

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

**KEREVİZ TOHUMU YAĞI VE KEREVİZ TOZUNUN
SOUS VİDE PAKETLENMİŞ KIYMADA *ESCHERICHIA*
COLI O157:H7'NİN ISIL DİRENCİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ebrar GÜNDOĞDU

Enstitü Anabilim Dalı

: GIDA MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı

: Prof. Dr. Serap COŞANSU AKDEMİR

Temmuz 2020

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KEREVİZ TOHUMU YAĞI VE KEREVİZ TOZUNUN
SOUS VİDE PAKETLENMİŞ KIYMADA *ESCHERICHIA*
COLI O157:H7'NİN ISIL DİRENCİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Ebrar GÜNDOĞDU

Enstitü Anabilim Dalı : GIDA MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 10.07.2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr.
Serap C. AKDEMİR
Jüri Başkanı

Prof. Dr.
Sühendan MOL TOKAY
Üye

Doç. Dr.
Ayşe AVCI
Üye

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım, bana her konuda destek veren, araştırmamın planlanması ve yazılması dahil olmak üzere tüm aşamalarda katkılarını esirgemeden beni yönlendiren çok değerli danışman hocam Prof. Dr. Serap COŞANSU AKDEMİR'e,

Bu çalışmanın maddi açıdan desteklenmesine olanak sağlayan Sakarya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Komisyon Başkanlığı'na (Proje No: 2019-7-24-184),

Ayrıca ilkokuldan bu yana bütün eğitim hayatım boyunca her daim yanımda olan, maddi ve manevi her türlü destek veren çok kıymetli annem Gülnur GÜNDOĞDU ve babam İhsan GÜNDOĞDU'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
TABLolar LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
SUMMARY	ix
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.	
LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	3
2.1. <i>Escherichia coli</i> O157:H7'nin Özellikleri ve Önemi.....	3
2.2. Kereviz (<i>Apium graveolens</i> L.).....	8
2.2.1. Kereviz bitkisinin özellikleri, yetiştirilmesi ve bileşimi.....	8
2.2.2. Kullanım alanları.....	10
2.2.3. Sağlık üzerine etkileri.....	11
2.2.4. Antimikrobiyel etkisi.....	12
2.3. Sous Vide Yöntemi.....	13
BÖLÜM 3.	
MATERYAL VE YÖNTEM	16
3.1. Materyal	16
3.2. Yöntem	16
3.2.1. Kullanılan ekipman.....	16
3.2.2. Duyusal analiz.....	17

3.2.3. <i>Escherichia coli</i> O157:H7'nin inokulumunun hazırlanması..	17
3.2.4. Kıyma örneklerinin hazırlanması ve inokülasyonu.....	18
3.2.5. Kıyma örneklerinin sous vide yöntemi ile pişirilmesi.....	18
3.2.6. <i>Escherichia coli</i> O157:H7'nin sayımı.....	19
3.2.7. D değerlerinin hesaplanması.....	19
3.2.8. z değerlerinin hesaplanması.....	20
3.2.9. Su aktivitesi ölçümü.....	20
3.2.10. İstatiksel değerlendirme.....	20

BÖLÜM 4.

ARAŞTIRMA BULGULARI	21
4.1. Duyusal Analiz Sonuçları.....	21
4.2. Su Aktivitesi Ölçüm Sonuçları.....	22
4.3. Termal İnaktivasyon Denemelerine Ait Sonuçlar.....	22
4.4. D Değerlerinin Hesaplanması.....	25
4.5. z Değerlerinin Hesaplanması.....	31

BÖLÜM 5.

TARTIŞMA VE SONUÇ	32
KAYNAKLAR	37
EKLER.....	43
ÖZGEÇMİŞ.....	44

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

MRD	: Maximum Recovery Diluent
KTY	: Kereviz Tohumu Yağı
KT	: Kereviz Tozu
SMAC	: Sorbitol MacConkey Agar
TSA	: Tyryptic Soy Agar
TSB	: Tyryptic Soy Broth
TSBYE	: Tyryptic Soy Broth + yeast extract

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4.1. <i>E.coli</i> O157:H7 sayısında 55°C’de meydana gelen logaritmik azalma miktarları.....	23
Şekil 4.2. <i>E.coli</i> O157:H7 sayısında 57,5°C’de meydana gelen logaritmik azalma miktarları.....	23
Şekil 4.3. <i>E.coli</i> O157:H7 sayısında 60°C’de meydana gelen logaritmik azalma miktarları.....	24
Şekil 4.4. <i>E.coli</i> O157:H7 sayısında 62,5°C’de meydana gelen logaritmik azalma miktarları	24
Şekil 4.5. 55°C’de ısıtıl işlem uygulanan kontrol örneklerine ait inaktivasyon eğrileri.....	25
Şekil 4.6. 55°C’de ısıtıl işlem uygulanan % 2 kereviz tohumu yağı ilave edilmiş örneklerle ait inaktivasyon eğrileri.....	26
Şekil 4.7. 55°C’de ısıtıl işlem uygulanan % 3 kereviz tozu ilave edilmiş örneklerle ait inaktivasyon eğrileri	26
Şekil 4.8. 57,5°C’de ısıtıl işlem uygulanan kontrol örneklerine ait inaktivasyon eğrileri	27
Şekil 4.9. 57,5°C’de ısıtıl işlem uygulanan % 2 kereviz tohumu yağı ilave edilmiş örneklerle ait inaktivasyon eğrileri	27
Şekil 4.10. 57,5°C’de ısıtıl işlem uygulanan % 3 kereviz tozu ilave edilmiş örneklerle ait inaktivasyon eğrileri	28
Şekil 4.11. 60°C’de ısıtıl işlem uygulanan kontrol örneklerine ait inaktivasyon eğrileri	28
Şekil 4.12. 60°C’de ısıtıl işlem uygulanan % 2 kereviz tohumu yağı ilave edilmiş örneklerle ait inaktivasyon eğrileri.....	29
Şekil 4.13. 60°C’de ısıtıl işlem uygulanan % 3 kereviz tozu ilave edilmiş örneklerle ait inaktivasyon eğrileri	29

Şekil 4.14. 62,5°C’de ısıt işlem uygulanan kontrol örneklerine ait inaktivasyon eğrileri	30
Şekil 4.15. 62,5°C’de ısıt işlem uygulanan % 2 kereviz tohumu yağı ilave edilmiş örneklerle ait inaktivasyon eğrileri.....	30
Şekil 4.16. 62,5°C’de ısıt işlem uygulanan % 3 kereviz tozu ilave edilmiş örneklerle ait inaktivasyon eğrileri	30
Şekil 4.17. z değerleri.....	31



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 4.1. Kereviz tohumu yağı (KTY) ile yapılan duyusal analiz sonuçları.....	21
Tablo 4.2. Kereviz tozu (KT) ile yapılan duyusal analiz sonuçları	22
Tablo 4.3. Sıcaklıklara göre D değerleri	26
Tablo 4.4. Örnek gruplarına göre z değerleri	31



ÖZET

Anahtar kelimeler: Kereviz tohumu yağı, kereviz tozu, sous vide, kıyma, *Escherichia coli* O157:H7

Sous vide yöntemiyle pişirilen yağsız sığır kıymasına ilave edilen kereviz tohumu yağı ve kereviz tozunun *Escherichia coli* O157:H7'nin ısıl direnci üzerine etkisi araştırılmıştır. Kereviz tohumu yağı ve kereviz tozunun duyuşal olarak kabul edilebilir en yüksek konsantrasyonlarını tespit etmek için duyuşal analiz yapılmış ve sırasıyla % 2 ve % 3 olarak belirlenmiştir. Kereviz tohumu yağı (% 2) ve kereviz tozu (%3) ilave edilmiş kıyma örnekleri 7 log kob/g düzeyinde *Escherichia coli* O157:H7 ile inoküle edilmiş ve dört farklı sıcaklıkta (55; 57,5; 60; 62,5 °C) ısıl işleme tabii tutulmuştur. Isıl işlem sırasında önceden belirlenmiş zaman aralıklarında örnekleme yapılarak canlı hücre sayısı tespit edilmiştir. Elde edilen veri GInaFit yazılımında log lineer modele göre değerlendirilmiş, D ve z değerleri hesaplanmıştır.

E. coli O157:H7'nin 55; 57,5; 60 ve 62,5°C'deki D değerleri sırasıyla kontrol örneklerinde 11,64; 3,82; 1,78 ve 0,99 dak, % 2 kereviz tohumu yağı ilave edilmiş örneklerde 11,11; 2,36; 1,43 ve 0,41 dak, % 3 kereviz tozu ilave edilmiş örneklerde ise 10,59; 3,02; 1,31 ve 0,35 dak olarak hesaplanmıştır. Çalışmada elde edilen inaktivasyon eğrilerinin doğrusal karakterde oldukları gözlenmiştir ($r^2 \geq 0,93$). Gruplar arasında D değerleri açısından 55°C'de önemli bir fark gözlenmemiştir ($p > 0,05$). Buna karşın 57,5; 60 ve 62,5°C'de kereviz tohumu yağı ve kereviz tozu ilave edilmiş örneklerde *E. coli* O157:H7'nin D değerlerinin kontrol örneklerindeki D değerlerinden daha düşük olduğu saptanmıştır ($p < 0,05$). Sığır kıymasında *E. coli* O157:H7'nin z değeri 7,06°C olarak hesaplanmıştır ($r^2 = 0,98$). Kereviz tohumu yağı (% 2) ve kereviz tozu (% 3) ilavesi ile z değerlerinin sırasıyla 5,18 ($r^2 = 0,99$) ve 5,57°C'ye ($r^2 = 0,97$) düştüğü belirlenmiştir. Buna göre gerek % 2 kereviz tohumu yağı gerekse % 3 kereviz tozu ilavesinin sığır kıymasında *E. coli* O157:H7'nin ısıl direncinin düşürmek suretiyle kontrol altına alınmasına katkıda bulunabileceği sonucuna varılmıştır.

EFFECTS OF CELERY SEED OIL AND CELERY POWDER ON THERMAL RESISTANCE OF *ESCHERICHIA COLI* O157:H7 IN SOUS VIDE PACKED GROUND BEEF

SUMMARY

Keywords: Celery seed oil, celery powder, sous vide, ground beef, *Escherichia coli* O157:H7

Effects of celery seed oil and celery powder addition into lean ground beef on thermal resistance of *Escherichia coli* O157:H7. Sensory analysis was performed to determine the highest acceptable levels of celery seed oil and celery powder, and then they were determined as 2 % and 3 %, respectively. The celery seed oil (2 %) and celery powder (3 %) added ground beef samples were inoculated with *E. coli* O157:H7 at a level of 7 log kob/g and then heated at 55, 57.5, 60 and 62.5°C. By sampling at pre-determined time intervals counts of survivors were determined. The data was evaluated using GInaFit software according to Log-linear model, and then D and z values were calculated.

D values of *E. coli* O157:H7 in control samples at 55, 57.5, 60 and 62.5°C were 11.64, 3.82, 1.78 and 0.99 min, respectively, while they were 11.11, 2.36, 1.43 and 0.41 min in celery seed oil added samples, and 10.59, 3.02, 1.31 and 0.35 min in celery powder added samples, respectively. All inactivation lines were linear ($r^2 \geq 0.93$). The differences between the D values at 55°C were not significant ($p > 0.05$).

In contrast, the D values at 57.5, 60 and 62.5°C in celery seed oil and celery powder added samples were significantly lower than those in control samples ($p < 0.05$). The z value of *E. coli* O157:H7 in lean ground beef was 7.06°C ($r^2 = 0.98$). By adding celery seed oil and celery powder the z values were reduced to 5.18°C ($r^2 = 0.99$) and 5.57°C ($r^2 = 0.97$), respectively. Therefore, it was concluded that either 2 % celery seed oil or 3 % celery powder addition may help to control *E. coli* O157:H7 in ground beef by reducing its thermal resistance.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Gıdalara; patojen mikroorganizmalar, kimyasallar, ağır metaller veya doğal olarak kendisinde bulunan toksinler gibi çeşitli yollarla bulaşılabilmektedir. Patojen mikroorganizmalar insan, hayvan veya bitki gibi canlı organizmalarda hastalık yapabilmektedir. Gıdaya patojen bir mikroorganizma bulaşmışsa, bu durum insanlarda çeşitli enfeksiyonlara (hastalık) veya intoksikasyonlara (zehirlenme) neden olabilmektedir (Özkaya ve Cömert, 2008). Yeryüzünde çok çeşitli mikroorganizma bulunmaktadır, ancak insanlarda en fazla hastalıklara ve ölüme neden olan dört önemli gıda kaynaklı bakteri bulunmaktadır. Bunlar; enfeksiyon tipi hastalık etmeni olan *Campylobacter jejuni*, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* ve *Escherichia coli* O157:H7'dir (Nataro ve Kaper, 1998).

Escherichia coli, 1885 yılında Alman bakteriyolog Theodor Escherich tarafından, bağırsak iltihaplı bebeklerin dışkılarından alınan örneklerden tespit edilmiş ve "*Bacterium coli commune*" olarak tanımlanmıştır. Daha sonra 1958 yılında Theodor Escherich'e ithafen "*Escherichia coli*" olarak isimlendirilmiştir (Manning, 2010).

Escherichia coli O157:H7 insanlara ve gıdalara çeşitli yollarla bulaşabilmektedir. İlk *Escherichia coli* O157:H7'nin neden olduğu gıda zehirlenmesinin hamburger etinin yetersiz pişirilmesi sonucu meydana geldiği bildirilmektedir. *Escherichia coli* O157:H7 kıymada bulunabilmekte, özellikle yaşlılarda, çocuklarda ve gebelerde daha şiddetli enfeksiyona neden olup, hatta ölümlle sonuçlanan vakalar meydana gelebilmektedir (Alışarlı ve Akman, 2004).

Kereviz, tarih boyunca gıdaların lezzetlendirilmesinde kullanılan ve ayrıca ot, sap, tohum, yağ ve oleorisin gibi kısımları da tıbbi olarak kullanılan bir bitkidir. Kereviz özel bir tat ve aromaya sahiptir (Başak ve Candan, 2008). Kereviz tohumları çok kısa olup (1-3 mm), kahve renkli, oval ve çıkıntılıdır. Kereviz tohumu hoş karakteristik

kokuya sahip olup, biraz keskin bir tadı vardır (Sowbhagya, 2014). Ayrıca kereviz tohumu astım, bronşit, karaciğer ve dalak hastalıklarının tedavisinde ve diüretik, antiromatizmal, antiinflamatuvar ilaç olarak da kullanılmaktadır (Kooti ve ark., 2014; Kokotkiewicz ve Luczkiewicz, 2016). Kereviz tohumu içeriğinde % 15 sabit yani uçucu olmayan yağ ve çeşitli yağ asitleri bulunmaktadır (% 64,3 petraselenik asit, % 8,1 oleik asit, % 18 linoleik asit, % 0,6 linolenik asit ve pamitik asit). A ve B vitaminlerini içeren kereviz tohumu aynı zamanda iyi bir C vitamini kaynağıdır ve immün sistemi de desteklemektedir (Parlak ve ark., 2018; Priecina ve ark., 2018).

Gıda kaynaklı hastalıklar ve zehirlenmeler arttıkça tüketicilerde endişeler de artmaktadır. Bu hastalıklara neden olan başlıca etmen mikroorganizmalardır. Muğla’da yapılan bir araştırmada; gıda alışverişi yapan 18 yaş üzeri 400 tüketiciye gıda güvenliği hakkında sorular sorulmuştur. Tüketicilerin % 18’inin son 1 yıl içerisinde gıda zehirlenmesine yakalandığı tespit edilmiştir ve bu tüketicilerin okul, yurt ve restoranlarda yediklerinden dolayı zehirlendikleri belirlenmiştir. Tüketicilerin en çok endişelendiği hususlar; gıdalara eklenen renk maddeleri, hayvanlardaki hormon ve antibiyotik kalıntıları, pestisit kalıntıları, gıda katkı maddeleri, genetiği değiştirilmiş gıdalar veya gıdalara mikroorganizma bulaşma riski olarak belirlenmiştir (Bekar, 2013). Bu nedenle tüketici doğala dönmeyi istemektedir. “Yeşile dönüş” hareketi ile de tüketici doğal ürünlerle beslenmeyi ve tedavi edilmeyi talep etmektedir. Ayrıca kimyasal ve sentetik maddelerin yan etkileri de sağlık açısından tüketiciyi endişelendirmektedir. Bu yüzden doğala dönüş, tıbbi bitkilerin hayatımızda kullanımını yaygınlaştırmaktadır. Bitkiler tıp alanında kullanıldığı gibi gıda sanayiinde de yaygındır; birçok bitki tat, aroma, koku vermesi amacıyla gıdalara eklenmektedir. Bununla beraber, baharat haline gelen bitkilerin mikroorganizmalar üzerine etkileri de incelenmektedir (Çelik ve Çelik, 2007).

