiz sonuçları özetlenmiştir. Sonuçlar incelenen tekstürel profil analiz parametreleri için tek-yönlü ANOVA testine tabi tutulmuş, aradaki farkın kayda değer olarak ifade edilebilmesi in *P*-değerinin 0,05'den yüksek olmasına dikkat edilmiştir. Buna göre kontrol ya da ışıl işlem görmüş soğan suyunda marine etler arasında Sertlik-1 açısından kayda değer bir fark görülmemiştir. Fakat işlem görmemiş soğan suyunda marine etlerin Sertlik-1 değeri beklenildiği gibi ışıl işlem görmüş ve eti yumuşatan enzimler ile faaliyette bulunan mikroorganizmalarını kaybetmiş olan soğan suyunda daha yüksek elde edilmiştir. Yapışkanlık değeri bakımından ışıl işlem görmüş soğan suyunda marine etler ile kontrol arasında kayda değer bir fark yoktur. Kontrol soğan suyunda marine etlerin yapışkanlığı ise diğer ikisine göre yüksektir. Sertlik-2 değeri ölçümleri ise Sertlik-1 değerleri ile örneklerin karşılaştırması açısından benzerlik içerisindedir. Esneklik değerlerine bakıldığında ise yalnızca ışıl işlem görmüş ve görmemiş soğan suyu

örneklerinin benzerlik gösterdiği, kontrolün ise en yüksek esneklik değerine ulaştığı görülmüştür. Çiğnenebilirlik açısından ise ısıtılmış işlem görmüş ya da işlem görmemiş soğan suyunda marine edilmiş etler arasında fark yoktur, fakat kontrol etleri yutmaya hazır hale getirebilmek için daha fazla enerji harcanması gerektiği ortaya çıkmıştır.

Çizelge 4.7 Kontrol, işlem görmemiş ve ısıtılmış işlem görmüş soğan suyunda marine edilmiş etlerin tekstürel profil analiz sonuçları

Tekstürel profil analizi parametresi	Kontrol (marine edilmemiş)	İşlem görmemiş soğan suyunda marine	Isıtılmış işlem görmüş soğan suyunda marine
Sertlik -1 (N)	31,55 ± 7,86 ^a	22,60 ± 10,21 ^a	29,59 ± 9,63 ^a
Yapışkanlık (mJ)	2,66 ± 0,76 ^a	1,33 ± 0,97 ^a	1,76 ± 0,73 ^a
Sertlik -2 (N)	23,27 ± 6,04 ^a	17,06 ± 8,03 ^a	21,01 ± 7,78 ^a
Esneklik (mm)	12,15 ± 1,06 ^a	7,02 ± 1,34 ^b	5,31 ± 0,60 ^b
Çiğnenebilirlik (mJ)	91,28 ± 24,08 ^a	41,63 ± 10,95 ^b	38,83 ± 14,23 ^b

Not: Sonuçlar 3 sonucun ortalaması ± standart sapma şeklinde verilmiştir. Aynı satırda yanında harf bulunan sonuçlar arasında kayda değer fark (P -değeri < 0,05) bulunmaktadır.

4.7 Soğan Suyunun Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi

İşlem görmemiş ve ısıtılmış işlem görmüş soğan suyu örneklerinin fizikokimyasal özellikleri Çizelge 4.8’de karşılaştırılmıştır. İstatistiksel olarak %95 güven aralığı (P -değeri < 0,05) ile 2-örnekli t-testi (two-sample t-test) uygulanmıştır. Buna göre kontrol ve ısıtılmış işlem görmüş soğan suları için CIELab renk değerleri, farklılık göstermiştir. Negatif b* değerleri maviliğin göstergesi olup, ısıtılmış işlem görmüş soğan suyu örneğinin maviliği daha yüksektir.

Soğan suyunun üretimi esnasında pH 4,6’nın altında olacak şekilde %10’luk sitrik asit ile ayarlanmaktadır. İncelenen 2 çeşit soğan suyunun pH değerlerine bakıldığında her iki örneğin de pH 4,6’nın üzerine çıkmadığı ve örnekler arasında kayda değer bir fark bulunmadığı görülmüştür. Kontrol ve ısıtılmış işlem görmüş örnekler arasında ise toplam titrasyon asitliği değerlerinde ise farklılık olduğu tespit edilmiştir.

