

**T.C**  
**UŞAK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜŐÜ**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**DEPOLAMA SÜRESİNCE YAPRAK SARMA KONSERVESİNDE MEYDANA  
GELEN FİZİKSEL VE KİMYASAL DEĞİŞİMLERİN REAKSİYON KİNETİĞİ  
AÇISINDAN DEĞERLENDİRMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**OSMAN MELİH SEÇER**

**Kasım 2019**

**UŞAK**

**T.C**  
**UŞAK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜŐÜ**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**DEPOLAMA SÜRESİNCE YAPRAK SARMA KONSERVESİNDE MEYDANA  
GELEN FİZİKSEL VE KİMYASAL DEĞİŞİMLERİN REAKSİYON KİNETİĞİ  
AÇISINDAN DEĞERLENDİRMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**OSMAN MELİH SEÇER**

**UŞAK 2019**

Osman Melih SEÇER tarafından hazırlanan “*Depolama Süresince Yaprak Sarma Konservesinde Meydana Gelen Fiziksel Ve Kimyasal Değişimlerin Reaksiyon Kinetiği Açısından Değerlendirmesi*” adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Onur GÜNEŞER .....

Tez Danışmanı, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı,

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Onur GÜNEŞER .....

(Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Uşak Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Buket AYDENİZ GÜNEŞER .....

(Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Uşak Üniversitesi)

Doç. Dr. MÜGE İŞLETEN HOŞOĞLU .....

(Biyoteknoloji Ana Bilim Dalı, Gebze Teknik Üniversitesi)

Tarih: 07/11/2019

Bu tez ile U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Doç. Dr. Murat KEMAL KARACAN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

.....

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Tez içindeki görseli işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını beyan ederim.

Osman Melih SEÇER



**DEPOLAMA SÜRESİNCE YAPRAK SARMA KONSERVESİNDE MEYDANA  
GELEN FİZİKSEL VE KİMYASAL DEĞİŞİMLERİN REAKSİYON KİNETİĞİ  
AÇISINDAN DEĞERLENDİRMESİ**

**(Yüksek Lisans Tezi)**

**Osman Melih Seçer**

**UŞAK ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Kasım 2019**

**ÖZET**

Bu çalışmada yaprak sarması konservesinin raf ömrü süresi hızlandırılmış raf ömrü testleri yürütülerek belirlenmiştir. Yaprak sarma konserveleri 25°C, 35°C ve 45°C’de depolanmış ve konserve örneklerinde depolama süresince renk, tekstür, hidrolitik ransidite, *p*-anisidin değerlerindeki değişimler izlenmiştir. Elde edilen bulgular kimyasal kinetik açısından değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, yaprak sarma konservelerinde *L* ve *p*-anisidin değerlerindeki değişimlerin 0. dereceden reaksiyon kinetiğine uygun olarak gerçekleştiği belirlenirken, *Hue* ve hidrolitik ransidite değerlerindeki değişimlerin 1. dereceden reaksiyon kinetiğine uyduğu tespit edilmiştir. Konserve örneklerinin tekstürel özellikleri depolama sıcaklığına göre önemli düzeyde değişim gösterdiği ancak değişimlerin herhangi bir kinetik model göre gerçekleşmediği tespit edilmiştir. Yaprak sarma konservesinde *L*, *Hue*, hidrolitik ransidite ve *p*-anisidin değerindeki değişimlere ait aktivasyon enerjisi (*Ea*) değerleri sırasıyla 36,85, 29,18, 34,12 ve 50,81 kJ mol<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır. Buna göre, yaprak sarma konservesinde *p*-anisidin değeri raf ömrü için kritik kalite özelliği olarak kabul edilmiş ve *Arrhenius* eşitliği temel alınarak raf ömrü modellemesi oluşturulmuştur. Yaprak sarmalarda 20, 25 ve 30 kritik *p*-anisidin değerlerine göre yaprak sarma konservesinin raf ömrü 25°C depolamada sırasıyla 221,28, 313,02 ve 407,70 gün olarak hesaplanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yaprak Sarma konservesi, Hızlandırılmış Raf Ömrü Testleri, *p*-anisidin

**Sayfa Adedi:** 42

**Tez Yöneticisi:** Doç. Dr. Onur GÜNEŞER

# EVALUATION OF PHYSICAL AND CHEMICAL CHANGES IN STUFFED GRAPE LEAVES DURING STORAGE IN TERMS OF REACTION KINETICS

(Master Thesis)

Osman Melih SEÇER

UŞAK UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

November 2019

## ABSTRACT

Shelf life of stuffed grape leaves was determined by conducting accelerated shelf life tests. Stuffed grape leaves was stored at 25°C, 35°C ve 45°C and the changes in color, texture, hydrolytic rancidity, *p*-anisidin value of stuffed grape leaves were followed. The findings were evaluated by chemical kinetics. As a result, it was determined that the changes of *L* and *p*-anisidine values were occurred according to a zero order reaction kinetics while changes of *Hue* and hydrolytic rancidity values were determined to fit first order kinetic model. Textural properties of stuffed grape leaves were changed significantly during storage depend on storage temperature. However, it was determined that the changes in textural properties was not fitted any chemical kinetic model. The activation energies (*E<sub>a</sub>*) of the changes in *L*, *Hue*, hydrolytic rancidity and *p*-anisidine values were calculated as 36,85, 29,18, 34,12 ve 50,81 kJ mol<sup>-1</sup>, respectively. According to this, *p*-anisidine value was accepted as a critical quality parameter for stuffed grape leaves and modelling of shelf life was established by considering *Arrhenius* equation. Based on 20, 25 and 30 critical *p*-anisidine values, the shelf life of stuffed grape leaves at the storage temperature of 25°C were calculated as 221,28, 313,02 ve 407,70 days.

**Key Words:** Stuffed grape leaves, Accelerated shelf life tests, , Shelf Life, *p*-anisidine

**Page Number:** 42

**Adviser:** Assoc. Prof. Dr. Onur GÜNEŞER

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında bilgi ve önerileriyle beni yönlendiren danışman hocam Doç. Dr. Onur GÜNEŞER'e

Tez çalışmasında yaprak sarma konservelerinde oksidasyon ve hidroliz derecelerini belirlenmesindeki analizlerinin her aşamasında bilgi ve öneriyle yardımlarını esirgemeyen hocam Dr. Öğr. Üyesi Buket AYDENİZ GÜNEŞER'e

Çalışma süreci boyunca konserve temini sağlayan Eşme Konvervecilik A.Ş'ye,

Maddi ve manevi desteklerini hayatım boyunca hissettiğim, bugünlere gelmemde sonsuz şekilde payları olan sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