Bu çalışmada, kereviz tohumu yağının ve kereviz tozunun *Escherichia coli* O157:H7’nin ısıl direnci üzerine etkisinin yağsız sığır kıyması ortamında belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçların ısıl işlem uygulanan et ürünlerinin *E. coli* O157:H7 açısından mikrobiyal güvenliğinin sağlanmasına katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

BÖLÜM 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1. *Escherichia coli* O157:H7'nin Özellikleri ve Önemi

Escherichia coli O157:H7 Gram negatif, hareketli, % 6,5 NaCl içeren ortamda gelişebilen, donma sıcaklığına dirençli, ışınlama ve ısı uygulamalarında dirençsiz, çubuk şeklinde bir bakteridir. Yirmi dört saatte sorbitolü fermente edememesi, β -glukuronidaz enzim aktivitesine sahip olmaması (MUG-negatif) ve 44-45°C'de gelişememesi veya çok zor gelişebilmesi özellikleri ile diğer *Escherichia coli* suşlarından ayrılmaktadır (Coşansu ve Ayhan, 2000a; Tosun ve Gönül, 2003).

Escherichia coli O157:H7, çeşitli toksinleri üretebilen dünya çapında ciddi bir halk sağlığı sorununa neden olan salgınlarla ilişkili gıda kaynaklı zoonotik bir ajandır (Nguyen ve Sperandio, 2012).

Escherichia coli, insan bağırsağında bulunan fakültatif anaerob bir türdür. Bu bakteri genelde insanlara zararsızdır, ancak bazı suşları patojen olup, gastroenteritlere neden olurlar. Patojenik *Escherichia coli* yaygın olarak altı gruba ayrılır ve henüz karakterize edilememiş başka grupları da olabilir. Bunlar; enterohemorajik (EHEC), enterotoksijenik (ETEC), enteroinvaziv (EIEC), enteropatojenik (EPEC), enteroagregik (EAEC) ve difüze yapışan *Escherichia coli* (DAEC)'dir (Nataro ve Kaper, 1998; Balakrishnan ve ark., 2016).

Escherichia coli'nin antijenik analizi Kauffman (1966) tarafından O, K ve H yüzey antijenlerinin tanımlanması ile yapılmıştır. O antijenleri; somatik, termostabil, O1 ile O171 arasında numaralandırılmış, 100-120°C'de inaktive edilemez, alkolde parçalanamaz lipopolisakkaritlerdir. O antiserumu ile aglütine edilemeyen *Escherichia coli* suşlarının bulunduğu kültürün ısıtılması ile aglütine edilebilir hale geldiğinde oluşan antijene K denilmiştir. K antijenleri K1'den K103'e kadar

numaralandırılmış, hücre zarında veya kapsülünde A, L ve B'ne antijenlerine ayrılmaktadırlar. A antijeni daima kapsüler formda olup termostabildir, diğerleri ise hücre zarında bulunup termolabildirler. H antijenleri flagellar, protein yapıda, termolabil olup ısıya dayanıksızdırlar ve 100°C'de inaktive olmaktadır. Genelde hareketli *Escherichia coli* suşlarında bulunurlar. *Escherichia coli*'de 174 O antijeni, 80 K antijeni ve 56 H antijeni saptanmıştır (Orskov ve Orskov, 1985; Cicioğlu ve ark., 1986; Dinç, 2009).

Escherichia coli O157:H7 insanlara, taşıyıcı veya hasta hayvan temasıyla kontamine olmuş gıdanın tüketilmesi sonucu bulaşmaktadır. Suyun veya toprağın fekal yollarla kirlenmesi ise ekili alanlarda ürünlere taşınmasına neden olmaktadır (Tosun ve Gönül, 2003). İlk *Escherichia coli* O157'nin neden olduğu gıda zehirlenmesine az pişmiş hamburger etinin neden olduğu bildirilmiştir. *Escherichia coli* O157:H7 kıymada bulunabilmekte ve yetersiz pişirilmiş gıdanın tüketilmesi sonrasında ortaya çıkan şiddetli enfeksiyon özellikle yaşlılarda ve çocuklarda ölüme yol açabilmektedir. Etin bu mikroorganizma ile kontaminasyonu sağlıklı hayvanın intestinal sisteminde bulunan doğal floradaki etkenlerin daha sonra çeşitli etmenlerle dışkıdan bulaşmasından veya karkasın yüzülmesi esnasında hayvanın derisinden ete bulaşmasından kaynaklanmaktadır (Coşansu ve Ayhan, 2000a; Alişarlı ve Akman, 2004).

Escherichia coli O157:H7'nin doğal kaynağı başlıca sığır olmak üzere, koyun, geyik, kedi, köpek, domuz ve kuş gibi sıcakkanlı hayvanların bağırsak sistemidir. *Escherichia coli* serotipleri çoğu, sıcakkanlı hayvanın doğal florasında bulunmakta olup zararsızdır; ancak bazı suşları insan ve hayvanlarda patojen formda olup hastalık yapmaktadır. Kuzu, buzağı ve civciv gibi hayvanlarda kolibasillosis; ineklerde mastitis; kanatlılarda hava kesesi yangısı; kedi ve köpeklerde idrar yolları enfeksiyonlarına neden olmaktadır. (Nataro ve Kaper, 1998; Osaili ve ark., 2013).

Verotoksin üretebilen enterohemorajik bir suş olarak bu patojen, kanlı ishale neden olabilmektedir. Enfekte küçük çocuklarda, yaşlılarda ve bağışıklık sistemi zayıflamış hastalarda hemorajik kolitis, hemolitik üremik sendrom (HUS) ve trombotik

trombositopenik purpuraya ilerleyebilmektedir (Ertaş ve Gönülalan, 2010; Kakagianni ve Koutsoumanis, 2019).

Enterohemorajik *Escherichia coli* (EHEC); serotipi sorbitolü fermente edememesi ile bilinirken, Amerika Birleşik Devletleri'nde başlıca halk sağlığı sorunlarının önemli bir gıda kaynaklı patojeni olarak kabul edilmektedir, çünkü enfektif dozu düşüktür ve ishal, hemolitik üremik sendromu gibi ciddi hastalıklara neden olmaktadır (King ve ark., 2014).

1982'den beri *Escherichia coli* O157: H7'nin az pişmiş sığır eti, sığır kaynaklı çiğ süt, elma suyu, yoğurt, peynir, kavun, su ve yeşil salata tüketimi ile ilişkili gıda kaynaklı hastalıklara neden olduğu bildirilmektedir (Coia, 1998; Harris ve ark., 2003; Dontorou ve ark., 2003; Al-Nabulsi ve Holley, 2006). Ayrıca pastörize edilmemiş meyve suyu, taze sıkılmış meyve suları, fermente sucuk, salam, sosis, mayonez ve beyaz turp filizi gibi gıdaların da rol oynadığı belirtilmektedir (Bell, 2002; Temelli, 2002).

Dünyada yaşanan en büyük *Escherichia coli* O157:H7 salgını, Japonya'da 1996 yılında beyaz turp filizlerinden kaynaklı 9451 vakanın bildirilmesi sonucundan ortaya çıkmıştır. Bir sonraki yıl devam eden salgınlarda, aynı tohumdan gelişen alfalfa filizleri olduğu bildirilmiştir. Kontaminasyon hasat sırasında veya sonra işlenmesi sırasında çıktığı, nem ve ısı etkisiyle bakteri sayısında artış olduğu belirtilmiştir (Taormina ve Beuchat, 1999).

Escherichia coli O157:H7 insidansı 2000 yılında 100.000 kişilik bir popülasyonda 5,6 vaka, daha sonra 2015 yılında ise aynı sayıdaki popülasyonda 1,1 vakaya düşmüştür. Rapor edilen vakaların Shiga toksin üreten *Escherichia coli* (STEC) oranında da artış görülmüştür. 2012'den beri Shiga toksin üreten *Escherichia coli* enfeksiyonu, bugüne kadar en çok 2015 yılında 100.000 kişilik bir nüfus başına 0,6 vaka olarak belirlenmiştir (Essendoubi ve ark., 2019).

Escherichia coli O157:H7'nin neden olduğu hemorajik kolit ve hemorajik üremik sendromu yeterince pişmemiş etlerin tüketimi ile ortaya çıktığı belirlenmiştir. Bir hafta içerisinde iyileşmeyen hastaların % 5 ila % 10'unda hemolitik anemi, trombositopeni ve böbrek yetmezliğinin neden olduğu hemolitik üremik sendrom oluşmaktadır. Yaşlılarda merkezi sinir sisteminin de bozulması ile beyinlerinde kan pıhtısı oluşmakta ve genellikle ölümle sonuçlanmaktadır (Ertaş ve ark., 2013).

Mısır'da kesimhanelerden, marketlerden ve çiftliklerden alınan 50 adet sığır eti kıyması ve 50 adet tavuk eti kıymasında yapılan bir araştırmada, sığır kıyması numunelerinin % 6'sında, tavuk kıyması numunelerinin % 4'ünde *Escherichia coli* O157:H7 etkenine rastlanmıştır (Abdul-Raouf ve ark., 1996).

Coşansu ve Ayhan (2000b) tarafından yapılan bir çalışmada, fermentasyon ve kurutma işlemi ile Türk sucuğundaki *Escherichia coli* O157:H7 sayısını 3 logaritmalık bir azalmaya ve 4°C'de (% 55 nem içeriğinde) 4 ay depolanmasının bu patojeni tamamen tahrip etmesine neden olduğunu göstermiştir. *Escherichia coli* O157:H7 vakumlu numunelerde vakumlu olmayan ürünlere göre iki ay daha fazla dayanmıştır. pH değerindeki düşüşün bu bakteri üzerine etkili olmadığını, ancak düşük nem içeriğinin patojeni elimine etmede etkili olduğu ortaya konulmuştur.

Escherichia coli O157:H7'nin düşük pH'lı gıdalarda örneğin elma sirkesi, mayonez, et ürünleri, peynir, yoğurt gibi gıdalarda bile belli bir süre canlı kalabildikleri bildirilmiştir (Duffy ve ark., 2000). *Escherichia coli* O157:H7, pH 4 gibi düşük pH değerlerinde çoğalabilmektedir, ancak büyüme, pH'nın diğer faktörlerle etkileşmesine bağlıdır. *Escherichia coli* O157:H7'nin asit toleransı, bu patojenin, asitli yiyeceklerin yanı sıra mide içindeki asidik ortamında da hayatta kalmasını sağlayan önemli bir virülans faktörü olarak kabul edilmektedir (Wang ve Doyle, 1998).

Et, fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından mikrobiyolojik bozulmalara açık bir üründür. Et kesim, parçalama, depolama ve taşıma aşamaları sırasında ve diğer et ürünlerine (sucuk, salam, sosis vb.) dönüştürülürken bulaşma riski yüksektir.

Erzurum ilinde yapılan bir araştırmada kasap ve marketlerden toplanan 100 adet sığır kıyması numunesinde çeşitli patojenler saptanmıştır ve 3 tanesinde *Escherichia coli* O157:H7 bulunmuştur. Kıymaların mikrobiyolojik açıdan risk taşıması halk sağlığını tehdit ettiği belirtilmektedir. Ayrıca kıymanın çiğ veya yetersiz ısıtılma sonucu tüketilmesi de sakıncalıdır. Araştırmacılar kesim ve diğer işlemler sırasında veteriner kontrolünün sağlanması gerektiğini, üretim personelinin mutlaka bilgilendirilmesi ve eğitilmesi gerektiğini belirtmektedirler (Atasever ve Atasever, 2015).

Mikrobiyolojik risk analizi, gıda zincirindeki tehlikeler ile halk sağlığı üzerindeki gerçek riskler arasındaki olası bağlantıları değerlendirmede etkili bir araç olarak kabul edilmiştir. Mikrobiyolojik risk değerlendirmesinde, gıdalarda patojenlerin büyüme, hayatta kalma ve etkisiz hale gelme dinamikleri açıkça dikkate alınmalıdır. Prediktif mikrobiyoloji, ürün çiftlikten çatala zincirinden geçerken gıdalardaki mikrobiyal seviyelerdeki değişiklikleri tahmin etmede risk değerlendirme sürecinin önemli bir bileşeni olarak kabul edilmiştir. Bununla birlikte, sıcaklığın *Escherichia coli* O157:H7'nin büyümesi üzerindeki etkisini açıklayan birçok matematiksel model yayımlanmıştır (Kakagianni ve Koutsoumanis, 2019).

Juneja ve ark. (1997) tarafından yapılan bir çalışmada, süpermarketten alınan % 90 yağsız kıyma örneğine *Escherichia coli* O157:H7'nin 4 suşu aşılansmış ve farklı sıcaklık değerlerindeki D ve z değerleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar ise şöyledir; D değeri, 55°C'de 21,13 dakika; 57,5°C'de 4,95 dakika; 60°C'de 3,17 dakika; 62,5°C'de 0,93 dakika; 65°C'de 0,39 dakika ve z değerleri ise 4,94°C ile 9,25°C arasındadır.

Smith ve ark. (2001) tarafından yapılan bir çalışmada ise, % 4,8 yağlı kıyma örneğinde D değerleri, 55°C'de 20,08 dakika; 58°C'de 1,22 dakika; 61°C'de 0,32 dakika; 63°C'de 0,16 dakika ve z değeri ise 3,79°C olarak saptanmıştır.

2.2. Kereviz (*Apium graveolens L.*)

2.2.1. Kereviz bitkisinin özellikleri, yetiştirilmesi ve bileşimi

Kereviz kendine özgü duyusal ve beslenme özellikleri ile bilinen bir sebzedir, ayrıca; maydanozgiller ailesine ait önemli ticari bir tohum baharatıdır (İngallina ve ark., 2020). Kereviz; gıdaların lezzetlendirilmesinde ve tıbbi amaçlı olarak taze ot, sap, tohum, yağ ve oleorisin gibi çeşitli formlarda kullanılmaktadır. Kereviz tarih boyunca tıbbi amaçla veya baharat olarak kullanıldığı bilinen önemli bitkilerden birisidir (Başak ve Candan, 2008). Kereviz bitkisi dik saplı, çok dallı, koyu yeşil yapraklı ve tüysü yapıdadır; meyvesi ise kahverenginde yumurta şeklinde, basık ve çizgili bir yapıdadır (Altınığne ve Gönül, 1988).

Kereviz kışları ılık, yazları fazla sıcak ve kurak geçmeyen, özellikleri geceleri ve yağışların iyi bir şekilde dağıldığı veya sulanmasının yapıldığı yerlerde en iyi şekilde büyümektedir. Optimum üretim, ortalama sıcaklığının 16-21°C arasında değiştiğinde gerçekleşmektedir. Kereviz bazı subtropikal bölgelerde yetiştirilebilmektedir. Kereviz, donma sıcaklıklarına karşı hassastır, ancak iklimlendirme durumunda hafif donmasını kısa sürede tolere edebilmektedir. Yaprakları, sap ve köke göre ısıya daha dayanıklı olduğu bildirilmektedir (Peter, 2006).

Türkiye’de kereviz yetiştirilmesi çok eski olmamakla beraber, üretim ve tüketiminde son zamanda yükselme olmaktadır. Kereviz 2018 yılında; sap kereviz olarak üretim miktarı 2179 ton, kök kereviz olarak üretim miktarı 21603 tona ulaştığı bildirilmektedir (TUIK, 2019). Hindistan, yıllık 40000 ton kereviz üretmekte ve 29250 ton ihraç etmektedir (Kooti ve ark., 2014). Avrupa’da beyaz renkte bir çeşidi de yetişmektedir; beyaz kuşkonmaz gibi bu tür kereviz, direk güneş ışığından uzakta yetişmekte böylece klorofil üretilmemekte ve dolayısıyla yeşil renk üretimi engellenmektedir. Kaliforniya, kereviz ürününün yaklaşık % 75’ini üretmektedir (Sowbhagya, 2014).

Günümüzde kullanılan kereviz çeşitleri, yabani kerevizin seçimi, ayıklanması ve ıslahı ile meydana gelmiştir. Bu tür kereviz; Avrupa, Akdeniz Bölgesi, Kafkasya gibi yerlerde bulunmaktadır. İki yıllık bir sebze olup ilk yıl, azot bakımından zengin olan kök kısmı oluşmakta ve ikinci yılda çiçeklenme meydana gelmekte ve tohum bağlamaktadır. Yüz gram taze kök kereviz; 10-20 gram kadar olan kuru maddede, eterik yağ, şekerler, azotlu maddeler, bazı mineraller, nişasta, C vitamini, kolin ve tirozin ihtiva etmektedir (Altınığne ve Gönül, 1988; Parlak ve ark., 2018).

Kereviz karakteristik lezzetini monoterpenlerden (limonen, α - ve β -pinen, miren ile temsil edilir), seskiterpenlerden (genelde β -selinen) ve 3-n-bütülfitalit, sedanolid ve sedanenolid içeren ftalitlerden oluşan uçucu yağlardan almaktadır (Kooti ve ark., 2014).