Elma suyu ve diğerk berrak meyve suları için bulanıklık (çözünebilir ve askıda kalan katı parçacıklardan kaynaklı) 1000 nefelometrik bulanıklık birimi (NTU)'dan başlayarak havuç, portakal ve ananas suları gibi opak olanlar için 4000 NTU'yu geçen değerler arasında değişmektedir (Koutchma vd., 2009). Soğan suyunun bulanıklık değeri $528 \pm 1,7$ NTU olup, birçok tropik meyve suyunun bulanıklık değerinden düşüktür. Bunun yanında soğan suyu, Kaya vd. (2015)'nin bildirdiği limon ve kavun suyu karışımının $279 \pm 2,4$ NTU olan bulanıklık değerinden daha yüksek bir bulanıklığa sahiptir.

Çizelge 4.8'e bakıldığında kontrol soğan suyu ve ısıt işlem görmüş soğan suyu örnekleri arasında enzimatik olmayan esmerleşme indeksi bakımından önemli bir fark yoktur.

Çizelge 4.8 İşlem görmemiş (kontrol) ve ısıt işlem görmüş soğan suyu örneklerinin fizikokimyasal özellikleri

Özellik	Kontrol (işlem görmemiş soğan suyu)	Isıt işlem görmüş soğan suyu
Renk		
L*	$28,59 \pm 0,80^a$	$36,27 \pm 0,48^b$
a*	$-0,86 \pm 0,07^a$	$-1,45 \pm 0,05^b$
b*	$-0,89 \pm 0,19^a$	$-1,77 \pm 0,32^b$
pH	$4,22 \pm 0,00^a$	$4,25 \pm 0,03^a$
Toplam titrasyon asitliği (SSA, %)	$0,40 \pm 0,00^a$	$0,38 \pm 0,00^b$
Bulanıklık (NTU)	$528 \pm 1,70^a$	$1610,00 \pm 9,20^b$
Yoğunluk (g/cm^3)	$1,024 \pm 0,001^a$	$1,0240 \pm 0,0002^b$
Suda çözünen toplam katı madde miktarı (Bx)	$6,65 \pm 0,05^a$	$6,60 \pm 0,00^a$
Enzimatik olmayan esmerleşme indeksi	$0,238 \pm 0,004^a$	$0,238 \pm 0,000^a$
Toplam fenolik madde (mg/mL, GA eşd.)	$103,3 \pm 1,0^a$	$84,4 \pm 2,6^b$

Not: Sonuçlar 3 sonucun ortalaması \pm standart sapma şeklinde verilmiştir. Aynı satırda yanında farklı harf bulunan sonuçlar arasında kayda değer fark ($P < 0,05$) bulunmaktadır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; istatistiksel yöntemler kullanılarak, ısıtım işlem ile soğan suyunun pastörize edilmesi esnasında hedef mikroorganizma sayısında 5 log (kob/mL) azalma sağlayan koşullar taranmış ve optimize edilmiştir. Soğan suyunun kimyasal ve fiziksel kriterlerinin, bu optimum koşullardaki ısıtım işlem tarafından ne ölçüde etkilendiği incelenmiştir. Ayrıca, ısıtım işlem görmüş ve görmemiş soğan suyu üzerinde bir raf ömrü çalışması gerçekleştirilmiş ve mikrobiyel yük, fiziksel ve kimyasal özellikler bu kapsamda takip edilmiştir. Dana eti dilimlerinin ısıtım işlem ile pastörize edilmiş soğan suyunda marine edilip; ızgara usulü pişirilmesinin ardından duyuşal panelde değerlendirilmesi ayrıca, tekstürel analize tabi tutulması ile birlikte, ısıtım işlem ile pastörizasyon işleminin soğan suyunun duyuşal kriterleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu amaçlarla gerçekleştirilen deneysel çalışmalarda elde edilen sonuçlar aşağıda belirtildiği gibidir.