**Osman Melih SEÇER**

**Uşak, 2019**

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ .....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
1. GİRİŞ .....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE LİTERATÜR ÖZETİ.....	4
2.2. Yaprak Sarma Konservesi Üretimi ve Özellikleri.....	4
2.3. Gıdalarda Raf Ömrü ve Raf Ömrü Tahmin Yöntemleri.....	6
2.4. Farklı Gıda Ürünlerinde Reaksiyon Kinetiği ve Raf Ömrü Çalışmaları .....	8
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	14
3.1. Materyal .....	14
3.2. Yöntem.....	14
3.2.1. Fiziksel ve Kimyasal Analizler .....	14
3.2.1.1. Renk Analizi.....	14
3.2.1.2. Tekstür Analizi.....	14
3.2.1.3. Genel Kompozisyon .....	15
3.2.1.4. Toplam Asitlik Analizi.....	15
3.2.1.6. Hidrolitik Ransidite (Asit Değeri) Değeri.....	15
3.2.1.7. <i>p</i> -anisidin Analizi .....	16
3.2.2. Depolama Çalışmaları ve Kinetik Parametrelerin Hesaplanması.....	17
3.2.3. Gıdanın Herhangi Kritik Özelliğine ait Tahmini Raf Ömrü Hesaplanması .....	18
3.2.3. İstatistiksel Analizler.....	19
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA .....	19
4.1. Genel Kompozisyon.....	19



4.2. Toplam Asitlik ve pH Değerlerindeki Değişimleri .....	19
4.3. Renk Değerlerindeki Değişimler.....	21
4.4. Tekstürel Özelliklerdeki Değişimler .....	27
4.5. Hidrolitik Ransidite (Asit Değeri) Değerindeki Değişimler .....	29
4.6. <i>p</i> -anisidin Değerindeki Değişimler .....	36
4.7. <i>p</i> -anisidin Değerine Göre Yaprak Sarma Konservesinin Raf ömrü Modellemesi .....	38
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	41
KAYNAKLAR .....	36
ÖZGEÇMİŞ .....	42



## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Yaprak sarma konservesi genel kompozisyon .....	19
Çizelge 4.2. Farklı sıcaklıklarda depolanan yaprak sarma konservesinde toplam asitlik değişimi..	20
Çizelge 4.3. Farklı sıcaklıklarda depolanan yaprak sarma konservesinde pH değişimi.....	21
Çizelge 4.4. Farklı sıcaklıklarda depolanan yaprak sarma konservesinde <i>L</i> değerindeki değişimlere ait kinetik modeller .....	23
Çizelge 4.5.Yaprak sarma konservesinin <i>L</i> değerindeki değişime ait kinetik katsayılar .....	23
Çizelge 4.6. Yaprak sarma konservesinin <i>Hue</i> renk değerindeki değişimlere ait kinetik modeller.	24
Çizelge 4.7. Yaprak sarma konservesinin <i>Hue</i> renk değerindeki değişimlere ait kinetik katsayılar	25
Çizelge 4.8. Farklı sıcaklıklarda depolanan yaprak sarma konservesinde <i>Chroma</i> renk değerindeki değişimler .....	26
Çizelge 4.9. Farklı sıcaklıklarda depolanan yaprak sarma konservesinde hidrolitik ransidite değişimine ait kinetik modeller .....	34
Çizelge 4.10. Yaprak sarma konservesinin hidrolitik ransidite değişimine ait kinetik katsayılar....	35
Çizelge 4.11. Farklı sıcaklıklarda depolanan yaprak sarma konservesinde <i>p</i> -anisidin değerindeki değişimlere ait kinetik modeller .....	37
Çizelge 4.12. Farklı sıcaklıklarda depolanan yaprak sarma konservesinde <i>p</i> -anisidin değerindeki değişime ait kinetik katsayılar .....	37
Çizelge 4.13. Yaprak sarma konservesinde belirlenen özelliklere ait aktivasyon enerjileri .....	39
Çizelge 4.14. Yaprak sarma konservesinde limit <i>p</i> -anisidin değerine göre tahmini raf ömrü modellenmesi .....	40

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 4.1. Farklı sıcaklarda depolama süresince <i>L</i> değerindeki değişimler.....	22
Şekil 4.2. Farklı sıcaklarda depolama süresince <i>Hue</i> renk değerindeki değişimler .....	24
Şekil 4.3. Farklı sıcaklıklarda depolanan yaprak sarma konservesinde tekstürel değişimler.....	27
Şekil 4.4. Farklı sıcaklıklarda depolama süresince hidrolitik ransidite değişimi .....	34
Şekil 4.5. Farklı sıcaklıklarda depolama süresince <i>p</i> -anisidin değerindeki değişimler.....	36



## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

### **Simgeler**

%	Yüzde oran
A	Alfa
B	Beta
°C	Santigrat derece
®	Ticari ürün
w/w	Kütle/kütle oranı

### **Açıklama**

### **Kısaltmalar**

<b>ABD</b>	Amerika Birleşik Devletleri
<b>AOAC</b>	Ulusal Analitik Kimyacılar Birliği
<b>Ea</b>	Aktivasyon enerjisi
<b>G</b>	Gram
<b>HCl</b>	Hidroklorik Asit
<b>Kcal</b>	Kilo kalori
<b>kJ</b>	Kilo Jolue
<b>Kg</b>	Kilogram
<b>KOH</b>	Potasyum Hidroksit
<b>Mg</b>	Miligram
<b>Ltd.</b>	Limited
<b>mL</b>	Mililitre
<b>PET</b>	Polyethylene terephthalate
<b>PP</b>	Polipropilen
<b>Şti.</b>	Şirket
<b>Tic.</b>	Ticaret
<b>TPA</b>	Tekstür Profil Analizi
<b>TSE</b>	Türk Standartları Enstitüsü
<b>TUİK</b>	Türkiye İstatistik Kurumu