Kereviz boyu 30 ila 40 cm yüksekliğinde ve ortak bir temelde birleştirilen konik bir şekilde düzenlenmiş yapraklı saplardan oluşur (Sowbhagya, 2014). Yaprakları, 15 cm ila 60 cm arasında uzayabilen yaprak sapı meydana getirmektedir. Renkleri açık yeşil ve yeşildir. Kereviz yaprakları direk olarak saplarıyla yemekte kullanılabilmekte veya kurutulularak da satılmaktadır; kurusu ise çeşitli yemeklerde tatlandırıcı olarak kullanılabilmekte hatta evcil hayvan yemi içerisine katılabilmektedir. Dünyanın farklı ülkelerinde kerevizin yaprak ve sapları salata yapımında da kullanılmaktadır (Peter, 2006). Bunlar sap kereviz olarak bilinen; “*Apium graveolens var. dulce*” ve “*Apium graveolens var. rapaseum*”dur. Genellikle salatalara, soslara ve güveç yemeklerine ilave edilmektedir (Kokotkiewicz ve Luczkiewicz, 2016).

Kereviz en küçük tohumlu sebzelerdendir, tohumları çok kısa, yaklaşık 1,3 mm uzunluğunda, kahve renkli, oval ve çıkıntılıdır (Sowbhagya, 2014). Kereviz tohumları eski zamanlardan beri Orta Doğu’daki geleneksel tıp sistemlerinde kullanılmaktadır. Bununla birlikte, kereviz tohumu yağının kullanımı, işlenmiş gıda endüstrisinin gelişmesiyle birlikte ortaya çıkmış olup, yağ ABD ve Avrupa’da yaygın olarak gıda aroma bileşeni olarak kullanılmaktadır (Peter, 2006).

Kereviz tohumları, oval, kahverengi ve keskin bir karakteristik aroması olan küçük boyutlu kurutulmuş kereviz meyvesidir (Chen ve ark., 2020). Kereviz tohumu; % 36,6 karbonhidrat, % 18,7 protein, % 15 toplam yağ, % 11 ham lif, % 8 toplam kül, % 8 nem, % 6 nişasta ve % 2 uçucu yağdan oluşur. Toplam yağdaki majör yağ asitleri petroselenik asit (% 64,3), linoleik asit (% 18), oleik asit (% 8,1), palmitik asit (% 6,9), stearik asit (% 1,4), linolenik asit (% 0,6); minör yağ asitleri ise; alfa-linolenik asit (% 0,6), cis-vakkenik asit (% 0,5), heksadesenoik asittir (% 0,1) (Lewis, 1984). Kereviz; potasyum, kalsiyum, magnezyum ve demir açısından zengindir, ayrıca yüksek oranda sodyum içerir. Yaklaşık iki saptan oluşan bir bardak doğranmış kereviz yaprağının 100 mg sodyum içerdiği bildirilmektedir (Sowbhagya, 2014; Destailats ve Angers, 2002).

Kereviz uçucu yağı, tohumun en işlevsel bileşenidir. *Apium graveolens* esansiyel yağının ticari üretiminde özel olarak üretilen sap kerevizin tohumları kullanılmaktadır. Tohumlar, % 1,5-% 2,5 oranında esansiyel yağ içerir, bunlar hidro veya buharla damıtılarak elde edilmektedir (Chen ve ark., 2020). Yağın yaklaşık % 60'ı limonen formda, % 10-15'i selinen formda bulunmaktadır (Kooti ve ark., 2014). Bununla birlikte, tipik aromadan sorumlu yağın önemli aroma bileşenleri, çok düşük seviyelerde (% 1-3) bulunan 3-n-bütül-4-5-hidroftalid (sedanenolid), 3-n-ftalid, sedanenolid ve sedanonik anhidrittir. Limonen, kereviz uçucu yağının baskın bileşeni olmasına rağmen, kerevizin karakteristik baharatlı tadı ve aromasını veren ftalit fraksiyonudur (Kokotkiewicz ve Luczkiewicz, 2016).

2.2.2. Kullanım alanları

Kerevizin kök kısmı yumrunun altında meydana gelmektedir. Kök kerevizde kökler daha kalın, sap kerevizde ise ince ve ağ şeklindedir. Kökler besin maddelerini emecek ince ve kılcal köklere sahiptir. Taze kereviz kökü kurutularak “kereviz kökü kurusu” olarak satılmaktadır. Bu ürün et, köfte, tavuk harçlarında, cipslerde, hazır çorbalarda ve çeşitli unlarda aroma ve tat vermek için kullanılmaktadır (Anonim, 2019). Kereviz yaprakları ve sapları İtalyan geleneksel mutfağında aroma verici

olarak ve bunun yanı sıra vitamin, karotenoid, lif, fenolik bileşenler, flavanoid ve tanen kaynağı olarak da kullanılmaktadır (İngallina ve ark., 2020).

Kereviz tohumu yağı; çorba, et, turşu ve sebze suları gibi her türlü hazır yiyeceklerin lezzetlendirilmesinde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Ayrıca kereviz tohumu yağı losyon, sabun ve krem gibi kozmetiklerde ve ilaç endüstrisinde de kullanılmaktadır (Mustorp ve ark., 2008). Kereviz tohumunun metanol ile ekstrakte edilmiş etken maddeleri herbisitler, mantar öldürücüler ve böcek öldürücüler olarak görev yapmaktadır (Momin ve Nair, 2001).

Kereviz suyu ve kereviz tozu işlenmiş et ürünleri ile oldukça uyumlu bir yapıdadır, çünkü kereviz çok az miktarda bitkisel pigment ve hafif bir lezzet profiline sahiptir. Ayrıca, bu bitkisel ürünler et ürünlerine ilave edildiklerinde etiketlerde “doğal aroma verici” olarak nitelendirilmektedir (Sebranek ve Bacus, 2007).

2.2.3. Sağlık üzerine etkileri

Kereviz, kalp fonksiyonlarını düzenleyebilmekte, kardiyovasküler hastalığın önlenmesinde, ayrıca kan basıncının düşürülmesinde etkili olabilmekte ve insülin salgılamak için pankreası uyarabilmektedir; böylece diyabet komplikasyonları azaltmak veya tedavi etmek için de kullanılabilir. Deneysel çalışmalar kerevizin antifungal ve antienflamatuar etkilerini rapor etmektedir (Kooti ve ark., 2014).

Ftalidlerden özellikle sedanenoloidin birçok sağlık yararı vardır. Kereviz ekstraktlarının birçok nutrasötik özelliklere (antioksidan, hipolipidemik, antitrombosit agregasyonu) sahip olduğu bildirilmektedir (Sowbhagya, 2014). Kereviz tohumunun uçucu yağı, gut ve romatizma iltihaplarında antiinflamatuar aktivite göstermektedir. Bu etkiler, antikarsinojenik ve nöroprotektif özelliklere sahip olduğu gösterilen sedanolid ve 3-n-bütilftalit gibi ftalidlerin varlığından da kaynaklandığı söylenmektedir. 3-n-bütilftalit, trombosit agregasyonunu inhibe etmekte, nöron apoptosisini azaltmakta, mitokondriyal fonksiyonu iyileştirmekte ve

oksidatif hasarı azaltmaktadır. Çin’de inme tedavisi için resmi olarak onaylanmıştır. Tıbbi uygulamaların yanı sıra, kereviz tohumu esansiyel yağı, çiçeksi parfümlerde bir bileşen ve fiksator olarak da kullanılmaktadır (Kokotkiewicz ve Luczkiewicz, 2016).

Kerevizin 2,15 ila 2,98 mg/100g arasında C vitamini ve 1,89 ila 2,97 mg/100g arasında beta karoten içerdiği belirtilmiştir (Shad ve ark., 2011). Kereviz iyi bir C vitamini kaynağıdır, bağışıklık sistemini de desteklemeye yardımcı olmaktadır. Serbest radikaller kolesterolü oksitleyebilmekte ve kalp krizi ya da felce neden olabilen yırtılmaya neden olabilecek plaklara yol açabilmektedir (Sowbhagya, 2014). Eklem iltihabında ve sırt ağrısında da kullanılabileceği söylenmiştir (Al-Snafi, 2014).

Kereviz, serbest radikallerin hücrelere zarar vermesini engellemeye yardımcı olan kumarin denilen bileşikler içerir, böylece hücrelerin kansere dönüşme potansiyelini artıran mutasyonları azaltmaktadır. Ayrıca, kumarinler kanser hücreleri de dahil olmak üzere potansiyel olarak zararlı hücreleri hedefleyen ve ortadan kaldıran bazı beyaz kan hücrelerinin bağışıklık savunucularının aktivitesini de artırmaktadır. Ayrıca çalışmalar, kerevizin kolesterolü düşürmeye ve detoksifikasyonu geliştirerek kanseri önlemeye yardımcı olabileceğini göstermektedir. Yüzde 85 3-n-bütülfalit içeren kereviz ekstraktının, artrit ve kas ağrıları için kullanılan romatizma tedavisinde etkili olduğu gösterilmiştir. Ek olarak, asetilenler olarak adlandırılan kereviz içindeki bileşiklerin, tümör hücrelerinin büyümesini durdurduğu gösterilmiştir (Sowbhagya, 2014).

2.2.4. Antimikrobiyel etkisi

Et ve et ürünlerinin *Escherichia coli* O157:H7 açısından güvenli hale getirilmesi için alternatif yollar araştırılmaktadır. Önemli adımlardan birisi de, bitki kaynaklı doğal antimikrobiyallerin eklenmesidir. Bitkilerden elde edilen doğal özütler ve uçucu yağlar, yıllardır gıdaların duyu kalitesini stabilize ederek ya da artırarak raf ömrünü uzatmak için kullanılmaktadır. Şu anda da, patojenik bakterileri inhibe etmek ve paketlenmiş gıdaların güvenliğini artırmak için bitkilerden, hayvanlardan

veya yararlı mikroorganizmalardan elde edilen doğal antimikrobiyellerin kullanıp kullanılmayacağı hakkında da çalışmalar yürütülmektedir (Han, 2003; Nadarajah ve ark, 2005).

Yapılan bir çalışmada, kerevizin sap ve yapraklarının *Escherichia coli* ile bazı bakteri ve mayalara karşı antimikrobiyal aktivitesi araştırılmıştır. Kerevizin metanol-su ekstraktının en yüksek antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu görülmüştür. Bu ekstraktlar hem bakteri suşları hem de maya suşları üzerinde farklı seviyelerde etki göstermişlerdir. Mikrodilüsyon testi bulgularına göre kerevizin metanol-su ekstraktının özellikle *Candida albicans* suşları üzerindeki etkisi ise dikkat çekici düzeydedir. Kerevizin yapısında yer alan fenolik ve nitrojen içeren bileşikler suda çözünür bileşiklerdir. Bu bileşiklerin de antimikrobiyal aktivitenin artmasında etki göstermiş olabileceği düşünülmektedir (Erdem, 2018).

Kerevizin kayda değer miktarda tanen, flavonoid, steroid, saponin içerdiğini bilinmektedir. Ancak terpenoid içeriği neredeyse yok denecek kadar azdır. Patojenik mikroorganizmalara karşı antimikrobiyel etkiden büyük miktarda flavonoidlerin sorumlu olabileceği bildirilmektedir. Yapılan bir çalışmada kerevizin metanol, etanol ve hekzan ekstraktlarının *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Psteropseda aeruginosa*, *Salmonella typhi* ve *Bacillus fellusus* üzerine antimikrobiyel etki gösterdiği belirlenmiştir (Din ve ark., 2015).

2.3. Sous Vide Yöntemi

Bu çalışmada, sabit sıcaklıkta homojen bir dağılım ve hızlı bir ısı iletimi sağladığından dolayı ısı işlem için sous vide yöntemi tercih edilmiştir. Sous vide yöntemi vakum paketlenmiş ürüne uygulanan ısı işlemle gıdanın besin değerini koruyarak uzun depolama koşullarında muhafaza edilebilmesini ve kullanılacağı zaman kolayca ısıtılıp tüketilebilmesini sağlayan bir yöntemdir. Sous vide ile gıdaların sıcaklıkları tam olarak kontrol edilebilmekte ve vakumlu ambalajlarda pişirilmektedir (Kıymetli ve Coşansu, 2016). Soğuk zincir sayesinde güvenilir, taze ve kaliteli ürünlerin tüketicilere ulaşmasını sağlamaktadır. Sous vide ambalajlanmış

ürünler marketler, okul kantinleri, oteller, hastaneler gibi geniş kullanım sahalarına sahiptir (Mol ve Özturan, 2009).

Bu yöntem ilk kez 1970’de Fransa’da aşçılık yapan George Pralus tarafından çiğ ürüne düşük ısı uygulaması yapılarak ortaya çıkmıştır (Schellekens, 1996). Bu yöntemde, gıda sıcaklığa dayanıklı plastik vakum poşetlerinin içerisine konulmakta ve daha sonra vakumlanarak ağız kısmı kapatılmaktadır. Vakumlanan poşet, sıcaklığı kontrol edilebilen içerisinde su sirkülasyonu olan kaba konularak belirli sıcaklıkta belirli süre pişirilmektedir. Sous vide cihazı, iç ısıtma elemanıya suyu istenen sıcaklığa ayarlayan (25 ila 100°C) bağımsız, taşınabilir, daldırılmalı bir sirkülatördür (Fiutko ve ark., 2019). Pişirildikten sonra poşet içerisindeki ürün çıkarılarak doğrudan veya ilave bir pişirme uygulanarak tüketilmekte ya da depolanmaktadır (Kıymetli ve Coşansu, 2016). Sous vide yöntemi ile pişirilen ürünün rengini, lezzetini veya yapısını iyileştirmek için kızartma, fırınlama gibi ilave ısıl işlemlerle birleştirilebilmektedir. Bu teknikler bir gıdanın yüzey rengini değiştirebilir ancak varolan patojenleri yok etmede etkili değildir (Stringer ve Metris, 2018).

Sous vide yönteminin kazandırdığı avantajlardan bahsedecek olursak; ürünün tekstürel ve karakteristik özelliklerini koruyarak, kalitesine zarar vermeden ürünün dış yüzeyine hava etkisini engellemektedir. Kısa sürede istenen sıcaklıkta ve sürede az iş gücüyle uygulanabilen kolay bir yöntemdir. Ayrıca sıcaklık ve süre bakımından kontrol edilebildiği için gıdanın güvenilirliği açısından tehlike arz etmez ve çok pişirmenin önüne geçmesi sağlamaktadır. Bu avantajları ile birlikte sous vide yönteminin dezavantajları da bulunmaktadır; kullanılan materyalin temin edilmesi ve maliyeti açısından zorluğu bulunmaktadır. Ambalaj filmleri, vakum poşetleri vs. maliyetleri arttırmaktadır (Mol ve Özturan, 2009). Ürüne uygulanan ısıl işlem düşük sıcaklıklarda olduğu için ürünün, özellikle et ürünlerinde olmak üzere pişirilmesi saatler sürebilmektedir ve eğer ürün üzerinde kahve rengi arzu ediliyorsa Maillard reaksiyonu için ürüne tekrar bir işlem uygulamak gerekir, bu da zaman kaybına neden olmaktadır (Ruiz-Carrascal ve ark., 2019). Özellikle yaz aylarında soğuk zincirin korunması zor olabileceği için daha fazla denetim ve kontrol gerektirmektedir (Mol ve Özturan, 2009). Bu nedenle prosesteki üretim akış planına

göre, kritik kontrol noktaları belirlenmeli ve risk analizleri yapılmalıdır. Ayrıca balık ve kümes hayvanları gibi yumuşak etlerde yüksek basınç ile vakumlama yapılması doku kalite kaybına neden olabilmektedir (Yılmaz, 2014).



BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada kullanılan ticari kereviz tohumu yağı (Defne & Doğa Şirketler Grubu, Antalya, Türkiye) ve kereviz tozu (Fx Food Fonksiyonel Gıda Ürünleri, Antalya, Türkiye) piyasadan temin edilmiştir.

Kullanılan dana kıyma (< % 5 yağ) ise yerel bir kasaptan alınmış, soğuk zinciri ile laboratuvara getirilmiş ve kullanılıncaya kadar -20°C’de dondurularak depolanmıştır. *Escherichia coli* O157:H7 saf kültürü Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü kültür koleksiyonundan temin edilmiştir. Saf kültür % 15 gliserol içeren Tryptic Soy Broth içinde -80°C’de muhafaza edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Kullanılan ekipman

Çalışmada kullanılan başlıca ekipman; sous vide pişirici (Polyscience Sous Vide Pro. Creative Series, CRC-AC2E, ÖRKA, İstanbul), soğutmalı santrifüj (Hettich-Universal, 320R, USA), Vakum Makinesi (EVM, AC2E, Elektrola, ÖRKA, İstanbul), inkübatör (Mikrotest 55, Mikrotest Laboratuvar Cihazları), su banyosu (WiseBath), tüp karıştırıcı (Velp Scientifica ZX3 Advanced Vortex Mixer), ısıtıcılı manyetik karıştırıcı (MTOP MS300HS), mikropipet (Eppendorf Research Plus), hassas terazi (RADWAG AS 220.R2) dir.