1. Soğan suyu üretimlerinde yapılan kontrollerde toplam aerobik canlı sayısının $6,94 \times 10^6$ kob/mL seviyesinde olduğu görülmüştür.
2. Isıtım işlem uygulamasında hedef mikroorganizma olan *E. coli* K-12'de inaktivasyon için optimum koşullar 74,5 °C, 12 dak olarak belirlenmiştir. Bu koşullarda *E. coli* K-12 sayısında ortalama $6,26 \pm 0,52$ log kob/mL azalma elde edilmiş olup, bu işlem sonucunda 0,49'luk bir toplam renk değişimi gözlemlenmiştir.
3. Soğan suyunun ısıtım inaktivasyonu için $D_{74,5}$ değeri 2,65 dak olarak belirlenmiştir. İnaktivasyon sabiti olan k değeri ise $0,378 \text{ dak}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır.
4. Raf ömrü çalışması hiç işlem görmemiş soğan suyunun en fazla 2 hafta raf ömrü olduğunu göstermiş olup, soğan suyunun raf ömrü, optimum koşullarda uygulanan ısıtım işlem ile mikrobiyolojik olarak 6 kat artırılmıştır. 2. haftadan itibaren 10 haftalık takip süresi boyunca ısıtım işlem görmüş soğan suyundaki toplam renk değişimi, işlem görmemiş olan soğan suyunda gerçekleşen toplam renk değişiminden daha düşük seyretmiştir. İşlem görmemiş olan ve ısıtım işlem görmüş olan soğan suyunun pH değeri genel olarak 12 hafta boyunca 4,1 ila 4,3 pH aralığında seyretmiştir. Kontrol soğan suyunun suda çözünen toplam kuru madde miktarı önemli oranda düşüş

kaydetmiştir. Kontrol örneğinde raf ömrü boyunca bulanıklık artarken, ısıt işlem görmüş örneklerde stabil kalmıştır. Her iki tip soğan suyu da yaklaşık 220 mg/mL (GA eşd.) toplam fenolik madde konsantrasyonu seviyesinde sonlanmışlardır.

5. Panelistler ile gerçekleştirilen duyuusal test; ısıt işlem ile pastörize edilmiş soğan suyunun et marinasyonunda kullanılması duyuusal olarak tüketicinin beğenisini olumsuz etkilememiştir.

6. Yapılan tekstürel profil analizi sonucunda kontrol ve ısıt işlem görmüş soğan suyunda marine etler arasında Sertlik-1 açısından kayda değer bir fark görülmemiştir. Fakat Sertlik-1 değeri bakımından marine edilmemiş etler diğer ikisine göre yüksektir.

7. İşlem görmemiş soğan suyu ile ısıt işlem görmüş soğan suyu arasında yapılan fizikokimyasal karşılaştırmalar sonucunda; renk değerleri, toplam titrasyon asitliği, bulanıklık, yoğunluk ve toplam fenolik madde konsantrasyonu özelliklerinde kayda değer ($P<0,05$) farklılık elde edilmiştir.

Soğan suyunun ısıt işlem ile pastörize edilmesi için hedef mikroorganizma olarak yararlanılan *Escherichia coli* K-12 suşu üzerinde optimum koşullarda FDA kriteri olan 5log azalmaya ulaşılmıştır. Bu çalışmada elde edilen optimum ısıt işlem koşulları ışında, çalışmanın ileriki bölümünde soğan suyunun sürekli bir ısıt değıştiricide pastörizasyon koşullarının optimize edilmesi ve ısıt işlemin ısıt olmayan bir işlem ile kombine edilerek daha da ılımlı koşullarda gerçekleştirilmesi üzerinde yoğunlaşılması planlanmaktadır.