### **Açıklama**

# 1. GİRİŞ

İnsan yaşamının temeli sağlıklı beslenmeye dayanmaktadır. Geçmişten günümüze insanlar varlıklarını sürdürebilmek için doğal olarak üretilen sebze, meyve, et, süt ürünleri ile beslenme ihtiyaçlarını karşılamaktadırlar. Günümüzde yaşanan hızlı gelişmeler, yoğun iş yaşamı vb. koşullar insanları doğal gıdaların yanında, hazır işlenmiş gıdalara yöneltmiştir. Bitkisel ve hayvansal hammaddelerin raf ömrünü belirli kimyasal, fiziksel ve benzeri işlemler yaparak ve daha dayanıklı hale getirerek elde ettiği ürünlere, işlenmiş gıda ürünü denilmektedir. İşlenmiş gıda ürünleri, tüketicilerin sağlık, istek ve gereksinimlerine göre artırılmış ve kullanıma hazır hale getirilmiş ürünlerdir. Tüketilmeye hazır işlenmiş gıdaların uzun dönemde tüketilebilmesi, ailelerin ve tek başına yaşayan tüketicilerin tercihlerindeki değişiklikleri etkileyen faktörlerden biridir. Raf ömrü kısa olduğu için tüketilmesi gereken taze gıda ürünlerinin işlenmesi yoluyla ömürlerinin uzatmak, tüketicinin ihtiyaçlarını karşılamak ve ekonomiye katma değer sağlamak açısından önemlidir (Öndoğan, 2004). Diğer taraftan günümüzün en önemli konularından biri gıda güvenliğinin sağlanmasıdır. Gıda güvenliği insanlar için yeterli ve dengeli beslenme sağlamak için çeşitli şekillerde ekonomik olarak erişilebilir gıda sunumu olarak tanımlanabilir (Yurttagül ve Ayaz, 2008). İşlenmiş hazır gıdaların tüketime sunulmasında gıda güvenliklerinin korunması konusu önem arz etmektedir. Çünkü her ürünün kendine özgü bir raf ömrü bulunmaktadır. Uygun koşullarda saklanmayan veya raf ömrü belirlenmeyen ürünler gıda güvenliği açısından tehdit oluşturmaktadır.

Gıdalarda raf ömrü en kapsayıcı tanımıyla “*Önerilen koşullarda saklandığında ürünün fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özelliklerini istenilen düzeyde korunduğu ve etiketinde ifade edilmiş besin özelliklerini aynı düzeyde taşıdığı süre*” olarak ifade edilmektedir. Bu çerçevede, her bir gıda ürünü için geçerli bir raf ömrü süresi bulunmaktadır. Gıdalarda raf ömrü stabilitesine; gıda işleme aşamaları ve ambalaj materyalinin özelliği ile birlikte sıcaklık, bağıl nem, ışık şiddeti, oksijen kısmi basıncı gibi çevresel faktörler, gıdanın pH’sı, su aktivitesi, nem içeriği, üründe koruyucu bileşen olup

olmadığı veya var ise kullanılan miktarına ve mikrobiyel yük durumu gibi içsel faktörler etki etmektedir (Cemeroğlu, 2015)

Bir gıdanın raf ömrünün belirlenmesi için iki ana metot bulunmaktadır. Bunlar; doğrudan ve dolaylı raf ömrü belirleme metotlarıdır. Doğrudan raf ömrü belirleme metodunda; gıda ürünü belirlenen koşullarda depolanarak bozulma kriterleri belirli aralıklarla kontrol edilir. Böylece ürünün bozulma başlangıcı belirlenir. Söz konusu yöntem çok uzun zaman depolamayı gerektirmektedir. Dolaylı yönden raf ömrü belirleme metodunda ise doğrudan raf ömrü belirleme koşulları yerine getirilmeden gıdanın raf ömrünü etkileyecek faktörlerin etki derecesi artırılarak bozulmanın hızlandırılması gerçekleştirilmektedir. Böylece, gıdanın bozulma reaksiyonları matematiksel modellenerek raf ömrü tahminlemesi yapılmaktadır (Cemeroğlu, 2015).

Gıdada bozulmayı etkileyecek faktörlerin etki derecesinin artırılması; (1) konsantrasyonun artırılması, (2) gıdanın su içeriğinin artırılması ve (3) sıcaklığın yükseltilmesiyle olmaktadır. Önerilen çalışmada; bu yöntemlerden sıcaklığın artırılması yaklaşımının kullanılması düşünülmüştür. Bu tür yaklaşımla raf ömrünün tahminlemesi için yapılan testlere “*Hızlandırılmış Raf Ömrü Testleri*” denilmektedir. Burada, raf ömrü tahmin edilecek gıda yüksek sıcaklık ve nemlerde depolanmakta ve gıdada belirlenen kalite kayıplarına ait sonuçlar matematiksel modellenerek raf ömrü tahminlenmektedir (Cemeroğlu, 2015). Gıda sanayinde raf ömrü, ulusal ve uluslararası rekabetin en önemli dayanaklarından birini oluşturmaktadır. Gıda ürünlerinin raf ömrünü sağlıklı tüketime ve kalitenin korunmasına imkan verecek şekilde artırılması, üretim şirketlerinin pazardaki karlılığını ve verimliliğini aynı oranda arttırmaktadır (Anonim, 2019a).

Somuncuoğlu (2010) yaptığı pazar araştırmasında, konserve gıdaların 2009 yılındaki ihracatının 1 milyar doların üstünde olduğunu tespit etmiştir. Konserve ürünler için en önemli ihracat pazarlarının ise Almanya, Hollanda, Irak, İngiltere ve ABD gibi büyük ülkeler yer aldığı ifade edilmiştir. Ayrıca uzak ve sıcak ülkelerde konserve ihracatımızın yüksek olduğu belirlenmiştir. Ergen (2011) tarafından dünya meyve-sebze Konserve ihracatı 2008 yılında 26,3 milyar doları aştığı belirtilmiştir. Söz konusu ihracatta, Çin, İtalya, İspanya ve ABD önde gelen ülkelerdir. Türkiye ise bu sıralamada 8. sırada yer almaktadır. TÜİK’in verilerine göre ise Türkiye’de 2011 yılı toplam konserve üretimi 268.422.723 tondur. Bu rakam içerisinde turşu-sirke konservesi, zeytin konservesi, sebze konservesi, meyve

konservesi ve diğerkonserveler yer almaktadır. Sebze konserveleri ise 31.348.158 ton ile pazarın yaklaşık %9'unu oluşturmaktadır. Yine üretilen konservelerin satış bedelleri incelendiğinde ise 1252,477.707 TL dir. Sebze konservesi ise 99,210.487 TL ile pazarın % 8'ini oluşturmaktadır. Ülkemiz konserve ihracatı 247.209.347 kg olup sebze ve meyve konserve ihracatı ise 33.946.164 kg dır. Yani konserve ihracatının %14 ünü sebze ve meyve konservelerini oluşturmaktadır (Anonim, 2011).