3.2.2. Duyusal analiz

Duyusal olarak kabul edilebilir en yüksek kereviz tohumu yağı ve kereviz tozu miktarını belirlemek için duyusal analiz yapılmıştır. Bu amaçla üçer farklı konsantrasyonda kereviz tohumu yağı (% 1, 2, 3; h/a) ve kereviz tozu (% 1, 3, 5; h/a) ilave edilmiş kıyma örnekleri hazırlanmıştır. Örnek grupları 100 g kıyma için 5,5-6 mL bitkisel sıvı yağ ilave edilerek ayrı tavalarda pembelik kalmayacak şekilde karıştırılarak pişirilmiştir. Pişirme süresi kereviz tohumu yağı ilave edilen örneklerde 6 dak, kereviz tozu ilave edilen örneklerde 11 dakikadır. Örnekler rastgele kodlanarak 6 kişiden oluşan panelist grubuna sunulmuştur. Panelistlerden örnekleri tat/lezzet, koku, görünüş, sertlik, sululuk ve aroma açısından değerlendirmeleri istenmiştir. Değerlendirmede 5'li hedonik skala (1:çok kötü; 2:kötü; 3:orta; 4:iyi; 5:çok iyi) kullanılmıştır. Duyusal analizde kullanılan form EK-1'de sunulmuştur. Tüm panelistlerden alınan puanların ortalaması 3 veya daha yüksek olan örnek grupları kabul edilebilir olarak değerlendirilmiştir.

3.2.3. *Escherichia coli* O157:H7 inokülumunun hazırlanması

Escherichia coli O157:H7 stok kültüründen 100 µL alınarak 10 mL'lik % 0,6 maya ekstraktı ilave edilmiş Tryptic Soy Broth (TSBYE) besiyerine aktarılmış ve 37°C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında aktif kültürden 100 µL alınarak yine 10 mL TSBYE besiyerine aktarılmış ve 37°C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında aktif kültür santrifüj tüpüne aktarılmış ve 4°C'de 5000 devir/dakika hızda 15 dakika santrifüjlendikten sonra süpernatant kısmı uzaklaştırılmıştır. Tüp içerisinde kalan peletin üzerine 10 mL steril peptonlu su (% 0,1 pepton) ilave edilerek vortex ile karıştırılmış ve tekrar santrifüjlenmiştir. Aynı işlem 2 kez daha tekrar edilerek besiyeri kalıntıları tamamen uzaklaştırılmıştır. Son olarak kalan peletin üzerine steril peptonlu su ilave edilerek orijinal hacme tamamlanmış ve inokulum kullanıma hazır hale getirilmiştir. *Escherichia coli* O157:H7 inokulumu ısıtılacağı zaman hazırlanmış ve aynı gün içinde kullanılmıştır (Huang ve Juneja, 2003).

3.2.4. Kıyma örneklerinin hazırlanması ve inokülasyonu

Çalışmada kullanılan kıyma örneği, soğuk zinciri korunarak laboratuvara getirilmiş ve 150-200 gramlık porsiyonlar halinde -20°C’de muhafaza edilmiştir. İnokülasyon işleminden önce 14-16 saat buzdolabında bekletilerek çözündürülmüştür. Çözündürülen kıyma üç gruba ayrılmıştır. Birinci grup kıyma örneğine % 2 (h/a) kereviz tohumu yağı, ikinci grup kıyma örneğine % 3’er (a/a) kereviz tozu olacak şekilde ilave edilmiş ve homojen dağılım sağlamak için karıştırılmıştır. Üçüncü grup kıyma örneği ise kontrol grubu olup kereviz tohumu yağı veya kereviz tozu ilave edilmemiştir. Daha sonra her bir örnek grubundan 5’er gramlık porsiyonlar yüksek sıcaklığa dayanıklı poşetlere (EVP-SV1520-100, 15x20 cm, Elektrola, ÖRKA, İstanbul) aktarılmış ve -20°C’de depolanmıştır.

İnokülasyon için örnekler dondurucudan çıkarılıp ortam sıcaklığında 20 dakika bekletilerek çözünmesi sağlanmıştır. Daha sonra 3.2.3’te anlatıldığı şekilde hazırlanan *Escherichia coli* O157:H7 inokulumundan 100 µL alınarak poşet içindeki kıyma örneğinin üzerine aktarılmış ve iki dakika süreyle elle masaj yapılarak inokulumun kıyma içinde homojen dağılması sağlanmıştır. *E. coli* O157:H7 kıyma örneklerine 7 log kob/g düzeyinde inoküle edilmiştir. Ardından poşet içeriği düz bir zemine bastırılarak kıyma örneği 1 mm kalınlığında bir tabaka olacak şekilde yayılmış ve vakum poşetinin ağız kısmı vakumlama cihazı ile kapatılmıştır.

3.2.5. Kıyma örneklerinin sous vide yöntemi ile pişirilmesi

Isıl işlem dört farklı sıcaklıkta (55; 57,5; 60; 62,5°C) gerçekleştirilmiştir. Sous vide cihazı sabit sıcaklığa geldikten sonra yukarıda anlatıldığı şekilde hazırlanan örnekler aralıklı olarak metal poşet standına yerleştirilerek cihaz içine konulmuştur. Toplam ısıl işlem süresi sıcaklığa bağlı olup; 55°C’de 60 dak, 57,5°C’de 20 dak, 60°C’de 11 dak ve 62,5°C’de 5 dak olarak uygulanmıştır. Örnek grubuna göre 55°C’de 5-10 dak, 57,5°C’de 2-3 dak, 60°C’de 1-2 dak ve 62,5°C’de 30 s aralıklarla örnekleme yapılmıştır. Her bir grup için en az sekiz örnekleme yapılması planlanmıştır.

Belirlenen süre sonunda ısıt işleminin tamamlanan örnek hızla soğutmak amacıyla içinde buz ve su karışımı bulunan kaba alınmıştır.

3.2.6. *Escherichia coli* O157:H7'nin sayımı

Escherichia coli O157:H7'nin sayımı Miller ve ark. (2010)'na göre yapılmıştır. Sous vide pişirme işlemi sonrasında soğutulan örneklerin üzerine 10'ar mL MRD ilave edilip 5 dak süreyle homojenize edilmiştir. Daha sonra steril peptonlu su (% 0,1 pepton) ile seri dilüsyonlar hazırlanmıştır. Uygun dilüsyonlardan TSA besiyerine 0,1 mL aktararak drigalski spatülü ile yayılmış ve petri kutuları 3 saat süreyle oda sıcaklığında (~25°C) inkübasyona bırakılmıştır. Üç saatlik inkübasyonun ardından TSA üzerine 50°C sıcaklıktaki selektif katı ilave edilmiş Sorbitol MacConkey (SMAC) Agar besiyerinden 10 ml aktarılmış ve TSA besiyerinin üzerini tamamen kaplaması sağlanmıştır. SMAC Agar katılaştıktan sonra petri kutuları 37°C'de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyonun sonunda TSA ve SMAC Agar arasında oluşan tipik koloniler *Escherichia coli* O157:H7 olarak sayılmış, sonuçlar log kob/g olarak ifade edilmiştir.

3.2.7. D değerlerinin hesaplanması

“D değeri” canlı organizma sayısının, sabit bir sıcaklıkta % 90'ının azalma süresi olarak tanımlanmaktadır. D değerindeki 1 logaritma birimi değişim için gerekli sıcaklık değişimi ise “z değeri” ile ifade edilmektedir (Stringer ve ark., 2000; Berk, 2013). D değerleri GlnaFiT (MS Excel, GlnaFiT version 1.6) programları kullanılarak hesaplanmıştır (Geeraerd ve ark., 2005). Öncelikle her bir sıcaklık için elde edilen *Escherichia coli* O157:H7 sayıları logaritmik birime çevrilmiş ve Excel'de zamana karşı tablolara işlenmiştir. İnaktivasyon verileri GlnaFiT programında log lineer model kullanılarak analiz edilmiştir. Log lineer model (Bigelow ve Esty, 1920) için eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$\log_{10}(N) = \log_{10}(N_0) - t/D \log_{10}(N_0) - k_{max} \times t/\ln(10)$$

Formülde N , t zamandaki hücre sayısı (kob/g); N_0 , başlangıç hücre sayısı (kob/g), k_{max} , maksimum inaktivasyon hızıdır (1/sa). En az beş veri içeren inaktivasyon eğrileri D değeri hesaplamada kullanılmış olup, belirleme katsayısı (r^2) 0,95 veya daha büyüktür. D değeri aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$D \text{ değeri} = 2,303/k_{max}$$

3.2.8. z değerlerinin hesaplanması

Her bir örnek grubunda her bir sıcaklık için elde edilen D değerlerinin logaritması Excel programında sıcaklığa karşı grafiğe işlenmiş ve eğrinin eğiminden aşağıdaki formülle z değerleri hesaplanmıştır.

$$z = -1/\text{eğim}$$

3.2.9. Su aktivitesi ölçümü

Örneklerin su aktivitesi değerleri Aqualab su aktivitesi ölçüm cihazı (Model Series 3, Decagon Devices, Pullman, WA) ile belirlenmiştir. Yaklaşık 3 g örnek cihazın örnek kabına aktarılmış ve kabın tabanına homojen şekilde yayılmıştır. Cihazın sensörlerinin bulaşmaması için örnek kabının en fazla yarıya kadar dolu olmasına dikkat edilmiştir. Ölçüm yapmadan önce en az 15 dak süreyle cihaz çalıştırılarak ısınması sağlanmıştır. Cihaz hazır hale geldiğinde örnek haznesine yerleştirilerek oda sıcaklığında ölçüm yapılmıştır.

3.2.10. İstatistiksel değerlendirme

Denemeler iki tekerrürlü yürütülmüştür. Bağımsız iki denemede elde edilen verilerden hesaplanan D değerleri kullanılarak SPSS (IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0) paket programı ile varyans analizi yapılmış, gruplar arası farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile belirlenmiştir ($\alpha = 0,05$).

BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Duyusal Analiz Sonuçları

Çalışmada kullanılan kereviz tohumu yağı (KTY) ve kereviz tozu (KT) konsantrasyonun belirlemek amacıyla duyusal analiz yapılmış, KTY (% 1, 2, 3) ve KT (% 1, 3, 5) ilave edilip pişirildikten sonra oda sıcaklığında panelistlere sunulmuştur. Panelistlerden sunulan örnekleri 5'li hedonik skalaya göre değerlendirmeleri istenmiştir. Duyusal analiz sonuçları Tablo 4.1. ve Tablo 4.2.'de gösterilmiştir. % 1, % 2 ve % 3 oranında kereviz tohumu yağı ilave edilen örnekler tüm duyusal kriterler için 3'ün üzerinde puan almışlardır. Görünüş hariç diğer tüm duyusal kriterlerde kontrol grubu ile KTY ilave edilen örnekler arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). Duyusal analiz sonuçlarına göre % 2 KTY ilave edilen örnekler genel olarak % 1 ve % 3 KTY ilave edilen örneklerden daha yüksek puan almıştır (Tablo 4.1.). Bu nedenle duyusal özellikler açısından kabul edilebilir en yüksek KTY konsantrasyonunun % 2 olduğuna karar verilmiştir.

Tablo 4.1. Kereviz tohumu yağı (KTY) ile yapılan duyusal analiz sonuçları

Duyusal Kriter	Kontrol	% 1 KTY	% 2 KTY	% 3 KTY
Tat	3,67 ± 1,03	3,33 ± 1,21	3,50 ± 1,05	3,17 ± 0,98
Koku	3,11 ± 1,17	3,33 ± 1,03	3,67 ± 1,21	3,50 ± 1,05
Görünüş	3,17 ± 0,41 a	3,83 ± 0,75 ab	4,17 ± 0,75 b	3,33 ± 0,82 ab
Sertlik	3,50 ± 1,05	3,17 ± 0,98	3,50 ± 0,84	3,17 ± 0,98
Sululuk	3,33 ± 0,82	3,17 ± 0,98	3,50 ± 1,22	3,00 ± 1,10
Aroma	3,83 ± 0,75	3,50 ± 1,05	3,83 ± 1,17	3,00 ± 1,10
Genel değerlendirme	3,42 ± 0,92	3,33 ± 1,21	3,67 ± 1,03	3,00 ± 1,26

(n=10; 1= çok kötü, 2= kötü, 3= normal, 4= iyi, 5= çok iyi)

a-b aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

Kereviz tozu (% 1, % 3, % 5) ilave edilen örneklerin tamamının duyusal puanları kontrol örneğinden daha düşük olmakla birlikte tat ve aroma dışındaki kriterler için

söz konusu farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). Kıymaya % 5 kereviz tozu ilavesi tat ve aroma puanlarını önemli oranda düşürmüştür ($p<0,05$). Benzer şekilde % 5 kereviz tozu ilave edilen örnek grubunda koku kriteri için verilen puanların ortalaması 3'ün altındadır (Tablo 4.2.). Duyusal analiz sonuçlarına göre kabul edilebilir en yüksek kereviz tozu konsantrasyonu % 3 olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.2. Kereviz tozu (KT) ile yapılan duyusal analiz sonuçları

Duyusal Kriter	Kontrol	% 1 KT	% 3 KT	% 5 KT
Tat	4,17 $\pm$ 0,75 a	3,17 $\pm$ 1,17 ab	3,17 $\pm$ 0,98 ab	2,67 $\pm$ 1,51 b
Koku	4,17 $\pm$ 0,98	3,50 $\pm$ 0,84	3,17 $\pm$ 1,33	2,67 $\pm$ 1,63
Görünüş	4,67 $\pm$ 0,52	3,83 $\pm$ 0,98	4,17 $\pm$ 0,75	4,00 $\pm$ 1,26
Sertlik	4,17 $\pm$ 0,75	3,50 $\pm$ 1,22	4,00 $\pm$ 0,89	4,00 $\pm$ 1,10
Sululuk	3,83 $\pm$ 1,47	3,17 $\pm$ 1,33	3,50 $\pm$ 1,52	3,83 $\pm$ 1,47
Aroma	4,17 $\pm$ 0,75 a	3,33 $\pm$ 1,03 ab	3,00 $\pm$ 1,10 ab	2,33 $\pm$ 1,51 b
Genel değerlendirme	4,33 $\pm$ 0,52	3,50 $\pm$ 1,22	3,33 $\pm$ 1,03	3,00 $\pm$ 1,41

(n=10; 1= çok kötü, 2= kötü, 3= normal, 4= iyi, 5= çok iyi)

a-b aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

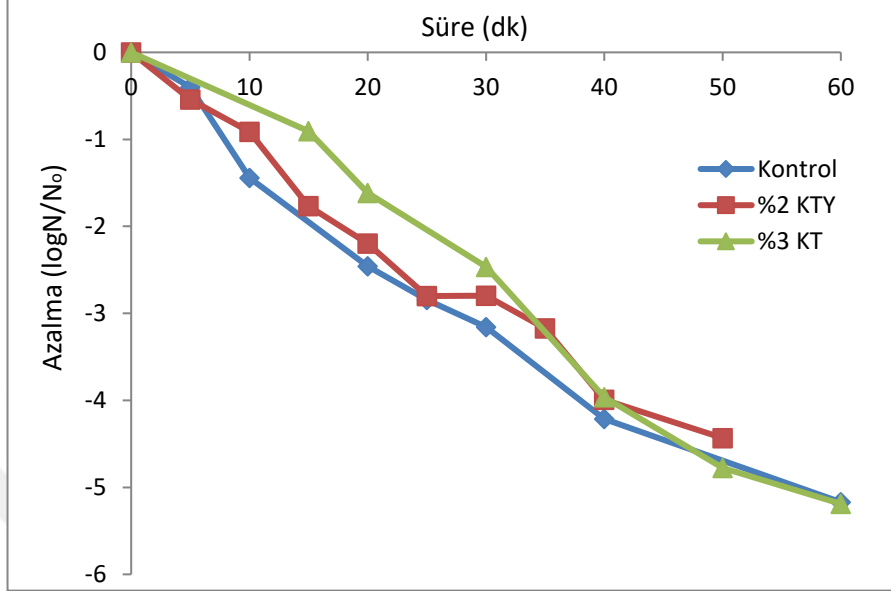
4.2. Su Aktivitesi Ölçüm Sonuçları

Duyusal analiz sonuçları dikkate alınarak termal inaktivasyon denemelerinde kullanılacak KTY ve KT konsantrasyonları sırasıyla % 2 ve % 3 olarak belirlenmiştir. Su aktivitesi bakterilerin ısıl direnci üzerine etkilidir ve su aktivitesi değeri düştükçe ısıl direnç artmaktadır (Syamaladevi ve ark., 2016). Kontrol (% 0 KTY/KT), % 2 KTY ve % 3 KT ilave edilmiş kıyma örneklerinin su aktivitesi değerleri $0,981 \pm 0,001$ olarak ölçülmüş olup, kıymaya çalışmada kullanılan konsantrasyonlarda kereviz yağı veya kereviz tozu ilavesinin su aktivitesi değeri üzerine etki etmediği gözlenmiştir.