KAYNAKLAR

- Aamir, M., Ovissipour, M., Sablani, S. S., Rasco, B., Predicting the Quality of Pasteurized Vegetables Using Kinetic Models: A Review, Hindawi Publishing Corporation, International Journal of Food Science, Article ID 271271, p: 29, 2013.
- Aganovic, K., Smetana, S., Grauwet, T., Toepfl, S., Mathys, A., Loey, A. V., Heinz, V., Pilot scale thermal and alternative pasteurization of tomato and watermelon juice: An energy comparison and life cycle assessment, Journal of Cleaner Production, 141, 514-525, 2017.
- Agcam, E., Akyıldız, A., Evrendilek, G. A., Effects of PEF and heat pasteurization on PME activity in orange juice with regard to a new inactivation kinetic model, Food Chemistry, 165, 70–76, 2014.
- Albishi, T., John, J. A., Al-Khalifa, A. S., Shahidi, F., Antioxidant, Anti-Inflammatory and DNA Scission Inhibitory Activities of Phenolic Compounds in Selected Onion and Potato Varieties, Journal of Functional Foods, 5, 930-939, 2013.
- Anaya-Esparza, L. M., Velázquez-Estrada, R. M., Roig, A. X., García-Galindo, H. S., Sayago-Ayerdi, S. G., Montalvo-González, E., Thermosonication: An alternative processing for fruit and vegetable juices, Trends in Food Science & Technology, 61, 26-37, 2017.
- Banga, J.R., Perez-Martin, R.I., Gallardo, J.M., Casares, J.J., Optimization of the thermal processing of conduction-heated canned foods: Study of several objective functions, Journal of Food Engineering, Volume 14, Issue 1, p: 25-51, 1991.
- Barreiro, J. A., Guariguata, C., Salas, G. R., A manual method for predicting nutrient retention during thermal processing of conduction-heating foods in rectangular containers, Volume 49, Issue 2, P 478–481, 1984.
- Baysal, T., Demirdöven, A., Ergün, A.R., Kara havuç suyu üretiminde elektrop plazmoliz ve mikrodalga uygulamalarının verim ve kalite özellikleri üzerine etkileri, GIDA, 38: 291-298, 2013.
- Benítez, V., Mollá, E., Martín-Cabrejas, M. A., Aguilera, Y., López-Andréu, F. J., Esteban, R. M., Effect of sterilisation on dietary fibre and physicochemical properties of onion by-products, Food Chemistry, 127, 501–507, 2011.

- Benítez, V., Mollá, E., Martín-Cabrejas, M. A., Aguilera, Y., López-Andréu, F. J., Esteban, R. M., Onion (*Allium cepa* L.) by-products as source of dietary fiber: physicochemical properties and effect on serum lipid levels in high-fat fed rats, *Eur Food Res Technol*, 234, 617–625, 2012.
- Benítez, V., Mollá, E., Martín-Cabrejas, M. A., Aguilera, Y., López-Andréu, F. J., Terry, L. A., Esteban, R. M., The Impact of pasteurisation and sterilisation on bioactive compounds of onion by-products, 6, 1979–1989, 2013.
- Caminiti, I. M., Palgan, I., Muñoz, A., Noci, F., Whyte P., Morgan, D. J., Cronin, D. A., Lyng, J. H., The effect of ultraviolet light on microbial inactivation and quality attributes of apple juice, *Food Bioprocess Technol*, 5, 680–686, 2012.
- Carrillo, E., Fiszman, S., Lähteenmäki L., Varela P., Consumers' perception of symbols and health claims as health-related label messages, *Food Research International*, 62, 653-661, 2014.
- Cemeroğlu, B. S., Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Ankara: Nobel Yayınevi, 2011.
- Chia, S.L., Rosnah, S., Noranizan, M.A., Wan Ramli, W.D., The effect of storage on the quality attributes of ultraviolet-irradiated and thermally pasteurised pineapple juices, 19, 1001-1010, 2012.
- Conner D. E. ve Kotrola J. S., Growth and survival of *Escherichia coli* O157:H7 under acidic conditions, *Appl Environ Microbiol*, 61(1), 382-5, 1995.
- Cserhalmi, Zs., Sass-Kiss. A., Toth-Markus, M., Lechner, N., Study of pulsed electric field treated citrus juices, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 7(1-2), 49-54, 2006.
- Çoksöyler, N. ve Avşaroğlu, M. D., Isıl işlemlerle gıdaların korunması, Gıda Mikrobiyolojisi, Editör: Erkmén, O. Ankara: Efil Yayınevi, 2011.
- Demirdöven, A. ve Baysal, T., Effects of electrical pre-treatment and alternative heat treatment applications on orange juice production and storage, *Food and Bioproducts Processing*, 94, 443–452, 2015.
- Demirdöven, A., Portakal suyu üretiminde bazı elektriksel yöntemlerin verim ve kalite üzerine etkileri. Ege Üniversitesi, Gıda Mühendisliği ABD, Doktora Tezi, 2009.
- Dubrovic, I., Herceg, Z., Jambrak, A.R., Badanjak, M., Uzelac, V.D., Effect of high intensity ultrasound and pasteurization on anthocyanin content in strawberry juice, *Food Technol Biotechnol.*, 49, 196-204, 2011.
- Faostat, “Kıtalar göre 1994-2014 yılları arasında soğan üretim oranları” 2016