Etsiz olarak üretilen lahana ve yaprak sarma konserveleri ülkemizde uzun yıllardır üretilmekte ve sevilerek tüketilmektedir. Ancak, son yıllarda söz konusu ürünlerin ihracatının arttığı ve 2014 yılı itibariyle 135 milyon dolarlık bir ihracatın söz konusu olduğu ifade edilmektedir. İhracatının en fazla yapıldığı ülkelerin başında İsrail, Suudi Arabistan, Fransa, İsveç, Norveç, Danimarka, ABD ve Avustralya gelmektedir (Anonim 2014). Konserve gıdalar ülkemiz koşullarında uzun süre depolanması mümkün olabilirken ihracat koşullarında sıcak ülkelere giderken taşıma esnasında veya depolama koşullarında belirlenen raf ömrü süresinden çok daha önce gıdanın yapısında değişimler olabilmektedir. Bu kadar önemli bir pazara sahip olduğumuz ihracat alanında ihraç ettiğimiz ürünlerin istenilen kalitede yerine ulaşılamaması hem pazarımızı hem de insan sağlığını tehlikeye sokmaktadır. Ayrıca, meydana gelen maddi zararlar ise oldukça yüksek rakamlardır. Yaprak sarma ihracatında en önemli problemlerden biri özellikle ihracat yapılan ülkelerin sıcak ülkeler olması nedeniyle taşıma esnasında taşıma sıcaklıklarının gemi konteynerlerinde sıcaklıkların yükselmesidir. Bu çalışmaya destek veren firma ile görüşmelerde bu sıcaklıkların 45°C'ye kadar çıkabildiği ve ürünün raf ömrünün etkilendiği ifade edilmiştir. Yapılan literatür taramasında söz konusu ürünlerin farklı sıcaklarda depolanması ile üründe meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimlerin incelenerek raf ömrü çalışmasının yapıldığına dair bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Bu nedenle planlanan bu çalışmada, hem yaprak sarma konservelerinin yüksek sıcaklıklarda fiziksel ve kimyasal kalite kayıplarının hangi reaksiyon kinetiğine göre gerçekleştiğinin belirlenmesi böylelikle kritik bozulma parametrelerinin belirlenmesi ve raf ömrünün tahminlenmesi düşünülmüştür.

## 2. KURAMSAL TEMELLER VE LİTERATÜR ÖZETİ

### 2.2. Yaprak Sarma Konservesi Üretimi ve Özellikleri

Türk mutfağı zengin çeşitliliği ve damak tadı uygunluğunun yanı sıra sağlıklı ve besleyici olması açısından da birçok yemek örneğine sahiptir. Söz konusu yemek örneklerinden bir grup ise dolmalar ve sarmalardır. Farklı dolma ve sarma çeşitleri Osmanlı saray mutfağında önemli başyapıtlar olarak görülmektedir. Günümüzde, ülkemizin her bölgesinde farklı tat ve görünümde dolma ve sarma çeşitlerine ve farklı uygulamalarına rastlanmaktadır. Yaygın olarak asma yaprağı, lahana kabak, patlıcan, biber ve domates dolmaları ülkemizde tüketilmektedir. Söz konusu ürünlerden eğer etli iç ile hazırlanırsa dolma/sarma, etsiz olarak zeytinyağlı olarak hazırlanırsa yalancı sarma veya yalancı dolma olarak ifade edilmektedir dolma ve sarma içi yapımında çok çeşitli hammaddeler kullanılmaktadır. Örneğin; Gaziantep'te kışlık bulgur, Tokat sarmasında iç olarak kuru bakla kullanılırken, Malatya'da dut, kiraz, ayva ve fasulye yaprakları kullanılarak sarma yapılabilir (Anonim,2019b; Durlu-Özkaya ve Kızılkaya, 2009).

Asma ve lahana yaprağı ile yapılan sarma Türk ve Dünya mutfağında en sevilen sarma çeşidi olarak bilinmektedirler. Nitekim günümüzde halihazırda yeme hazır şekilde yaprak ve lahana sarma konserveleri endüstriyel olarak üretilmekte ve market raflarında yer almaktadırlar. Lahana ve yaprak sarma konserve işleyen işletmeler lahana ve asma yapraklarını kendileri salamurada hazırladıkları gibi doğrudan salamura şeklinde de temin etmektedirler. Her çeşit asma ve lahana yaprağı konserve üretiminde kullanılmamaktadır. Kalın, kıllı ve yarı yapraklar konserve üretiminde tercih edilmemektedir. Hem lahana hem de asma yaprağı için körpe ince, esnek, narın damarlı eğimli yapraklar mümkün olduğunca kullanılmaktadır. Ülkemizde, en fazla narince ve sultani çekirdeksiz üzüm çeşitlerinin asma yapraklarının işlenmesi tercih edilmektedir (Cangi ve Yağcı, 2012).

Endüstriyel yaprak sarma üretiminde işlem basamakları kısaca (1) yaprakların sıcak suda haşlanıp yumuşatılması, (2) sarma içinin hazırlanması, (3) iç sarma, (4) kutulara dolmu ve sterilizasyon şeklinde olmaktadır. Burada sarma içi çok çeşitli formülasyonlarda olmak



ile beraber genellikle yaklaşık olarak %20 pirinç, %15 soğan, %60 kuş üzümü, %1,2 yenibahar, %1,2 şeker, %0,05 yağ, % 0,05 çam fıstığı, %1 karabiber, %0,5 tuz ve %1 nane-maydanoz şeklinde olmaktadır. Konserve üretimin en önemli aşaması sterilizasyon aşaması olup ½ kutulara 400g olacak şekilde yerleştirilen sarmalar 115°C’de 40 dakika süreyle sterilize edilmekte ve hızlıca soğutulması 30-40°C’ye soğutulması gerçekleştirilmektedir (Cemeroğlu ve ark., 2003).

Ülkemizde endüstriyel olarak üretilen ve satışı gerçekleştirilen yaprak sarma konservesi TSE 2669’da *“bitkisel sıvı yağlı yaprak sarma konservesi”* olarak isimlendirilmekte ve *“sağlam sarma yapmaya elverişli taze asma yapraklarının temizlenip sapları kesildikten ve haşlandıktan sonra pirinç, zeytinyağı veya yemeklik bitkisel yağ, kuru soğan, domates, domates suyu, çam fıstığı, kuş üzümü, tuz, şeker, nane, maydanoz, dereotu dilimlenmiş limon, su ve çeşitli baharatlardan meydana gelen usulüne göre hazırlanan dolma içiyle hazırlanıp hermetik olarak kapatılmış kutularda sterilize edilerek dayanıklı hale getirilmiş ve başka bir işlemi gerektirmeksizin yenilebilen hazır yemek konservesi”* olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 1990).

Yaprak sarma damak tadına hitap ettiği kadar besleyici ve sağlıklı özelliğiyle de öne çıkmaktadır. Nehir El ve ark. (1997) yaptıkları bir çalışmada, yaprak sarmanın vücudumuzda günlük alınması gereken  $\beta$ -karoten miktarının % 20,82’i karşıladığını ifade etmişlerdir. Araştırmacılar, yaprak sarmanın ortalama bileşiminin %70,96 su, %2,48 protein,%11,19, %13,80 karbonhidrat,%1,65 mineral maddelerden oluştuğunu, enerji değerini ise 164 kcal/100g rapor etmişlerdir.