4.3. Termal İnaktivasyon Denemelerine Ait Sonuçlar

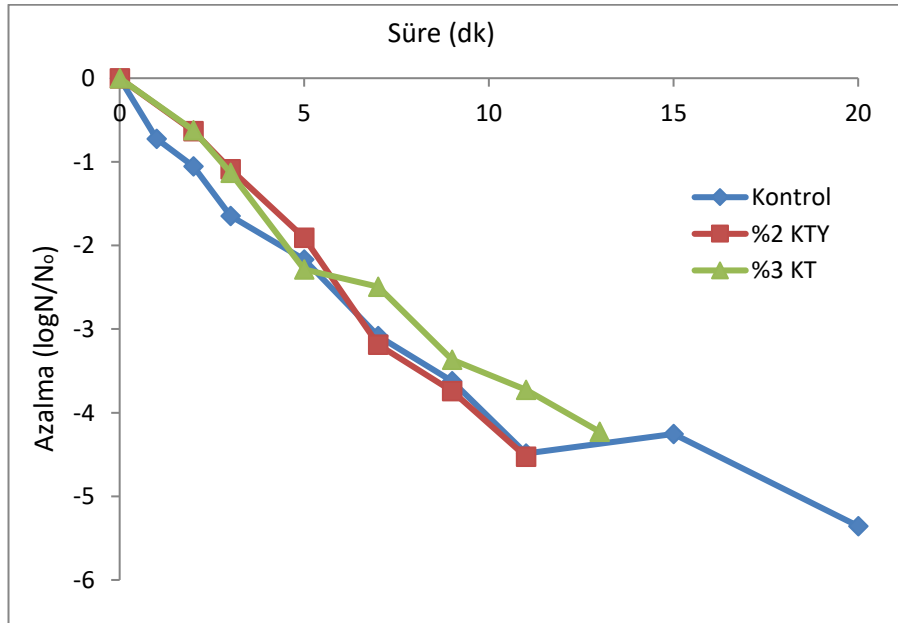
Çalışmada % 2 KTY ve % 3 KT ilave edilen kıyma örneklerine 6-7 log kob/g düzeyinde *Escherichia coli* O157:H7 55; 57,5; 60 ve 62,5°C'de ısıl işlem

uygulanmış ve patojenin sayısında zamana bağlı meydana gelen azalma tespit edilmiştir. Patojenin sayısında en az 5 logaritma birimi azalma olacak sürede ısı işlem uygulanmıştır.



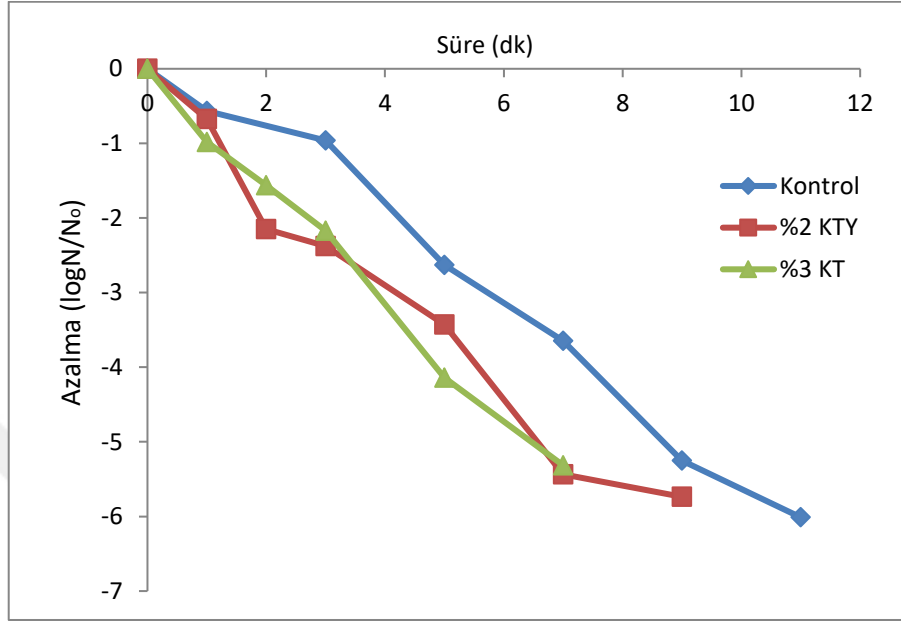
Şekil 4.1. *E.coli* O157:H7 sayısında 55°C'de meydana gelen logaritmik azalma miktarları

55°C'de ısı işlem uygulanan KTY ilave edilen örneklerde 5 log birimi azalma için 50 dakika ısı işlem uygulanırken, kontrol örneklerine ve KT ilave edilen örneklerle toplam 60 dakika ısı işlem uygulanmıştır (Şekil 4.1.).



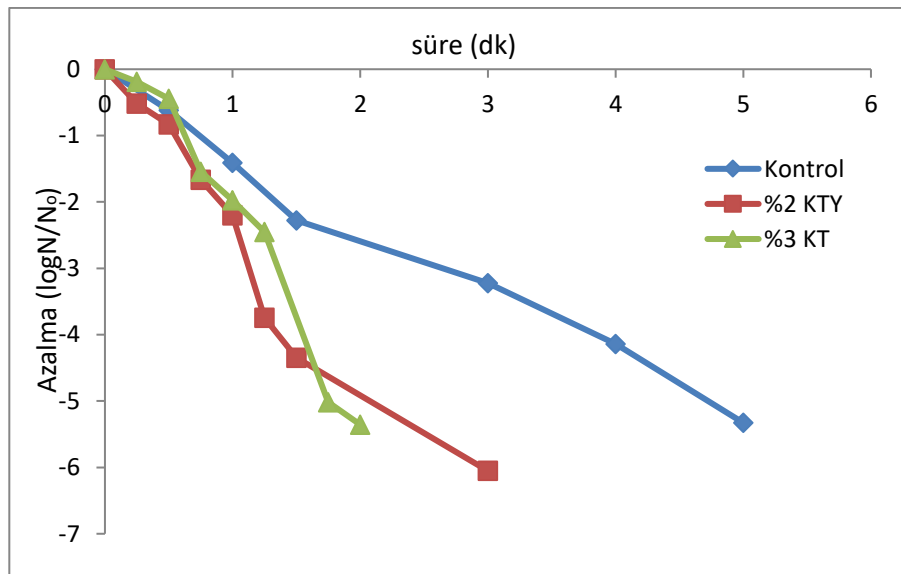
Şekil 4.2. *E.coli* O157:H7 sayısında 57,5°C'de meydana gelen logaritmik azalma miktarları

Yaklaşık 5-6 log birimi azalma için 57,5°C’de kontrol örneklerine 20 dakika ısıt işlem uygulanırken, kereviz yağı ilave edilen örneklere toplam 11 dakika ve kereviz tozu ilave edilenlere ise on üç dakika ısıt işlem uygulanmıştır (Şekil 4.2.).



Şekil 4.3. *E.coli* O157:H7 sayısında 60°C’de meydana gelen logaritmik azalma miktarları

KTY ve KT ilave edilen örneklere toplam 9 dakika ısıt işlem uygulanırken, 60°C’de ısıt işlem uygulanan kontrol örneklerinde 5 log birimi azalma için 11 dakika ısıt işlem uygulanmıştır (Şekil 4.3.).



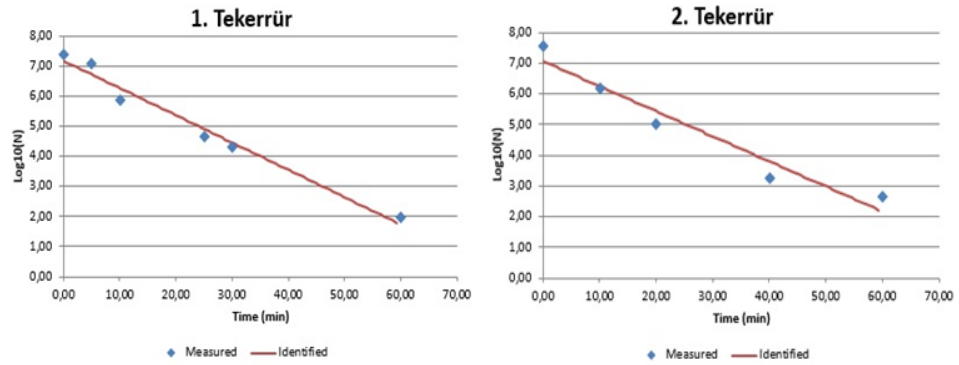
Şekil 4.4. *E.coli* O157:H7 sayısında 62,5°C’de meydana gelen logaritmik azalma miktarları

62,5°C’de ısıt işlem uygulanan kontrol örneklerinde 5 log birimi azalma için 5 dakika ısıt işlem uygulanırken, kereviz yağı ve kereviz tozu ilave edilen örneklere toplam 2 dakika ısıt işlem uygulanmıştır (Şekil 4.4.).

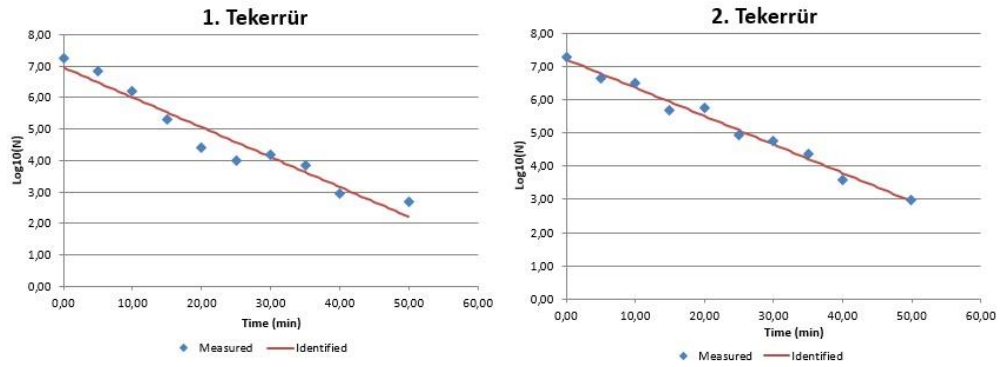
4.4. D Değerlerinin Hesaplanması

Isıt işlem sırasında belirli aralıklarla örnekleme yapılarak canlı kalan hücre sayısı belirlenmiştir. Canlı hücre sayısı logaritmik birime çevrildikten sonra her bir tekerrür için GlnaFit programında log lineer modele göre (Bigelow ve Easty, 1920) D değeri hesaplanmış ve iki tekerrür ortalaması alınmıştır. Kıyma örneklerine az 5 log birimi azalma olacak şekilde ısıt işlem uygulanmıştır. Kontrol grubu, % 2 KTY ilave edilmiş örnek grubu ve % 3 KT ilave edilmiş örnek grubu olarak toplam üç farklı grupta değerlendirme yapılmıştır.

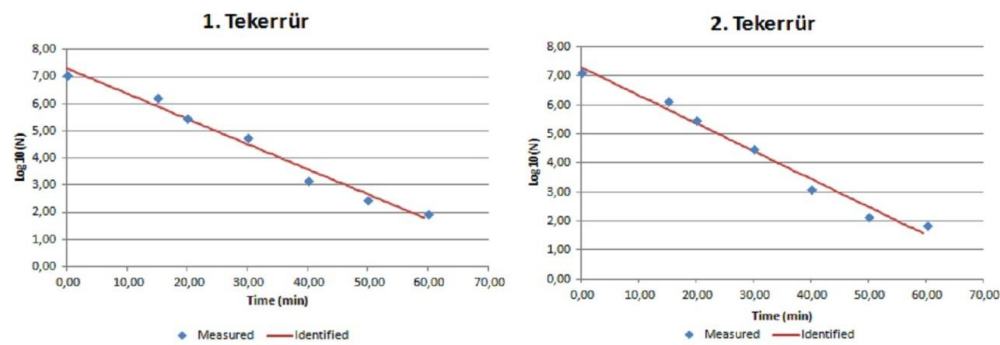
55°C’de ısıt işlem uyguladığımız üç grup için de ısıt işlem süresinin artmasıyla *Escherichia coli* O157:H7 sayısı azalmış olup; Şekil 4.5., Şekil 4.6. ve Şekil 4.7.’de gösterilmiştir.



Şekil 4.5. 55°C’de ısıt işlem uygulanan kontrol örneklerine ait inaktivasyon eğrileri



Şekil 4.6. 55°C’de ısıt işlem uygulanan % 2 kereviz tohumu yağı ilave edilmiş örneklerle ait inaktivasyon eğrileri



Şekil 4.7. 55°C’de ısıt işlem uygulanan % 3 kereviz tozu ilave edilmiş örneklerle ait inaktivasyon eğrileri

Kontrol örneklerinde 55°C’de 60 dakikalık ısıt işlem sonunda *E. coli* O157:H7 sayısında yaklaşık 5 log birimi azalma meydana gelmiştir (Şekil 4.7.).

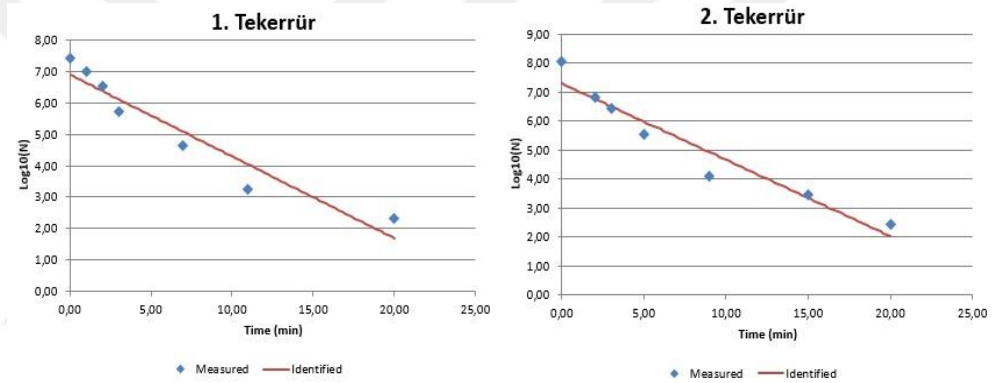
Tablo 4.3. Sıcaklıklara göre D değerleri

Sıcaklık (°C)	Muamele	D değeri (Ortalama ± SD)	r ² (Ortalama ± SD)
55	Kontrol	11,64 ± 0,86 a	0,96 ± 0,02
	% 3 KT	10,59 ± 0,28 a	0,98 ± 0,00
	% 2 KTY	11,11 ± 0,74 a	0,96 ± 0,03
57,5	Kontrol	3,82 ± 0,04 a	0,93 ± 0,01
	% 3 KT	3,02 ± 0,15 b	0,96 ± 0,02
	% 2 KTY	2,36 ± 0,40 b	0,99 ± 0,00
60	Kontrol	1,78 ± 0,03 a	0,97 ± 0,01
	% 3 KT	1,31 ± 0,05 b	0,98 ± 0,01
	% 2 KTY	1,43 ± 0,04 c	0,95 ± 0,04
62,5	Kontrol	0,99 ± 0,03 a	0,97 ± 0,01
	% 3 KT	0,35 ± 0,01 b	0,95 ± 0,00
	% 2 KTY	0,41 ± 0,12 b	0,96 ± 0,03

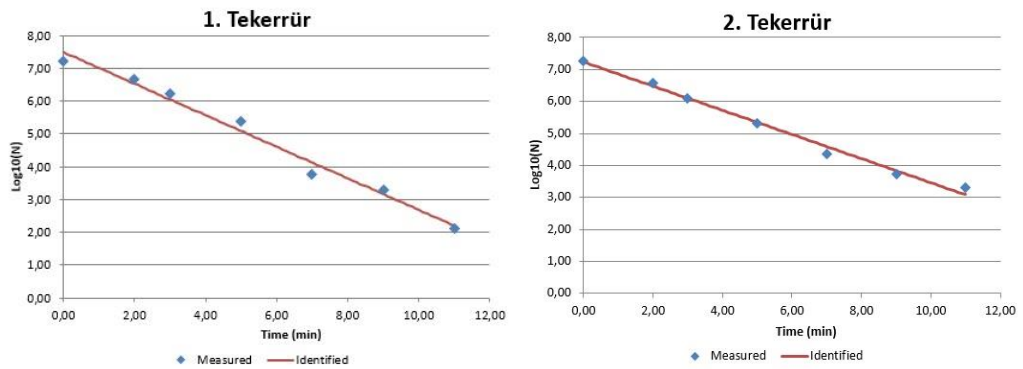
a-c: Her bir sıcaklık için farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).

55°C’de % 2 KTY eklenmiş örnek grubunda D değeri 11,11 dakika ve % 3 KT eklenmiş örnek grubunda ise 10,59 dakikadır. % 2 KTY ve % 3 KT ilave edilmiş örneklerde *E. coli* O157:H7’nin 35°C’deki D değeri kontrol örneklerine göre daha düşük olmakla birlikte fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). KTY veya KT ilave edilmeyen kontrol örneğinde patojenin ortalama D değeri 11,64 dakika olarak hesaplanmıştır ($r^2=0,96$, Tablo 4.3.).