- Gaze, J. E., Boyd, A. R., Shaw, A. R., Heat inactivation of *Listeria monocytogenes* on potato surfaces, *Journal of Food Engineering*, Volume 76, No. 1, p: 27–31, 2006.
- Geveke, D. J., UV inactivation of *E. coli* in liquid egg white, *Food Bioprocess Technol*, 1, 201–206, 2008.
- Ghalehkandi, G. J., Sadaghian, M., Ghaemmaghami, S., Diyanat V., Beheshti R., Effects of onion (*Allium cepa* Linn) juice on serum values of total protein, albumin and globulin compared with zinc sulfate in male rats, *IJBPAS*, 3(5), 661-671, 2014.
- Ghazi, M. R., Ahmad., A. W., Development of formaldehyde detection method using onion juice as chromogenic agent, *Desalination and Water Treatment*, 52, 4-6, 1093-1100, 2014.
- Gibis, M., Effect of oil marinades with garlic, onion, and lemon juice on the formation of heterocyclic aromatic amines in fried beef patties, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 10240–10247, 2007.
- Gibson, K. E. ve Schwab, K. J., Thermal inactivation of human norovirus surrogates, *Food and Environmental Virology*, Volume 3, No. 2, p: 74–77, 2011.
- Gironés-Vilaplana, A., Huertas, J. P., Moreno, D. A., Periago, P. M., García-Viguera C., Quality and microbial safety evaluation of new isotonic beverages upon thermal treatments, *Food Chemistry*, 194, 455–462, 2016.
- Gonzalez-Saiz, J. M., Esteban-Diez, I., Rodriguez-Tecedor, S., Pizarro, C., Valorization of onion waste and by-products: MCR-ALS applied to reveal the compositional profiles of alcoholic fermentations of onion juice monitored by near-infrared spectroscopy, *Biotechnology and Bioengineering*, 101, 776–787, 2008.
- Hakgüder Taze, B., Ünlütürk, S., Buzrul, S., Alpas, H., The impact of UV-C irradiation on spoilage microorganisms and colour of orange juice, *Journal of Food Science and Technology*, DOI 10.1007/s13197-013-1095-7, 2013.
- Horiuchi, J. İ., Tada, K., Kobayashi, M., Kanno, T., Ebie, K., Biological approach for effective utilization of worthless onions-vinegar production and composting, *Conservation and Recycling*, 40, 97–109, 2004.
- Huidobro, F. R., Miguel, E., Blazquez, B., Onega, E., A comparison between two methods (Warner-Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked meat. *Meat Science*, 69, 527-536, 2005.