Besleyici değeri yüksek olan yaprak sarma konservesinin sadece ülkemizde değil diğer ülkelerde de tüketimi gün gittikçe artmaktadır. Nitekim söz konusu ürüne ait 2014 yılı itibarıyla ihracat değerinin 135 milyon olduğu ifade edilmektedir (Anonim, 2014). İhracatımızın özellikle İsrail, Suudi Arabistan, Fransa, İsveç, Norveç, Danimarka, ABD ve Avustralya ülkelerine yapıldığı bildirilmektedir. Ülkemize özgü bu ürüne ihracat potansiyeli yüksek olmasına rağmen yaprak sarma konservesinin üretim basamaklarının geliştirilmesi veya ürüne ait spesifik özelliklerinin ve depolama ve raf ömrü şartlarının incelendiği herhangi bir çalışmaya literatürde rastlanmıştır. Ersus (1997) tarafından bir çalışmada, cam kavanozlarda hazırlanan yaprak sarma konservelerinin ısı işlem koşulları belirlenmiştir. Buna göre 108°C’de cam kavanozlarda steril edilen yaprak sarma konservelerin  $F_0$  ısıtma

değerinin 1,70-1,93,  $F_0$  soğutma değerinin 0,17-0,47 ve toplam  $F_0$  değerinin 1,87-2,14 arasında olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan, yaprak sarma konservelerinin pH değerinin 3,65-4,0 arasında değiştiği, kuru madde miktarının %29,22-30,96 arasında ve tuz miktarının ise %0,79-1,38 arasında değiştiği saptanmıştır.

Yapılan literatür taramasında yaprak sarma konservesinin farklı sıcaklarda depolanması ile üründe meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimlerin incelenerek raf ömrü çalışmasının yapıldığına dair bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Bu nedenle yaprak sarma konservesinde kalite kayıplarının ve bozulma parametrelerinin belirlenerek ve raf ömrünün tahminlenmesi hakkında literatüre yeni bilgilerin kazandırılması düşünülmüştür.

### **2.3. Gıdalarda Raf Ömrü ve Raf Ömrü Tahmin Yöntemleri**

Daha çok işlenmiş hazır gıdalar için kullanılan raf ömrü *“bir ürünün tüketiciye kullanılabilir önemli bir değişikliğe uğramadan iletilebilmesi için geçen mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal dayanım süresi olarak”* tanımlanmaktadır (Gökmen ve Öztan, 1995). Bir gıdanın raf ömrü, ürünün üretimi veya ambalajlanması ile belirli çevresel koşullar altında söz konusu gıdanın tüketilmesinin tüketici sağlığı için bir risk oluşturduğu kabul edilemez hale geldiği zaman olarak ifade edilebilir (Ellis, 1994).

Gıdaların raf ömrünü belirlemek için yapılan çalışmalarda gıda dinamizmi ve bozunma mekanizması ile gıdanın kalitesinin korunmasında etkili olan faktörlerin saptanması amaçlanmaktadır (Özboy ve Şahbaz,1996). Temel olarak gıdanın raf ömrünü belirleyen üç temel faktör bulunmaktadır. Bunlar; (1) üretilecek gıdanın üretim parametrelerini ve formülasyonun içerdiği ürün karakteristikleri (iç faktörler), (2) ürünün depolama ve dağıtımındaki çevre koşulları (dış faktörler) ve (3) ürün ambalajının özellikleri şeklinde sıralanabilir. Raf ömrüne etki eden iç faktörler, ürünün pH'sı, su aktivitesi, enzimler, ürünün mikrobiyel florası, ürün içinde bulunan bileşenlerin konsantrasyonu ve çeşidi olarak belirtilebilir. Dış faktörler ise sıcaklık, ışık, gıda ürünü bulunduğu ortamdaki gazların kısmi basıncı, mekanik stres olarak söylenebilir. Sıralanan tüm faktörler gıdaların raf ömrünü ve dolayısıyla kalitesini etkileyen bozulma reaksiyonlarını doğrudan etki etkilemektedirler. trigliseritlerin hidrolizi olmasına ve böylece yağlı gıdalarda acılaşmaya neden olan en önemli iç faktörler ortamda bulunan lipolitik enzimler ve su örnek olarak verilebilir. Dış faktörlerden biri olarak sayılan ışık ise özellikle süt ürünlerinde kötü koku (off-flavor) ve süt yağının

okside olmasına neden olmaktadır. Yukarıda ifade edilen ve gıdaların raf ömrüne etki eden etmelerin önem derecesi gıda maddesine göre değişmektedir (Robertson, 2009).

Gıdalarda raf ömrünü belirlenmesinde “direkt” ve “indirekt” yöntemlerle saptanabilmektedir (Cemeroğlu, 2015). Gıdaların raf ömrünün direkt yöntem ile belirlenmesinde raf ömrü belirlenecek gıda gerçek depolama ve dağıtım koşullarında belirli periyotlarda üründe meydana gelen kritik bozulmalar izlenmektedir. Gıda ürünleri çok karmaşık sistemler olduğu için birçok kritik bozulma sadece bir özelliği kapsamamaktan farklı özellikleri de kapsayabilmektedir. Örneğin; yağlı gıdalarda oksidatif bozulmalar kimyasal, termik ya da mikrobiyolojik olabilmektedir. Bu nedenle, raf ömrü belirlenmesinde izlenecek bozulma parametresi her bir gıda için doğru belirlenmesi ve belirlenen parametredeki kabul edilebilir artış veya azalışın önceden belirlenmesi gerekmektedir (Yumlu, 2006). Gerçek dağıtım ve depolama koşullarında elde edilen verilerle grafikler çizilerek doğrudan reaksiyon kinetiği açısından değerlendirilir ve bozulma parametresine ait reaksiyon derecesi, reaksiyon hız sabiti ve ürünü raf ömrü belirlenir. Bu şekilde direkt yöntem ile raf ömrü belirlenmesinde üründe fark edilebilen bozulma reaksiyonu çok uzun süre zarfında meydana gelmektedir. Diğer taraftan, stabil bir dağıtım ve depolama koşullu sağlanamadığından kinetik açıdan iyi bir veri elde edilememektedir (Man, 2000; Gökmen ve Öztan, 1995). İndirekt yöntem ile gıdaların raf ömrünün belirlenmesi ise gıda maddesinde seçilen kritik bozulmanın hızlandırılmasına dayanmaktadır. Bu yöntemle hızlandırılmış raf ömrü testi de denilmektedir. Burada, bozulmanın hızlandırılması, ürünlerdeki reaktanların konsantrasyonunun artırılması, ürünün su içeriğinin artırılması ve ürünün depolanma ve işleme sıcaklığının artırılması şeklinde olabilmektedir. Bu tip bir raf ömrü testinde sıcaklık faktörünün artırılmasıyla ürünlerdeki kritik bozulma reaksiyonu arttırılmakta ve reaksiyona ait veriler reaksiyon kinetiğine göre değerlendirilmektedir. Yüksek sıcaklıkta bozulma reaksiyona ait veriler *Arrhenius* eşitliği kullanılarak istenmeyen kalite kaybı görünene kadar süre ver sıcaklık ilişkileri incelenmektedir. Böylelikle gıdanın ürününün raf ömrü tahmin edilebilmektedir (Yumlu, 2006).