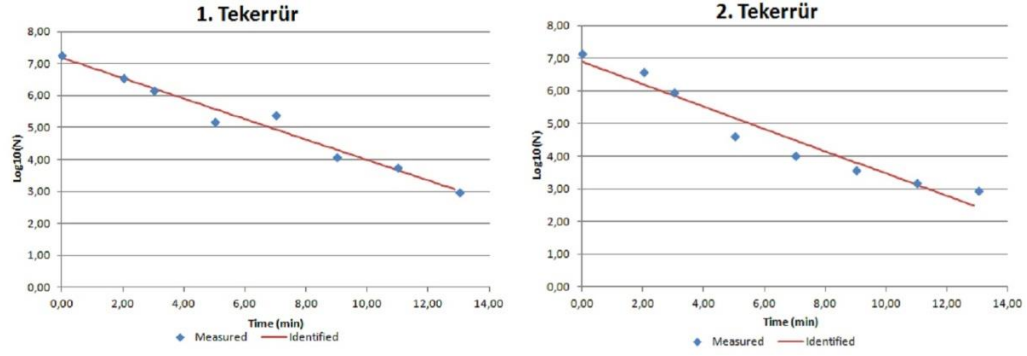
57,5°C’de ısıtıl işlem uygulanan üç grup için de ısıtıl işlem süresi artmasıyla meydana gelen *Escherichia coli* O157:H7 sayısındaki azalma Şekil 4.8., Şekil 4.9. ve Şekil 4.10.’da gösterilmiştir.



Şekil 4.8. 57,5°C’de ısıtıl işlem uygulanan kontrol örneklerine ait inaktivasyon eğrileri



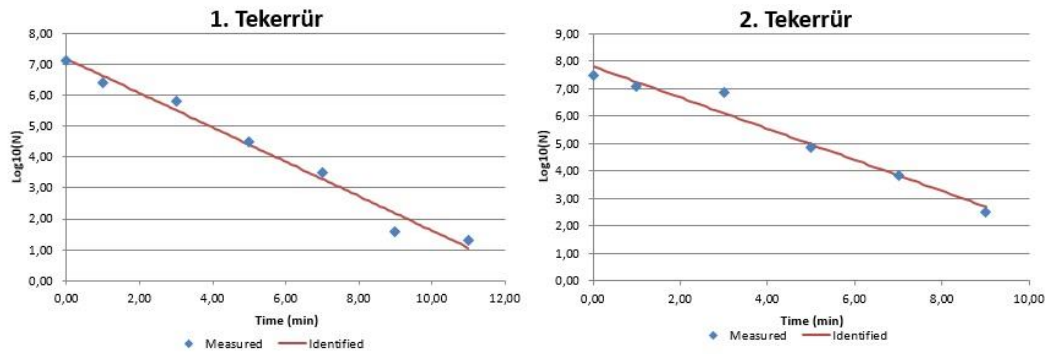
Şekil 4.9. 57,5°C’de ısıtıl işlem uygulanan % 2 kereviz tohumu yağı ilave edilmiş örneklere ait inaktivasyon eğrileri



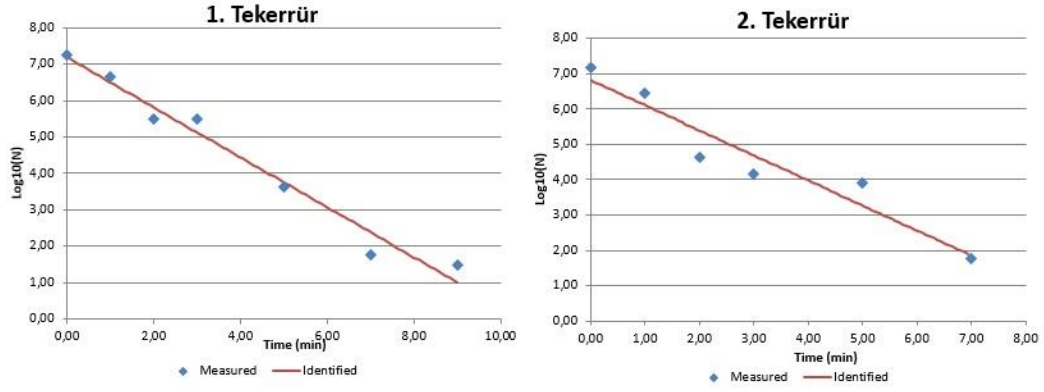
Şekil 4.10. 57,5°C’de ısıt işlem uygulanan % 3 kereviz tozu ilave edilmiş örneklere ait inaktivasyon eğrileri

57,5°C’de uygulanan ısıt işlem sonucu D değerleri Tablo 4.3’te gösterilmiştir. Kontrol grubu ile % 3 kereviz tozu ilave edilmiş örnek grubunun D değerleri arasındaki fark 0,8 dakika iken, % 2 kereviz tohumu yağı ilave edilmiş örnek grubu arasındaki fark 1,46 dakikadır ($p < 0,05$).

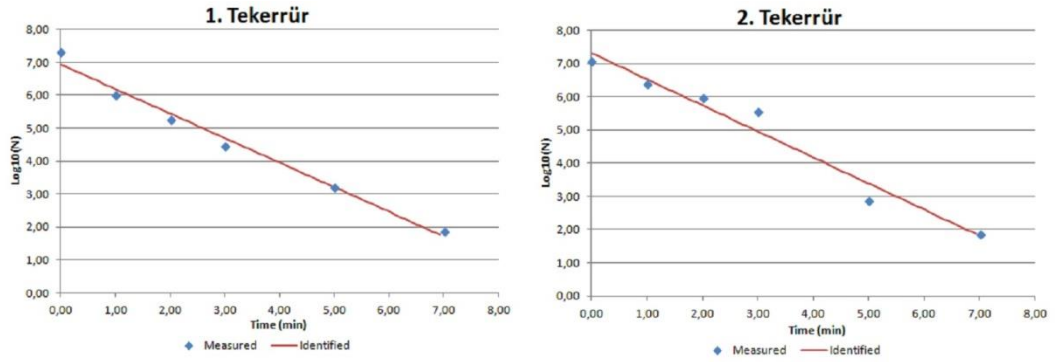
60°C’de ısıt işlem uygulanan örneklerde *Escherichia coli* O157:H7 sayısında zamana bağlı olarak meydana gelen azalma Şekil 4.11., Şekil 4.12. ve Şekil 4.13.’de gösterilmiş olup, % 3 kereviz tozu eklenmiş örnek grubunda % 2 kereviz tohumu yağı eklenmiş gruba göre D değerinde daha fazla azalma gözlemlenmiştir (Tablo 4.3.).



Şekil 4.11. 60°C’de ısıt işlem uygulanan kontrol örneklerine ait inaktivasyon eğrileri



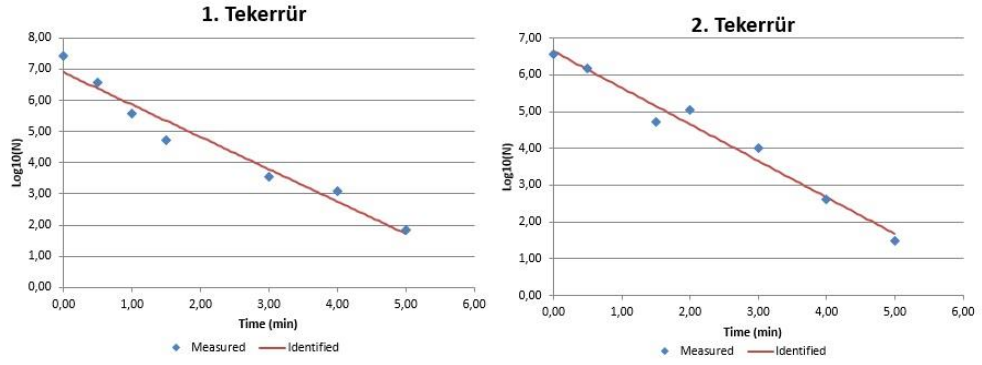
Şekil 4.12. 60°C’de ısıt işlem uygulanan % 2 kereviz tohumu yağı ilave edilmiş örneklere ait inaktivasyon eğrileri



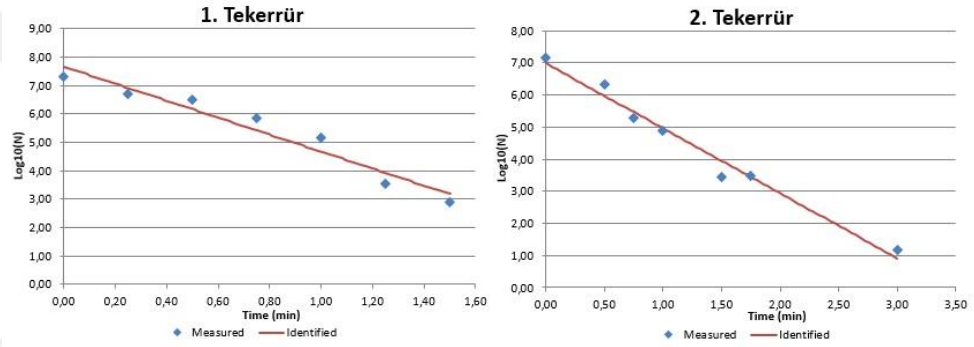
Şekil 4.13. 60°C’de ısıt işlem uygulanan % 3 kereviz tozu ilave edilmiş örneklere ait inaktivasyon eğrileri

60°C’de kontrol grubunun D değeri 1,78 dakika % 3 kereviz tohumu eklenen örnek grubunda D değeri 1,31 dakika ve % 2 kereviz tohumu yağı eklenen örnek grubunda D değeri 1,43 dakikadır. Kontrol grubunun D değeri ile kereviz tozu eklenmiş örnek grubunun D değeri arasındaki fark 0,47 dakika iken, kereviz tohumu yağı eklenmiş örnek grubunun arasındaki fark 0,35 dakikadır. Burada da kereviz tozunun daha etkili olduğunu söylenebilmektedir ($p < 0,05$).

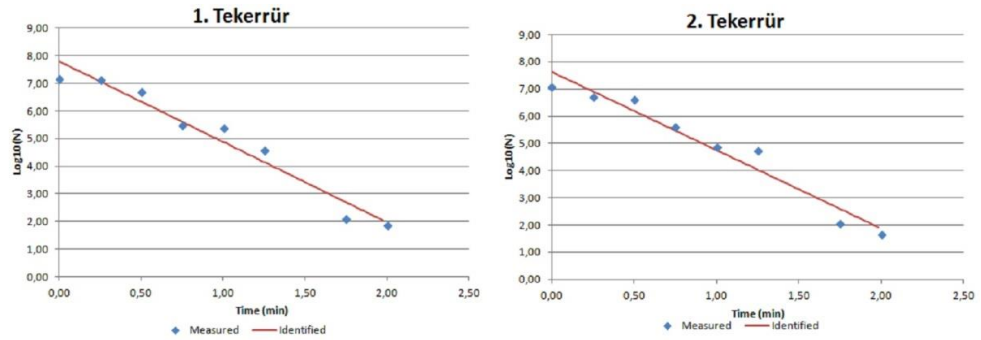
62,5°C’de ısıt işlem uygulanan örneklerde zamana bağlı olarak *Escherichia coli* O157:H7 sayısındaki değişim Şekil 4.14., Şekil 4.15. ve Şekil 4.16.’da gösterilmiştir. Gerek % 3 KT gerekse % 2 KTY ilavesi ile *E. coli* O157:H7’nin yağsız kıymadaki D değeri kontrol örneği ile karşılaştırıldığında önemli oranda kısalmıştır ($p < 0,05$). % 3 KT eklenmiş örnek grubunda, % 2 KTY eklenmiş gruba göre D değerinde daha fazla azalma gözlenmiş olmakla birlikte fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0,05$; Tablo 4.3.).



Şekil 4.14. 62,5°C’de ısıt işlem uygulanan kontrol örneklerine ait inaktivasyon eğrileri



Şekil 4.15. 62,5°C’de ısıt işlem uygulanan % 2 kereviz tohumu yağı ilave edilmiş örneklere ait inaktivasyon eğrileri



Şekil 4.16. 62,5°C’de ısıt işlem uygulanan % 3 kereviz tozu ilave edilmiş örneklere ait inaktivasyon eğrileri

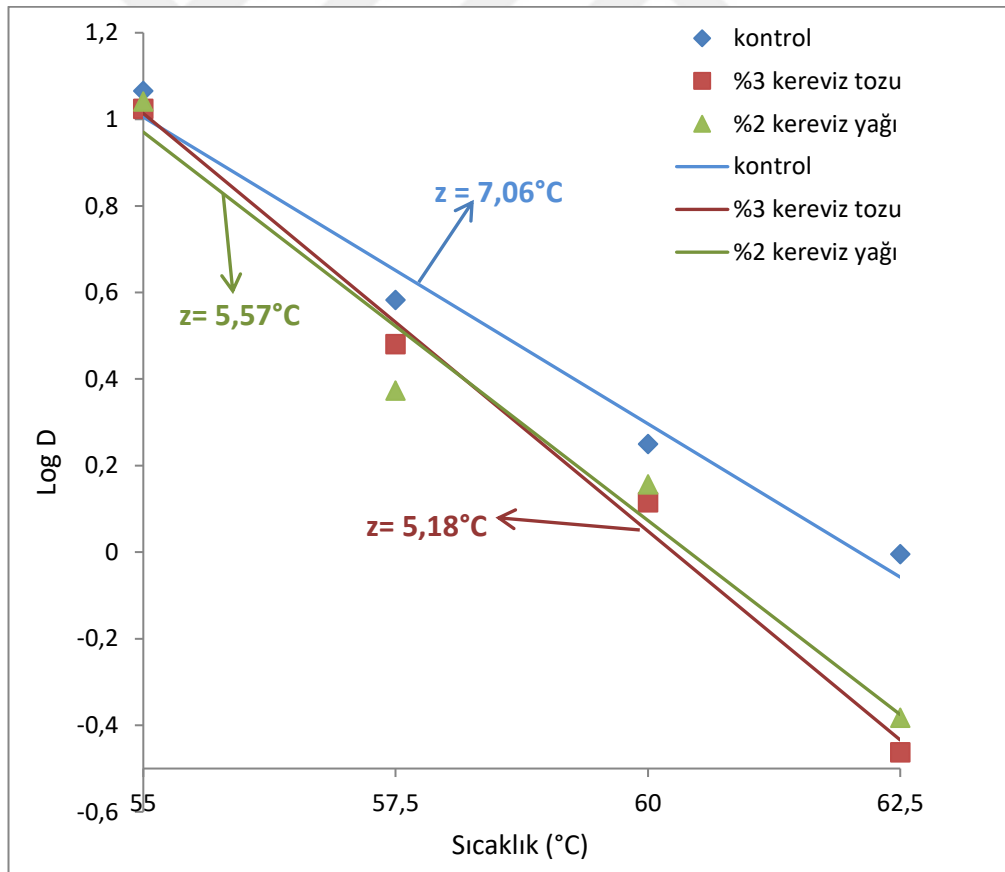
Kontrol grubu için D değeri 0,99 dakika iken, bu değer % 3 kereviz tozu grubunda 0,64 dakika; % 2 kereviz tohumu yağında 0,58 dakika azalma göstermiştir ($p < 0,05$).

4.5. z Değerlerinin Hesaplanması

D değerindeki 1 logaritma birimlik değişim için gerekli sıcaklık değişimi “z değeri” ile ifade edilmektedir. z değerlerini hesaplamak için kontrol örneği, kereviz tohumu yağı ve kereviz tozu ile hazırlanan örneklerin D değerlerinden termal ölüm zaman eğrileri çizildi (Şekil 4.17.). 55-62,5°C sıcaklıkları arasındaki eğriden hesaplanan z değerleri 5,18 ile 7,06 arasındadır (Tablo 4.4.).

Tablo 4.4. Örnek gruplarına göre z değerleri

Örnek	z değeri (°C)	r ²
% 3 KT	5,18	0,99
% 2 KTY	5,57	0,97
Kontrol	7,06	0,98



Şekil 4.17. z değerleri

BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Escherichia coli'nin çoğu serotipi insan ve sıcakkanlı hayvanların gastrointestinal sistemlerinde kommensal olarak yaşayan zararsız bakteriler olarak görülmekle birlikte, *Escherichia coli* O157:H7'nin de dâhil olduğu patojenik serotipler ölüme kadar varabilen gıda kaynaklı hastalıklara yol açabilmektedir. *E. coli* O157:H7 varlığı özellikle sığırlarda yüksek olup, yetersiz ısıl işlem uygulanmış sığır eti ve sığır eti ile hazırlanan gıdalar bu bakterinin neden olduğu salgınlarda saptanan aracı gıdaların başında gelmektedir. *E. coli* O157:H7 ısıl işleme duyarlı bir bakteridir, ancak enfektif dozun 1-100 hücre kadar düşük olduğu vakalar da saptandığından (Paton ve Paton, 1998) bu bakterinin gıdada tamamen inaktive edilmesi gerektiği görüşü yaygındır (Juneja ve ark., 1997).