- Hussein J. S., Oraby F. S., El-Shafey N., Antihepatotoxic effect of garlic and onion oils on ethanolinduced liver injury in rats, *J. App. Sci. Res.*, 3 (11), 1527-1533, 2007.
- Kathiravan, T., Nadanasabapathi, S., Kumar, R., Standardization of process condition in batch thermal pasteurization and its effect on antioxidant, pigment and microbial inactivation of Ready to Drink (RTD) beetroot (*Beta vulgaris* L.) juice, *International Food Research Journal* 21(4): 1305–1312, 2014.
- Kaya, Z., Yıldız, S., Ünlütürk, S., Effect of UV-C irradiation and heat treatment on the shelf life stability of a lemon–melon juice blend: multivariate statistical approach, *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 29, 230–239, 2015.
- Keenan, D. F., Röble, C., Gormley, R., Butler, F., Brunton, N. P., Effect of high hydrostatic pressure and thermal processing on the nutritional quality and enzyme activity of fruit smoothies, *LWT-Food Science and Technology*, 45 (1), 50-57, 2012.
- Koutchma, T., Fournay, L. J., Moraru, C. I., Ultraviolet light in food technology: principles and applications. Boca Raton: CRC press, 2009.
- Lee, HJ., Jung, S., Hwang, Y., Characteristics and preservation of the plain bread added with onion juice, *Korean Society of Life Science*, Volume 19, Issue 6, p: 781-786, 2009.
- Lee, M. K., Kim, Y. M., Kim, N. Y., Kim, G. N., Kim, S. H., Bang, S., Park, I., Prevention of browning in potato with a heat-treated onion extract, *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 66, 856–858, 2014.
- Lee, M. Y., Lee, M. K., Park, I., Inhibitory effect of onion extract on polyphenol oxidase and enzymatic browning of taro (*Colocasia antiquorum* var. *esculenta*), *Food Chemistry*, 105, 528–532, 2007.
- Lee, S., Jang, J. K., Park YS., Fed–batch fermentation of onion vinegar using acetobacter tropicalis, *Food Sci. Biotechnol.* 25(5): 1407-1411, 2016.
- Lee, C., Lee, HS., Cha, YJ., Joo, WH., Kang, DO., Moon JY., In vivo investigation of anti-diabetic properties of ripe onion juice in normal and streptozotocin-induced diabetic rats, *Prev. Nutr. Food Sci.*, 18(3):169-174, 2013.
- Li, S., Ma, C., Gong, G., Liu, Z., Chang, C., Xu, Z., The impact of onion juice on milk fermentation by *Lactobacillus acidophilus*, *LWT - Food Science and Technology* 65, 543–548, 2016.

- Mitra, J., Shrivastava, S. L., Rao, P. S., Onion dehydration: a review, *Journal Food Science Technologies*, 49, 267–277, 2012.
- Mulley, A., Stumbo, C., Hunting, W., Kinetics of thiamine degradation by heat: A new method for studying reaction rates in model systems and food products at high temperatures, *Journal of Food Science*, 40(5), 985-988, 1975.
- Murakami, E. G., Jackson, L., Madsen, K., Schickedanz, B., Factors affecting the ultraviolet inactivation of *Escherichia coli* K12 in apple juice and a model system, *Food and Drug Administration National Center for Food Safety and Technology*, 29, 53–71, 2006.
- Nasri, S., Anoush, M., Khatami, N., Evaluation of analgesic and anti-inflammatory effects of fresh onion juice in experimental animals, *African Journal of Pharmacy and Pharmacology Vol.*, 6(23), p: 1679-1684, 2012.
- Palop, A. ve Martinez, A., New technologies and quality issues, *Thermal Food Processing*, CRC Press, 567–596, 2005.
- Reyes-De-Corcuera, J. I., Goodrich-Schneider, R. M., Barringer, S. A., Landeros-Urbina, M. A., Processing of fruit and vegetable beverages, *Food Processing: Principles and Applications*, Second Edition, 2014.
- Rivas, A., Rodrigo, D., Martínez, A., Barbosa-Cónovas, G. V., Rodrigo, M., Effect of PEF and heat pasteurization on the physical–chemical characteristics of blended orange and carrot juice, *LWT - Food Science and Technology*, Volume 39, Issue 10, 1163–1170, 2006.
- Roldan-Marin, E., Sanchez-Moreno, C., Lloria, R., Ancos, B. D., Cano, M. P., Onion high-pressure processing: Flavonol content and antioxidant activity, *LWT - Food Science and Technology*, 42, 835–841, 2009.
- Rosen J. ve Gothard L. Q., *Encyclopedia of Physical Science*. Volume 1. New York: Infobase Publishing, 2010.
- Saeeduddin, M., Abid, M., Jabbar, S., Wu, T., Hashim, M. M., Awad, N. F., Hu, B., Lei, S., Zeng, X., Quality assessment of pear juice under ultrasound and commercial pasteurization processing conditions, *LWT - Food Science and Technology* 64, 452-458, 2015.
- Sampedro, F., McAloon, A., Yee, W., Fan, X., Zhang, H. Q., Geveke, D. J., Cost analysis of commercial pasteurization of orange juice by pulsed electric fields, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, Volume 17, 72–78, 2013.