Bir gıda ürüne ait hızlandırılmış raf ömrü çalışması birkaç aşamadan oluşmaktadır. Öncelikle raf ömrü belirlenecek gıdanın ürüne ait işleme depolama koşulları, gıdanın bileşimi ve ambalajın özellikleri literatür bilgileri ışında dikkatlice incelenir. Daha sonra, üründe kalite kaybına sebep olabilecek bozulma reaksiyonlar ve bunlara ait sınır değerler belirlenir. Hızlandırılmış raf ömrü testlerinde uygulanacak depolama sıcaklıkları ve bu

sıcaklıklarda analiz sıklığı tespit edilir. Tüm ön hazırlıklar yapıldıktan sonra, ürünler belirlenen sıcaklıklarda depolanarak ürünün belirlenen kritik özelliğine özgü olan fiziksel, fizikokimyasal ve duyuşal testler gerçekleştirilir. Sıcaklığın yükselmesiyle elde edilen hızlandırılmış raf ömrü veriler  $1/T$ 'e karşı grafiğe geçirilerek (*Arrhenius* grafiği) elde edilen doğrusal eğri ürünün gerçek depolama koşullarındaki sıcaklığa ekstrapole edilerek raf ömrü tahminlenmesi gerçekleştirilmektedir (Cemeroğlu, 2015).

#### **2.4. Farklı Gıda Ürünlerinde Reaksiyon Kinetiği ve Raf Ömrü Çalışmaları**

Tural (2018) yaptığı bir çalışmada, vakumlu ve modifiye atmosferik şartlar altında, 0, 10 ve 20°C depolama sıcaklıklarında mikrobiyolojik, kimyasal bozulma ile ilgili paketlenmiş tavuk dönerlerinin raf ömrünü incelemiştir. Polipropilen ambalajlarında 0-20°C'de saklanan toplam 72 pişmiş döner numunesi iki gün aralıklarla *Salmonella* spp, *Listeria monocytogenes*, toplam uçucu azot ve pH analizleri ile değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda; pişmiş piliç döner ürünü için modifiye atmosfer koşullarında paketlenerek muhafaza edilen üründe 0, 10 ve 20°C'lerde sırası ile 20, 10, 2 günlük raf ömrü süresi tespit edilmiştir. Vakumlu pakette muhafaza edilen ürünlerde 0, 10 ve 20°C'ler de sırasıyla 14, 7 ve 3 gün, normal koşullarda paketlenerek depolanan ürünlerde ise 0, 10 ve 20°C'lerde sırasıyla 7, 3, 1 gün raf ömrü olduğu tespit edilmiştir.

Patır ve ark. (2009) dondurulmuş karides etinden yapılan kroketlerin raf ömürlerini saptamak amacıyla gerçekleştirdikleri bir çalışmada hazırlanan kroket örneklerini 4°C ve -18°C'de depolayarak mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal özelliklerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda; deneysel kroketlerin muhafaza süresinin  $4\pm 1^\circ\text{C}$ 'de 3 gün,  $-18\pm 1^\circ\text{C}$ 'de ise 18 gün olduğu saptanmıştır.

İlaslan (2014) sert şekerlemelerin raf ömürlerini belirlemek için sert şekerlemelere hızlandırılmış raf ömrü testleri uygulamıştır. Sert şekerlemelerde meydana gelen soğuk erime problemini çözmek amacıyla yapılan analizler sonucunda sert şekerlemelerde sakkaroz oranının artırılması sert şekerlemelerin nem absorpsiyonunu önemli ölçüde azaltmıştır. %65-75 arasında kullanılan sakkaroz 30°C % 65 bağıl nemde depolandığında uzun vadede soğuk erime problemiyle karşılaşılmasıdır.

Zhi ve ark. (2018) yaptıkları bir çalışmada yoğurttaki belirledikleri fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal analizlerle dinamik raf ömrü tahminlemesi gerçekleştirmişlerdir.

Araştırmacılar, piyasadan temin ettikleri iki farklı yoğurt örneğini 5-35°C'de arasında hızlandırılmış raf ömrü testine tabi tutmuşlardır. Çalışmada asitlik, viskozite ve duyuşal değerlendirmeye göre yoğurtlarda matematiksel raf ömrü modelleri oluşturulmuştur. Oluşturulan raf ömrü modellerine göre, 5°C'de depolana yoğurtlarda asitlik değerlerine göre 16,1-18,5 gün, viskozite özelliğine 20,3-21,8 ve duyuşal değerlendirmelere göre 15,5-18,7 gün raf ömrü belirlenmiştir.

Pulungan ve ark. (2019) elmalı Brownie keklerin raf ömrü hızlandırılmış raf ömrü testleriyle belirlemiş, keklerin raf ömrünün matematiksel modellemesi ve tahminlemesi *Arrhenius* eşitliğine göre yapmışlardır. Çalışmada, kek örnekleri 25, 35 ve 45°C'de depolanarak serbest yağ asidi, su aktivitesi ve duyuşal analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda elmalı Brownie keklerde sıcaklığa en duyarlı bozulma reaksiyonunu serbest yağ asitlerinin oluşumu olarak saptanmıştır. Serbest yağ asitlerinin oluşum reaksiyonu temel alınarak elma keklerinin 25, 35 ve 45°C depolama da raf ömrü sırasıyla 110, 54 ve 28 gün olarak tespit edilmiştir.

Park ve ark. (2018) yaptıkları bir çalışmada, iki farklı bileşimdeki dondurmada pH, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikler incelenerek hızlandırılmış raf ömrü testleri gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar, her *Arrhenius* eşitliğine göre iki dondurma örneğinin ortalama raf ömrünü -18, -6, -1 ve 4°C depolamada sırasıyla 24,27, 2,29, 0,39 ve 0,15 ay olarak belirlemişlerdir.