Bu çalışmada, besin takviyesi veya gıda çeşnisi olarak kullanılan kereviz tohumu yağı (KTY) ve kereviz tozunun (KT) *E. coli* O157:H7'nin ısıl direnci üzerine etkisi araştırılmış olup ortam olarak yağsız sığır kıyması ve pişirme yöntemi olarak homojen ısı iletimi sağladığından sous vide yöntemi kullanılmıştır. Isıl işlem 55; 57,5; 60 ve 62,5°C olmak üzere dört farklı sıcaklıkta uygulanmış, elde edilen veriler GlnaFit programında log lineer modele (Bigelow ve Esty, 1920) göre değerlendirilerek D ve z değerleri hesaplanmıştır.

KT et ürünleri, hazır çorba gibi ürünlere lezzet vermek amacıyla kullanılmaktadır. Genel olarak konsantrasyon arttıkça antimikrobiyel etkinin arttığı bilinmektedir. Ancak koruyucu olarak ilave edilecek doğal antimikrobiyel madde gıdanın besin değeri ve duyu kalitesi ile tüketici tarafından kabul edilebilirliğini olumsuz etkilememelidir (Juneja ve Friedman, 2008). Bu nedenle tüketici tarafından kabul edilebilir en yüksek miktarları belirlemek için duyu analiz yapılmış, KT ve KTY için bu değerler sırasıyla % 3 ve % 2 olarak belirlenmiştir.

Gerek kontrol örneklerinde gerekse kereviz tohumu yağı veya kereviz tozu ilave edilen sığır kıyması örneklerinde çalışılan tüm ısıtma işlem sıcaklıklarında elde edilen termal inaktivasyon eğrileri birinci dereceden reaksiyon kinetiği sergilemiştir. Söz konusu inaktivasyon eğrilerinde omuz (lag fazı) veya kuyruk etkisi gözlenmemiştir. İnaktivasyon eğrisinde omuz veya lag fazı olarak tabir edilen kısım ısıtma işleminin başlangıcında popülasyonun azalmaması ve hemen hemen canlı hücre sayısının sabit kalması nedeniyle grafikte düz bir çizgi halinde görülmektedir. Bu durum ısı iletiminin yavaş olmasından veya popülasyon içinde dirençli hücrelerin varlığından yani popülasyonun homojen olmamasından kaynaklanmaktadır. Diğer yandan inaktivasyon eğrisinin son kısmında gözlenen kuyruk etkisinin yine homojen olmayan popülasyon içinde uygulanan yüksek sıcaklık stresine direnç gösteren hücrelerden kaynaklandığı belirtilmektedir (Stringer ve ark., 2000). Buna göre, bu çalışmada elde edilen inaktivasyon eğrilerinin doğrusal karakterde olması ($r^2 \geq 0,93$) ve omuz veya kuyruk etkisi göstermemesi uygulanan ısıtma işlem sırasında ısı iletiminin hızlı bir şekilde gerçekleştiği ve popülasyonun homojen olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Kereviz tohumu yağı veya kereviz tozu ilave edilmeyen kontrol örneklerinde *E. coli* O157:H7'nin 55; 57,5; 60 ve 62,5°C'deki D değerleri sırasıyla 11,64, 3,82, 1,78 ve 0,99 dakika olarak hesaplanmıştır. *E. coli* O157:H7'nin ısıtma direnci üzerine yapılmış çalışmaların verileri incelendiğinde kıymanın yağ içeriğinin ısıtma direnç üzerine önemli derecede etki ettiği ve yağ içeriği arttıkça ısıtma direncin arttığı diğer bir deyişle D değerinin yükseldiği anlaşılmaktadır (Ahmed ve ark., 1995). Doyle ve Schoeni (1984) yağ içeriği %17-20 aralığında olan sığır kıymasında *E. coli* O157:H7'nin 54,4-64,3°C'deki D değerlerinin 39,6-0,16 dakika aralığında olduğunu belirlemişlerdir. Juneja ve ark. (1997) tarafından yapılan bir çalışmada, % 10 yağ içeren sığır kıymasında *Escherichia coli* O157:H7'nin 55; 57,5; 60; 62,5 ve 65°C'deki D değerleri sırasıyla 21,13; 4,95; 3,17; 0,93 ve 0,39 dakika olarak belirlenmiştir. Juneja ve Marmer (1999) yağsız kuzu etinde patojenin 55-65°C aralığındaki D değerlerinin 11,91-0,38 dakika arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Juneja ve ark. (1998) %7 yağ içeren sığır kıymasında *E. coli* O157:H7'nin D_{60°C} değerini 1,9 dakika olarak rapor etmiştir. Smith ve ark. (2001) tarafından yapılan

çalışmada % 4,8 yağ içeren kıymadaki D değerleri, 55°C’de 20,08; 58°C’de 1,22; 61°C’de 0,32 ve 63°C’de 0,16 dakika olarak tespit edilmiştir. Huang ve Juneja (2003) % 93 yağsız sığır kıymasında *E. coli* O157:H7’nin 55; 57,5, 60 ve 62,5°C’deki D değerlerini sırasıyla 11,13, 2,64, 1,71 ve 1,03 dakika olarak rapor etmişlerdir. Bu çalışmada ise yağ içeriği % 5’ten daha düşük olan sığır kıyması kullanılmış olup, yağ içeriği göz önüne alındığında hesaplanan D değerleri literatür verileri ile genel olarak uyumlu bulunmuştur. Bu çalışmada elde edilen D değerleri ile daha önceki çalışmalarda rapor edilen D değerleri arasındaki farklılıklar etin yağ içeriği dışında suş farklılıkları, hücrelerin fiziksel durumları veya canlı hücre sayısını belirlemede farklı yöntem kullanılmasından da kaynaklanabilmektedir (Juneja ve ark., 1997; Smith ve ark., 2001).

Bitkilerden elde edilen esansiyel yağlar gibi çoğu doğal antimikrobiyel madde hem hidrofilik hem de hidrofobik özellik taşırlar. Bu özellik nedeniyle antimikrobiyel madde mikroorganizma yerine gıdanın lipit ve protein gibi bileşenleri ile reaksiyona girebilirler. Buna göre gıdanın bileşimindeki proteinler, lipitler, anyon ve katyonlar antimikrobiyel madde ile etkileşerek biyolojik aktivitesinin düşmesine yol açabilirler (Davidson ve ark., 2015). Bu açıdan antimikrobiyel maddelerin in vitro koşullarda etkinliklerinin belirlenmesi yanında gıda matrisindeki davranışlarının da belirlenmesi önem taşımaktadır. İn vitro koşullarda kereviz tohumu veya meyvesinden elde edilen esansiyel yağların *E. coli* suşları üzerine etkili olduğu bilinmektedir (Hammer ve ark., 1999; Elgayyar ve ark., 2001; Hassanen ve ark., 2015; Khalil ve ark., 2016). Ancak literatürde kereviz tohumu yağı veya kereviz tozunun *E. coli* O157:H7’nin ısıl direnci üzerine etkisi konusunda yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Sığır kıymasına % 3 oranında KT ilave edildiğinde *E. coli* O157:H7’nin 55°C, 57,5°C, 60°C ve 62,5°C’deki D değerleri sırasıyla 10, 59 dak, 3,02 dak, 1,31 dak ve 0,35 dak olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.3). Kontrol örneği ile karşılaştırıldığında KT ilavesinin 55°C hariç diğer sıcaklıklarda patojenin ısıl direncini önemli oranda ($p<0,05$) düşürdüğü görülmektedir. Benzer şekilde % 2 KTY ilave edilmiş kıymada patojenin 57,5°C, 60°C ve 62,5°C’deki ısıl direnci kontrole göre önemli oranda düşüktür ($p<0,05$). Buna göre KT veya KTY ilavesi 55°C hariç çalışılan tüm

sıcaklıklarda *E. coli* O157:H7'yi yüksek sıcaklığın öldürücü etkisine duyarlı hale getirmiştir. Literatürde kereviz tozu veya kereviz tohumu yağının *E. coli* O157:H7'nin ısı direnci üzerine yapılmış bir çalışmaya rastlanmamış olmakla birlikte, esansiyel yağlar, bitki ekstraktları veya bunların etken maddeleri ile bu patojenin ısı işleme duyarlı hale getirilebildiği rapor edilmiştir. Juneja ve Friedman (2008) sığır kıymasına % 0,5-1 oranında karvakrol veya sinnamaldehit ilave edildiğinde *E. coli* O157:H7'nin 55-62,5°C'deki D değerlerinin önemli oranda ($p<0,05$) düştüğünü belirlemişlerdir. Beyaz çay, yeşil çay ve elma kabuğu ekstraktları %3 oranında sığır kıymasına ilave edildiğinde patojenin 55-62,5°C'deki D değerleri % 40-74 oranında azalmıştır (Juneja ve ark., 2009). Amalaradjou ve ark. (2010) ise transsinamaldehit ilave edilen köftelerde 60 ve 65°C'deki D değerlerinin 2,70 ve 0,29 dakikadan sırasıyla 1,85 ve 0,08 dakikaya düştüğünü belirlemiştir.

Sığır kıymasında *E. coli* O157:H7'nin z değeri yani D değerinde bir desimal azalma için gerekli olan sıcaklık artışı 7,06°C olarak hesaplanmıştır ($r^2=0,98$; Tablo 4.4.). Huang ve Juneja (2003) % 93 yağsız sığır kıymasında *E. coli* O157:H7'nin z değerini 7,6°C olarak belirlemiş olup bu çalışmada elde edilen sonuçla benzerdir. Literatürde yer alan diğer çalışmalarda sığır kıymasında belirlenen z değerleri 3,6–6°C aralığında değişmektedir (Line ve ark., 1991; Juneja ve ark., 1997; Smith ve ark., 2001). KT (% 3) ve KTY (% 2) ilavesi ile z değerlerinin sırasıyla 5,18 ($r^2=0,99$) ve 5,57°C'ye ($r^2=0,97$) düştüğü belirlenmiştir (Tablo 4.4.). Diğer bir deyişle sığır kıymasına KT ve KTY ilavesi desimal ölüm süresini % 90 kısaltmak için gerekli olan sıcaklık artışını 1,49-1,88°C azaltmıştır. Literatür verileri incelendiğinde genelde bitkisel ekstrakt ilave edilmiş ve edilmemiş örneklerin z değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir (Juneja ve Friedman, 2008; Juneja ve ark., 2009). Örneğin beyaz çay, yeşil çay veya elma kabuğu ekstraktı ilave edilmiş ve edilmemiş sığır kıymasında *E. coli* O157:H7'nin z değerleri sırasıyla 5,06 ve 4,23°C olarak belirlenmiştir (Juneja ve ark., 2009).

KT ve KTY ilavesi ile elde edilen z değerleri eğrilerinin eğimleri ile kontrol grubunun z değeri eğrisi eğimi karşılaştırıldığında önemli farklılık görülmektedir

(Şekil 4.17.). Bu durum ısıtma işlem sıcaklığı yükseldikçe KT ve KTY'nın öldürücü etkisinin arttığı şeklinde yorumlanabilir.

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre sığır eti ve sığır eti ile hazırlanan ürünlere % 3 KT veya % 2 KTY ilavesinin *E. coli* O157:H7'nin inaktive edilmesi için gereken sıcaklığı düşürebileceği veya belirli bir sıcaklıkta ısıtma işlem için gerekli süreyi kısaltabileceği anlaşılmaktadır. Örneğin *E. coli* O157:H7 ile kontamine olmuş sığır kıymasında patojenin sayısında 4 desimal azalma için merkez sıcaklığı 57,5°C'ye ulaştıktan sonra 15,28 dak pişirilmelidir. Buna karşın aynı etkiyi sağlamak için % 3 oranında KT ilave edildiğinde 12,08 dak, % 2 KTY ilave edildiğinde ise 9,44 dak pişirmek yeterli olacaktır. Bu çalışmada elde edilen sonuçların ısıtma işlem gören et ürünlerinin ısıtma işlem parametrelerini belirlemede faydalı olacağı ve mevcut literatür bilgisine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmanın sonuçları patojenlerin kontrol altına alınması için alternatif stratejiler geliştirmede yardımcı olabilir. KT veya KTY ilavesi ile *E. coli* O157:H7'nin ısıtma işleme daha duyarlı hale getirilmesi gerekli ısıtma işlem sıcaklığının azalmasını veya sürenin kısalmasını sağlayacaktır. Böylece hem enerji tasarrufu sağlanırken hem de kanserojen heterosiklik aminlerin oluşumlarının azaltılabileceği düşünülmektedir (Juneja ve Friedman, 2008).

Sonuç olarak, gerek % 2 kereviz tohumu yağı gerekse % 3 kereviz tozu ilavesinin sığır kıymasında *E. coli* O157:H7'nin ısıtma direncinin düşürmek suretiyle kontrol altına alınmasına diğer bir deyişle ısıtma işlem gören et ürünlerinde bu patojenden kaynaklanan riskin azaltılmasına katkıda bulunabileceği anlaşılmaktadır. Bu çalışmanın sonuçları gelecekte bu konuda yapılacak çalışmalara ışık tutabilir. Kereviz tozu ve kereviz tohumu yağının gıda kaynaklı patojenlere üzerine tavuk, hindi ve kuzu eti gibi diğer et türlerinde, ayrıca farklı yağ içeriklerinde etkinliklerinin belirlenmesinin et ürünlerinde kullanım olanaklarının ortaya konması açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdul-Rauf, U.M., Ammar, M.S., Beuchat, L.R. 1996. Isolation of *Escherichia coli* O157:H7 from Egyptian foods. *Int. J. Food Mic.*, 29:423-426.
- Ahmed, N.M., Conner, D.E., Huffman, D.L. 1995. Heat resistance of *Escherichia coli* O157:H7 in meat and poultry as affected by product composition. *J. Food Sci.*, 60(3), 606-610.
- Alişarlı, M., Akman, N. 2004. Perakende Satılan Kıymaların *Escherichia coli* O157 Yönünden İncelenmesi, *YYÜ Vet. Fak. Derg.*, 15 (1-2):65-69
- Al-Nabulsi, A.A., Holley, R.A. 2006. Effects on *Escherichia coli* O157:H7 and meat starter cultures of bovine lactoferrin in broth and microencapsulated lactoferrin in dry sausage batters. *Int. J. Food Microbiol.*, 113(1):84–91.
- Al-Snafi, A.E. 2014. The Pharmacology of *Apium graveolens*. *Int. J. Chem. Pharm. Rev. Res. (IJPRS)*, V-3, I-1.
- Altıniğne, N., Gönül, M. 1988. Beslenme ve Halk Sağlığı Yönünden Önemli Bazı Sebzeler I: Sarımsak, Enginar, Kereviz ve Lahana, *Gıda Derg.*, 13(5), 355-359.
- Amalaradjou, M.A.R., Baskaran, S.A., Ramanathan, R., Johny, A.K., Charles, A.S., Valipe, S.R., Mattson, T., Schreiber, D., Juneja, V.K., Mancini, R., Venkitanarayanan, K. 2010. Enhancing the thermal destruction of *Escherichia coli* O157:H7 in ground beef patties by trans-cinnamaldehyde. *Food Microbiol.*, 27(6), 841-844.
- Anonim. 2019. (<https://www.kurucum.com/kereviz-kok-tozu-paket.html>). Erişim Tarihi: 01.01.2020
- Atasever, M.A., Atasever, M. 2015. Kıymalarda Bazı Patojenlerin İzolasyon ve İdentifikasyonu. *İstanbul Üni. Vet. Fak. Derg.*, 41 (1), 60-68.
- Balakrishnan, B., Barizuddin, S., Wuliji, T., El-Dweik, M. 2016. A rapid and highly specific immunofluorescence method to detect *Escherichia coli* O157:H7 in infected meat samples. *Int. J. Food Microbiol.*, 231, 54–62.
- Başak, S.Ş., Candan, F. 2008. *Apium graveolens* Linn. (Apiaceae) tohumu uçucu yağının kimyasal bileşimi ve in vitro antioksidan aktivitesi, *İTÜ Derg.*, 6 (1), 3-13.
- Bekar, A. 2013. Tüketicilerin gıda güvenliğine yönelik tutumları. *YYÜ Tar. Bil. Derg.*, 23(2): 90–101.
- Bell, C. 2002. Approach to the Control of Enterohaemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC), *Int. J. Food Microbiol.*, 78: 197- 216.