- Sanguansri P., Traditional Thermal Processing, Food Transformation CSIRO, 2016.
- Santhirasegaram, V., Razali, Z., George, D. S., Somasundram, C., Comparison of UV-C treatment and thermal pasteurization on quality of Chokanan mango (*Mangifera indica L.*) juice, Food and Bioproducts Processing, 94, 313–321, 2015.
- Santhirasegaram, V., Razali, Z., Somasundram, C., Effects of thermal treatment and sonication on quality attributes of Chokanan mango (*Mangifera indica L.*) juice, Ultrasonics Sonochemistry, 20, 1276–1282, 2013.
- Sharma K., Ko E. Y., Assefa A. D., Ha S., Nile S. H., Lee E. T., Park S. W., Temperature-dependent studies on the total phenolics, flavonoids, antioxidant activities, and sugar content in six onion varieties, Journal of Food and Drug Analysis, 23, 243-252, 2015.
- Siddiq, M., Roidoung, S., Sogi, DS., Dolan KD., Total phenolics, antioxidant properties and quality of fresh-cut onions (*Allium cepa L.*) treated with mild-heat, Food chemistry, 136 (2), 803-806, 2013.
- Silva, C. L. M., Optimisation of thermal processing conditions: Effect of reaction type kinetics, Prague: Food Research Institute, 6p, 1997.
- Stoforos, N. G. ve Merson, R. L., Estimating heat transfer coefficients in liquid/particulate canned foods using only liquid temperature data, Journal of Food Science, 55(2), 478-483, 1990.
- Sun, T., Powers, J. R., Tang, J., Evaluation of the antioxidant activity of asparagus, broccoli and their juices, Food Chemistry, 105, 101-106, 2007.
- Tandon, K., Worobo, R. W., Churey, J. J., Padilla-Zakour, O. I., Storage quality of pasteurized and UV treated apple cider, Journal of Food Processing Preservation, 27, 21-35, 2003.
- Tola, Y. B. ve Ramaswamy, H. S., Thermal destruction kinetics of *Bacillus licheniformis* spores in carrot juice extract as influenced by pH, type of acidifying agent and heating method, LWT - Food Science and Technology, Volume 56, Issue 1, 131–137, 2014.
- Tran, M. T. T. ve Farid, M., Ultraviolet treatment of orange juice, Innovative Food Science and Emerging Technologies, 5, 495–502, 2004.
- Uysal Pala, Ç. ve Kirca Toklucu, A., Effect of UV-C light on anthocyanin content and other quality parameters of pomegranate juice, Journal of Food Composition and Analysis, 24, 790–795, 2011.

- Ünlütürk, S. ve Atılgan, M. R., UV-C Irradiation of freshly squeezed grape juice and modeling inactivation kinetics, *Journal of Food Process Engineering*, 37, 438-449, 2014.
- Ünlütürk, S., Atılgan, M. R., Baysal, A. H., Tarı, C., Use of UV-C radiation as a non-thermal process for liquid egg products (LEP), *Journal of Food Engineering*, 85, 561–568, 2008.
- Ünlütürk, S. ve Atılgan, M. R., Microbial safety and shelf life of UV-C treated freshly squeezed white grape juice, *Journal of Food Science*, 80 (8), 1831-1841, 2015.
- Zhao, L., Wang, S., Liu, F., Dong, P., Huang, W., Xiong, L., Liao, X., Comparing the effects of high hydrostatic pressure and thermal pasteurization combined with nisin on the quality of cucumber juice drinks, *Processing Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 17, 27–36, 2013.

ÖZGEÇMİŞ

1. Adı Soyadı : İsmail Becerikli

2. Doğum Tarihi : 12.12.1991

3. Unvanı : Gıda Mühendisi

4. Öğrenim Durumu :

Derece	Bölüm/Program	Okul/Üniversite	Bitirme Yılı
Lise	Fen Bilimleri	Turgut Özal Lisesi	2010
Lisans	Gıda Mühendisliği	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi	2015

5. Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında basılan bildiriler:

Yıldız M.K., Becerikli, İ., Süfer, Ö. Demir, H., Onion juice production for food industry. *International Food Congress: Novel Approaches in Food Industry*, 26-29 May 2014, Kuşadası, Turkey, p: 229 (poster).

Demir, H., Yıldız, M. K., **Becerikli, İ.**, Kaya, Z., Ünlütürk, S., Onion Juice Pasteurization by UV-C Irradiation, *International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies*, 15-17 May, 2017, Cappadocia, Turkey, p:177 (sözlü bildiri).