Bunkar ve ark. (2012) darı, süt, beyazlatıcı ve şeker tozu içeren yöresel tatlıyı 8, 25, 37 ve 45°C'lerde depolamıştır. Kuru karışımındaki HMF ve TBA oluşumu 180 güne kadar incelenmiştir. Taze kuru karışımındaki ortalama HMF değeri 4.87  $\mu\text{mol g}^{-1}$  tespit edilmiştir. 180 günlük depolama sonrasında HMF değeri 8, 25, 37, 45 °C'de sırasıyla 11.23, 13.67, 18.13 ve 21.43  $\mu\text{mol g}^{-1}$  yükseldiği tespit edilmiştir. TBA değeri için ise 0,067 başlangıç değerinden 180 günlük depolama sonrasında 8, 25, 37 ve 45 °C' de sırasıyla 532 nm'de 0.219, 0.311, 0.432 ve 0.613'e yükselmiştir. Kuru karışımın depolanması sırasında ilerleyen HMF ve TBA gelişiminin kimyasal kinetiğinden elden edilen veriler, ürünün raf ömrünü tahmin etmek için *Arrhenius* denklemleri kullanılarak modellenmiştir. HMF ve TBA' da ki değişimleri birinci dereceden reaksiyonlar takip etmiştir. Kuru karışımın potansiyel raf ömrünün sırasıyla 8 °C'de 288 gün ve 25°C'de 396 gün olduğu tespit edilmiştir

Tsironi ve ark. (2009) dondurulmuş karideslerin değişken depolama koşullarında kalite üzerinde ki değişimleri incelemiştir. Dondurulmuş karideslerin renk değişimleri hem görsel hem de enstrümental olarak incelenmiş ve sıcaklığa yüksek bağımlılık göstermiştir. 5 ve 8 derecede depolanan karidesler de şiddetli kararma meydana gelmiştir. 12 ve 15°C’de depolanan karidesler de ise kararma daha az olduğu tespit edilmiştir. Duyusal analizler sonucunda panelistler tüm endeksleri(tat, görünüm, koku, genel kabul edilebilirlik) göz önünde bulundurmuş olup ortalama değerler alınarak raf ömrü belirlenmiştir. Dondurulmuş karideslerin raf ömrü 15°C’de 70 gün olarak uygun görülmüştür.

Sabtagostino ve ark. (2011) ambalaj içersin de doğru atmosfer ortamının oluşturmak amacıyla oksijen tutucuları test etmişlerdir. Deneyde “Piemontese” cinsi sığır etinden elde edilen 200 gram biftek kullanılmıştır. Biftek % 30 CO<sub>2</sub> ve % 70 N<sub>2</sub> içeren PVC ambalajlarda depolanmıştır. Numuneler 21 gün boyunca 1±0,5°C de depolanmıştır. 1, 2 ve 3 haftalık depolama sonrasında ambalajlar açılarak et pigmentlerinin oksijenlenmesini (çiçeklenme) desteklemek amacıyla 3°C’de karanlık ortamda saklanmıştır. Çiçeklenme süresinden sonra biftek deki miyogloblin ilk zamandaki değerlere ulaşmıştır. Yine çiçeklenme sonrasında da et deki renk değerleri taze et deki renk değerlerine geri kazanmıştır. Genel et kalitesi değerlendirildiğinde geleneksel paketleme ye göre aktif bir paketleme sistemi kullanmanın potansiyel avantajları gösterilmiştir. Bu yeni paketleme sistemi ile hem perakendecilerin hem de nihai müşterilerin somut avantajları tespit edilmiştir. Perakendecilerin dağıtım süresi artarken, stokların işlenmesini de daha esnek hale getirilebilir. Aynı zamanda etin kalitesi ve güvenliği garanti edilebilir duruma gelmiştir.

Veerapandian ve ark. (2014) tarafından yemeğe hazır yer fıstığı turşusu geliştirilmiş ve reğete duyusal değerlendirme ile optimize edilmiştir. Sirke yüzdesinin, ambalaj malzemesinin ve depolama sıcaklığının turşu üzerinde etkisi incelenmiştir. Deney tasarımı için Taguchi Ortogonal dizi yöntemi kabul edilmiştir. Kalite parametreleri pH, karbonhidratlar, protein, yağ ve genel kabul edilebilirliği 10 gün ara ile 40 gün boyunca kontrol edilmiştir. Deneyler sonucunda yer fıstığı turşusunun raf ömrü ve yarı ömrü hesaplanmıştır. %10 sirke, cam şişe ve buzdolabı kombinasyonunun da 40 güne kadar yer fıstığı turşusunun depolanabileceği sonucuna varılmıştır.

Manju ve ark. (2004) tarafından bir çalışma da esnek imbic kılıflı poşette balık kızartması depolanmış, raf ömrü değerlendirmesi yapılmıştır. İmbic poşette işlenen balık 19

ay boyunca depolanmıştır. Yaklaşık 90 gram kızarmış balık ve 140 gram çok katmalı alüminyum plastik poşet içerisinde paketlenmiştir. Poşet içerisinde ki hava buhar enjeksiyonu boşaltılmış ve ısı uygulanarak kapatılmıştır. Ürün 121,1°C de 48,3 dakika işlenmiştir. Ürün depolama süresince steril kalmıştır. Raf ömrü çalışmaları ortam sıcaklığında ( $27\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) saklanan numunelerin kabul edilebilir olduğunu ve 18 aya kadar iyi duyuşal niteliklere sahip olduğu tespit edilmiştir.  $37^{\circ}\text{C}$  de saklanan numunelerin ise sadece 10 aya kadar depolanabileceği tespit edilmiştir.

Haouet ve ark. (2018) hızlandırılmış raf ömrü testi ile raf ömrü testinin kıyaslamasını yaparak hızlandırılmış raf ömrü testinin güvenilirliğini kontrol etmiştir. Çalışmalarında hızlı cevap veren paketlenmiş ve pastörize edilmiş tavuk ve ton balığı kullanılmıştır. Ürünlerin  $4^{\circ}\text{C}$  depolaması gerçekleştirilmiştir. Ürün raf ömrü üretici tarafından beklenen 30 güne karşılık 26 günde değerlendirildi. Kısa raf ömrüne sahip ürünler için hızlandırılmış raf ömrü testlerini hem zamandan hem de paradan tasarruf sağlandığı için uygulanabilirliğini göstermiştir.

Olivera ve Salvadori (2012) makarna ve lazanyanın fiziksel ve duyuşal kalitenin zamana bağılı değişimini kontrol etmişlerdir. Lazyanın buzdolabında 0, 4 ve  $10^{\circ}\text{C}$ 'de depolanması sırasında kalitesinde kötüleşme meydana gelmiştir. Depolama sıcaklığı arttıkça reaksiyon hızının da arttığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada gıdaların depolanması sırasında çeşitli özelliklerinde (nem içeriğı, renk, doku, duyuşal, kabul edilebilirlik) meydana gelen kayıplar matematiksel olarak modellenmiştir. Elde edilen matematiksel parametreler sadece bilgi amaçlı değil gıdanın raf ömrünü belirlemek esas amaçtır. Kabul edilebilirliği tanımlayan kalite endekslerinin sınırları belirlendikten sonra, bu modeller raf ömrünün belirlenmesini sağlamıştır. Mikrobiyolojik ve duyuşal raf ömrü belirlenmiş ve depolama sıcaklıkları ile ilişkilendirilmiştir. Soğutulmuş lazanya raf ömrü için 0, 4 ve  $10^{\circ}\text{C}$ 'de sırasıyla 7,7, 5, ve 1,1 gündür

Amodio ve ark. (2015) 0, 5 ve  $15^{\circ}\text{C}$ 'de taze roka yapraklarının raf ömrünü doğrusal olmayan bir model kullanılarak çalışmışlardır. Bozulma eğrileri, farklı bozulma desenleri nedeniyle, raf ömrünün tanımı, kalite özelliklerine ve depolama sıcaklıklarına bağılı olarak önemli ölçüde değişmiştir. Özellikle numuneler  $5^{\circ}\text{C}$  de depolandığında görünüm açısından, raf ömrünü sınırlandırarak 5,8 günlük bir değer göstermiştir. Genel olarak taze kesilmiş roket yaprakları sabit sıcaklıklar da depolandığında görünüm skoru raf ömrünü sınırlandırmıştır.