- Berk, Z. 2013. Food Process Engineering and Technology, Second edition, Elsevier, (17) 399-420.
- Bigelow, W.D., Esty, J.R. 1920. The thermal death point in relation to time of typical thermophilic organisms. J. Infect. Dis., 27(6), 602-617.
- Chen, G., Chen, Y., Hou, Y., Hou, Y., Gao, A., Li, S., Chen, Y. 2020. Preparation, characterization and the in vitro bile salts binding capacity of celery seed protein hydrolysates via the fermentation using *B. subtilis*. LWT-Food Sci. Technol., (117) 108571.
- Cicioğlu, R., Aksoycan, N., Baykal, M., Yakar, A., Uzunoğlu, Ç., Çiftçioğlu, N., Uğur, N. 1986. *Escherichia coli* (EPEC-ETEC-EİV ve UPEC) suşlarının immünoelektroforetik analiz örnekleri. Mikrobiyol Bült., 20: 266-277.
- Coia, J.E. 1998. Clinical, microbiological and epidemiological aspects of *Escherichia coli* O157 infection. FEMS Immunol. Med. Mic., 20(1): 1-9.
- Coşansu, S., Ayhan, K. 2000a. Enterohemorajik *E. coli* O157:H7 ve Fermente Et Ürünlerindeki Önemi, Gıda Derg., 25 (1), 33-38.
- Coşansu, S., Ayhan, K. 2000b. Survival of enterohaemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 strain in Turkish soudjouck during fermentation, drying and storage periods. Meat Sci., 54, 407-411.
- Çelik, E., Çelik, G.Y. 2007. Bitki uçucu yağlarının antimikrobiyal özellikleri. Orlab On-Line Mikrobiyol. Derg., 05 (2), 1-6.
- Davidson, P.M., Cekmer, H.B., Monu, E.A., Techathuvanan, C. 2015. The use of natural antimicrobials in food: an overview. Handbook of Natural Antimicrobials for Food Safety and Quality, Woodhead Publishing, Cambridge, 1-19.
- Destailats, F., Angers, P. 2002. Base-catalyzed derivatization methodology for FA analysis. Application to milk fat and celery seed lipid TAG. Lipids. 37(5): 527-32.
- Din, Z.U., Shad, A.A., Bakht, J., Ullah, I., Jan, S. 2015. *In vitro* antimicrobial, antioxidant activity and phytochemical screening of *Apium graveolens*. Pak. J. Pharm. Sci., 28 (5), 1699-1704.
- Dinç, G. 2009. Sığır mastitislerinden ve çevresel kaynaklardan izole edilen *Escherichia coli* suşlarının virulens faktörlerinin belirlenmesi. Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Dontorou, C., Papadopoulou, C., Filioussis, G., Economou, V., Apostolou, I., Zakkas, G., Salamoura, A., Kansouzidou, A., Levidiotou, S. 2003. Isolation of *Escherichia coli* O157:H7 from foods in Greece. Int. J. Food Microbiol., 82, 273-279.
- Doyle, M.P., Schoeni, J.L. 1984. Survival and growth characteristics of *Escherichia coli* associated with hemorrhagic colitis. Appl. Environ. Microbiol., 48(4), 855-856.

- Duffy, G., Riordan, DCR., Sheridan, J. CALL J.E., Whiting, R.C., Blair I.S., McDowell D. A. 2000. Effect of pH on survival, thermotolerance, and verotoxin production of *E. coli* O157:H7 during simulated fermentation and storage. *J. Food Prot.*, 63(1), 12-18.
- Elgayyar, M., Draughon, F.A., Golden D.A., Mount, J.R. 2001. Antimicrobial activity of essential oils from plants against selected pathogenic and saprophytic microorganisms. *J. Food Prot.*, 64(7), 1019-1024.
- Erdem, N. 2018. Ceviz ve kereviz ekstraktlarının antimikrobiyal etkisinin in vitro ortamda incelenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Ertas, N., Gönülalan, Z. 2010. Kayseri İlinde satışa sunulan çiğ köftelerde enterobacteriaceae grubu bakterilerin enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 varlığının araştırılması. *Erciyes Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 7(1) 196.
- Ertas, N., Yıldırım, Y., Karadal, F., Al, S. 2013. Hayvansal gıdalarda *Escherichia coli* O157:H7'nin önemi. *Erciyes Üniv Vet Fak Derg.*, Erciyes Üniversitesi, 10(1), 45-52.
- Essendoubi, S., Stashko, N. So, I. Gensler, G. Rolheiser, D. Mainali, C. 2019. Prevalence of shiga toxin-producing *Escherichia coli* (stec) O157:H7, six non-O157 stecs, and *Salmonella* on beef carcasses in provincially licensed abattoirs in Alberta, Canada. *Food Control*, 105, 226–232.
- Fiutko, A.N., Foreman, C.O., Mycyk, M., Weber, J. 2019. A novel approach to rapid rewarming of a frostbitten extremity: The sous vide method. *Am. J. Emerg. Med.*, 38(3): 463-465.
- Geeraerd, A.H., Valdramidis, V. P., Van Impe, J.F. 2005. GInaFiT, a freeware tool to assess non-log-linear microbial survivor curves. *Int. J. Food. Microbiol.*, 102(1), 95-105.
- Hammer, K.A., Carson, C.F., Riley, T.V. 1999. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extraxts. *J. Appl. Microbiol.*, 86(6), 985-990.
- Han, J.H. 2003. Antimicrobial food packaging. In: Ahvenainen, R. (Ed.), *Novel Food Packaging Techniques*, CRC, Washington, DC, 50–70.
- Harris, L.J., Farber, J.N., Beuchat, L.R., Parish, M.E., Suslow, T.V., Garrett, E.H., Busta F.F. 2003. Outbreaks associated with fresh produce: incidence, growth, and survival of pathogens in fresh and fresh-cut produce. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, 2(3): 2-65.
- Hassanen, N.H., Eissa, A.M.F., Hafez, S.A.M., Mosa, E.A. 2015. Antioxidant and antimicrobial activity of celery (*Apium graveolens*) and coriander (*Coriandum sativum*) herb and seed essential oils. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.*, 4(3): 284-296.
- Huang, L., Juneja, V.K. 2003. Thermal inactivation of *Escherichia coli* O157: H7 in ground beef supplemented with sodium lactate. *J. Food Prot.*, 66(4), 664-667.

- Ingallina, C., Capitani, D., Mannina, S., Carradori, S., Locatelli, M., Sotto, A.D., Giacomo, S.D., Toniolo, C., Pasqua, G., Valletta, A., Simonetti, G., Parroni, A., Beccaccioli, M., Vinci, G., Rapa, M., Giusti, A.M., Frascchetti, G., Filippi, A., Maccelli, A., Crestoni, M.E., Fornarini, S., Sobolev, A.P. 2020. Phytochemical and biological characterization of Italian “sedano bianco di Sperlonga” Protected Geographical Indication celery ecotype: A multimethodological approach. *Food Chem.*, 309, 125649.
- Juneja, V.K., Snyder, O.P.Jr., Marmer, B.S. 1997. Thermal destruction of *Escherichia coli* O157:H7 in beef and chicken: determination of D- and z-values. *Int. J. Food Microbiol.*, 35, 231-237.
- Juneja, V.K., Klein, P.G., Marmer, B.S. 1998. Heat shock and thermotolerance of *Escherichia coli* O157:H7 in a model beef gravy system and ground beef. *J. Appl. Microbiol.*, 84(4), 677-684.
- Juneja, V.K., Marmer, B.S. 1999. Lethality of heat to *Escherichia coli* O157: H7: D- and z-value determinations in turkey, lamb and pork. *Food Res. Int.*, 32(1), 23-28.
- Juneja, V.K., Friedman, M. 2008. Carvacrol and cinnamaldehyde facilitate thermal destruction of *Escherichia coli* O157:H7 in raw ground beef. *J. Food Prot.*, 71(8), 1604-1611.
- Juneja, V.K., Bari, M.L., Inatsu, Y., Kawamoto, S., Friedman, M. 2009. Thermal destruction of *Escherichia coli* O157: H7 in sous-vide cooked ground beef as affected by tea leaf and apple skin powders. *J. Food Prot.*, 72(4), 860-865.
- Kakagianni, M., Koutsoumanis, K.P. 2019. Assessment of *Escherichia coli* O157:H7 growth in ground beef in the Greek chill chain. *Food Res. Int.*, 123, 590–600.
- Kauffman, F. 1966. The bacteriology of Enterobacteriaceae. Munksgaard, Copenhagen, 19-48.
- Khalil, N., Ashour, M., Fikry, S., NaserSingab, A., Salama, O. 2016. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils of selected Apiaceous plants growing in Egypt. *Planta Med.*, 82(1), 830.
- Kıymetli, Ö., Coşansu, S. 2016. Sous vide pişirme yönteminin sebzelerin besin değerleri üzerine etkisi. *Türk Tarım Gıda Bilim Teknol. Derg.*, 4(11), 919-925.
- King, L.A., Loukiadis, E., Mariani-Kurkdjian, P., Haeghebaert, S., Weill, F.X., Baliere, C., Ganet, S., Gouali, M., Vaillant, V., Pihier, N., Callon, H., Novo, R., Gaillot, O., Thevenot-Sergentet, D., Bingen, E., Chaud, P., Valk, H. 2014. Foodborne transmission of sorbitol-fermenting *Escherichia coli* O157:H7 via ground beef: an outbreak in northern France. *Clin. Microbiol. Infect.*, 20(12): O1136–O1144.
- Kokotkiewicz, A., Luczkiewicz, M. 2016. Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety, Academic Press, (37) 325-338.
- Kooti, W., Ali-Akbari, S., Asadi-Samani, M., Ghadery, H., Ashtary-Larky, D. 2014. A review on medicinal plant of *Apium graveolens*. *Adv. Herb. Med.*, 1 (1): 48-59.

- Lewis, Y.S. 1984. Spices and Herbs for the Food Industry. Food Trade Press, Westerham, 121–122.
- Line, J.E., Fain Jr, A.R., Moran, A.B., Martin, L.M., Lechowich, R.V., Carosella, J.M., Brown, W.L. 1991. Lethality of heat to *Escherichia coli* O157:H7: D-value and z-value determinations in ground beef. J. Food Prot., 54(10), 762-766.
- Manning, S.D. 2010. *Escherichia coli* Infections, Chelsea House, Second Edition, 16-21.
- Miller, F.A., Ramos, B., Brandao, T.R.S., Teixeira, P., Silva, C.L.M. 2010. Comparison of recovery methods for the enumeration of injured *Listeria innocua* cells under isothermal and non-isothermal treatments. Food Microbiol., 27:1112-1120.
- Mol, S., Özturan, S. 2009. Sous-vide teknolojisi ve su ürünlerindeki uygulamalar. J. Fishscicom., 3(1): 68-75.
- Momin, R.A., Nair, M.G. 2001. Mosquitocidal, nematicidal, and antifungal compounds from *Apium graveolens* L. seeds. J. Agric. Food Chem., 49(1):142-5.
- Mustorp, S., Engdahl-Axelsson, C., Svensson, U., Holck, A. 2008. Detection of celery (*Apium graveolens*), mustard (*Sinapis alba*, *Brassica juncea*, *Brassica nigra*) and sesame (*Sesamum indicum*) in food by real-time PCR. Eur. Food Res. Technol., 226:771–778.
- Nadarajah, D., Han, J.H., Holley, R.A. 2005. Use of mustard flour to inactivate *Escherichia coli* O157:H7 in ground beef under nitrogen flushed packaging. Int. J. Food Mic., 99, 257-267.
- Nataro, J.P., Kaper, J.B. 1998. Diarrheagenic *Escherichia coli*. Clin Microbiol Rev., 11(1):142-201.
- Nguyen, Y., Sperandio, V. 2012. Enterohemorrhagic *E. coli* (EHEC) pathogenesis. Front. Cell. Infect. Microbiol., 2(90), 1-7.
- Orskov, I., Orskov, F. 1985. *Escherichia coli* in extra-intestinal infections. J. Hyg., 95: 551–575.
- Osaili, T., Alaboudi, A.R., Rahalah, M. 2013. Prevalence and antimicrobial susceptibility of *Escherichia coli* O157:H7 on beef cattle slaughtered in Amman abattoir. Meat Sci., 93 463–468.
- Özkaya, F.D., Cömert, M. 2008. Gıda zehirlenmelerinde etken faktörler. Türk Hij. Den. Biyol. Derg., 65 (3): 149-158.
- Parlak, M., Çiçek, G., Blanco-Canqui, H. 2018. Celery harvesting causes losses of soil: A case study in Turkey. Soil Till Res., 180, 204–209.
- Paton, J.C., Paton, A.W. 1998. Pathogenesis and diagnosis of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* infections. Clin. Microbiol. Rev., 11(3), 450-479.
- Peter, K.V. 2006. Handbook of herbs and spices, CRC Press, 3, 15-105.
- Priecina, L., Karklina, D., Kince, T., 2018. The impact of steam-blanching and dehydration on phenolic, organic acid composition, and total carotenoids in celery roots. Innov. Food Sci. Emerg. Technol., 49, 192–201.

- Ruiz-Carrascal, J., Roldan, M., Refolio, F., Perez-Palacios, T., Antequera, T., 2019. Sous-vide cooking of meat: A Maillardized approach. *Int. J. Gastron. Food Sci.*, 16, 100138.
- Syamaladevi, R.M., Tang, J., Villa-Rojas, R., Sablani, S., Carter, B., Campbell, G. 2016. Influence of water activity on thermal resistance of microorganisms in low-moisture foods: a review. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. Copy.*, 15(2), 353-370.
- Schellekens, M. 1996. New research issues in sous-vide cooking. *Trends Food. Sci. Technol.*, 7, 256-262.
- Sebranek, J., Bacus, J. 2007. Natural and Organic Cured Meat Products: Regulatory, Manufacturing, Marketing, Quality and Safety Issues. American Meat Sci. Assoc., White Paper Series, 1, 1-16.
- Shad, A. A., Shah, H. U., Bakht, J., Choudhary, M. I., Ullah, J. 2011. Nutraceutical potential and bioassay of *Apium graveolens* L. grown in Khyber Pakhtunkhwa-Pakistan. *J. Med. Plant Res.*, 5, 5160-5166.
- Smith, S.E., Maurer, J.L., Orta-ramirez, A., Ryser, E.T., Smith, D.M. 2001. Thermal inactivation of *Salmonella* spp., *Salmonella typhimurium* DT104, and *Escherichia coli* O157:H7 in ground beef. *J. Food Sci.*, 66 (8), 1164-1168.
- Sowbhagya, H.B. 2014. Chemistry, Technology, and Nutraceutical Functions of Celery (*Apium graveolens* L.): An Overview, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 54: 389–398.
- Stringer, S.C., Metris, A. 2018. Predicting bacterial behaviour in sous vide food. *Int. J. Gast. Food Sci.*, 13, 117–128.
- Stringer, S.C., George, S.M., Peck, M.W. 2000. Thermal inactivation of *Escherichia coli* O157:H7. *Symp. Ser. Soc. J. Appl. Microbiol.*, 29, 79S-89S.
- Taormina, P.J., Beuchat, L.R. 1999. Comparison of Chemical Treatments to Eliminate Enterohemorrhagic *E. coli* O157:H7 on Alfalfa Seeds. *J. Food Prot.*, 62:4, 318-324.
- Temelli, S. 2002. Gıda Zehirlenmesine Neden Olan *E. coli* O157:H7 ve Önemi, Uludağ University, *J. Vet. Med.*, 21 133-138.
- Tosun, H., Gönül, Ş.A. 2003. *E. coli* O157:H7'nin Aside Tolerans Kazanması ve Asidik Gıdalarda Önemi, *Orlab On-Line Mikrobiyol. Derg.*, 01 (10), 10-17.
- TUİK. 2019. Türkiye’de kereviz üretim miktarları. (<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>) Erişim Tarihi: 20.04.2020
- Wang, G., Doyle, M.P. 1998. Heat shock response enhances acid tolerance of *Escherichia coli* O157:H7. *Lett. Appl. Microbiol.*, 26(1), 31–34.
- Yılmaz, H. 2014. Sous Vide Üretim Tekniği Kullanılarak Hazırlanan Macar Gulaş Yemeğinde Mikrobiyolojik Kalitenin Değerlendirilmesi, Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

EKLER

EK 1: Duyusal Analiz Değerlendirme Formu

AD/ SOYAD:

TARİH:

Açıklama: Aşağıda verilmiş olan kalite kriterleri açısından size verilen numaralandırılmış örnekleri 1'den 5'e kadar ayrı ayrı puan vererek değerlendiriniz.

Puan değerleri ile ilgili açıklama:

KALİTE KRİTERLERİ	Örnek Numaraları			
	1	2	3	4
TAT/LEZZET				
KOKU				
GÖRÜNÜŞ				
SERTLİK				
SULULUK				
AROMA				
GENEL DEĞERLENDİRME				

1= çok kötü

2= kötü

3= normal

4= iyi

5=çok iyi

İstenen özellikler: Yüzeysel ve görsel kıvam, hafif aromalı tat, pürüzsüz yüzey, parlak renk

İstenmeyen özellikler: Yapışkanlık, sıvı ayrılması, aşırı kıvamlılık, çok ekşi/tuzlu/tatlı/acı olması, rahatsız edici koku vermesi

ÖZGEÇMİŞ

Ebrar GÜNDOĞDU, 07.12.1994'de Sakarya'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Sakarya'da tamamladı. 2012 yılında Özel Kerime Hatun Lisesi'nden mezun oldu. 2012 yılında başladığı Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nü 2017 yılında bitirdi. Mezuniyetin ardından bir yıla yakın catering sektöründe çalıştı. Daha sonra 2018 yılında Sakarya Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisans eğitimine başladı. 2019 yılında bir kuruyemiş fabrikasında Kalite ve Gıda Güvenliği Sorumlusu olarak çalışmaya başladı ve halen devam etmektedir.