0, 5 ve 15 °C’de saklanan örnekler için 7.3, 5.8 ve 3,7 gün sonra pazarlanabilirlik sınırına ulaşmıştır. Bununla birlikte, sıcaklıkta ki artış, askorbik asit kaybını görünüm ve koku dışı puanlardan daha fazla etkileyerek bu beslenme özelliğinin raf ömrünü sınırlandırmasına izin vermiştir.

Yumlu (2006) yapmış olduğu bir çalışmada organik pekmez ile fındık, kakao vb. ürünlerin ilavesi ile organik yeni bir ürün elde edilmesi, ürünün kalite parametrelerinin ve raf ömrünün belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, farklı ürün formülasyonları hazırlanmış ve duyu analizi ile değerlendirme yapılmıştır. En çok tercih edilen ürün temel alınarak ürünün besin öğelerinin ve enerji değerinin belirlenmesine yönelik olarak nem, kül, protein, toplam yağ, toplam şeker ve mineral analizleri yapılmıştır. Ürünün raf ömrünün belirlenmesi amacıyla hazırlanan ürünler 4, 20, 30 ve 35°C’de 100 gün süresince depolanmıştır. Depolanan numunelerde, depolama başlangıcında ve belirli aralıklarda serbest yağ asitliği, peroksit değeri, titrasyon asitliği ve pH analizi ile mikrobiyolojik analizler fındık püresinde ise serbest yağ asitliği analizi ile mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda sonuçların 2/3’ünün dikkate alındığı göz önünde tutulursa raf ömrü 20°C’de 176 gün olarak tespit edilmiştir.

Rao ve Patil (2006) yapmış olduğu çalışma için üretilen Paneer, sıcak sütü sitrik asit veya sirke kullanarak pıhtılaştırmak, sıcak pıhtılaştırmaya bastırmak ve soğutulmuş suya batırarak soğutmak suretiyle elde edilen bir Hindistan yumuşak peyniridir. Bu çalışmada domates, süt tozu, krema, soğan, lor ve çeşitli baharatlar gibi malzemeler kullanılarak 0,95’lik bir su aktivitesi (Aw) ve pH 5 olan Paneer köri hazırlanmıştır. Ardından 0.80 F değerinde konserve edilmiştir. Ürün 15, 30 ve 45°C’de saklanmış ve depolama esnasında dokusal özelliklerindeki değişiklik incelenmiştir. Yapışkanlık ve sakızlık artmış ancak sertlik azalmıştır. Bu değişiklikler Paneer ve konserve işleminin kızartması tarafından başlatılan dokudaki değişikliklere atfedilmiştir. Bunlar ayrıca hidroksi metil furfural içeriği ile ölçülen depolama sırasında ilerleyen Maillard esmerleşmesine de bağlanmıştır. Bu değişikliklerin, üründe gözlenenlere göre, 15.0 (kontrol) geleneksel F değerinde (kontrol) sterilize edilen (Aw = 0.98 ve pH 5.2) daha yavaş olduğu bulunmuştur.

Sinigaglia ve ark. (2003) Hindistan cevizinin yenmeye hazır meyeyi üretmek amacıyla kullanımını araştırılmıştır. 4, 12, 21 ve 24°C’de saklanan paketlenmiş ve kesilmiş Hindistan cevizinde bozulma ve mikro organizma gelişimi incelenmiştir. Minimal şekilde işlenmiş



olan Hindistan cevizinin birikmesi ve sıcaklık, yüksek seviyelerde mezofilik bakteri ile bağıntılıdır. Bununla birlikte film bariyeri altında bulunduğu meyvenin solunması ile yaratılan modifiye atmosfer, ürünün raf ömrünün belirlenmesinde temel olabilir. Ürünün raf ömrü, depolama sıcaklığının etkilerini kontrol etmek ve ürünün hijyeni ve kalitesi için en uygun olan mikrobiyel endeksleri değerlendirmek için kinetik olarak modellenmiştir.



### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Çalışmanın materyalini oluşturan yaprak sarma konserveleri Uşak'ın Eşme ilçesinde faaliyet gösteren Eşme Konservecilik Gıda San. ve Tic. Ltd. Şti temin edilmiştir. Konserveler, firmanın ihracat için ürettiği konservelerden seçilmiş olup üretim gününde hızlıca bölüm laboratuvarlarımıza getirilmiş ve depolama deneyleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmadaki konserveler laklı metal ambalajda olup 400 g olacak şekilde üretilmiştir. Konserve örneklerinin sterilizasyon testi firma tarafından yapılmış olup sterilizasyon test sonuçları negatiftir. Çalışmada kullanılan kimyasal ve standart maddeler analitik saflıkta olup Merck (Darmstadt, Almanya) ve Sigma–Aldrich (St Louis, ABD)'den temin edilmiştir. Depolama deneyleri, fiziksel ve kimyasal analizler iki tekerrürlü olacak şekilde yapılmıştır.

#### 3.2. Yöntem

##### 3.2.1. Fiziksel ve Kimyasal Analizler

###### 3.2.1.1. Renk Analizi

Yaprak sarma örneklerinin *L*, *Hue* ve *Chroma* renk değerleri Minolta CR 400 (Tokyo, Japonya) renk cihazı ile ölçülmüştür. Renk ölçümleri yaprak sarma konservesinin dış yüzeyinde 3 paralel olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Renk ölçümleri, illuminasyon C ve 2° standart gözlem açısı koşullarında gerçekleştirilmiştir (ISO-CIE, 2008).

###### 3.2.1.2. Tekstür Analizi

Yaprak sarma örneklerinde tekstür profil analizi (TPA) Brookfield CT3 4500 (USA) tekstür cihazı kullanılarak yapılmıştır. Yaprak sarma örneklerinde, sertlik, iç yapışkanlık, dış yapışkanlık, yaylanma, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik tekstür özellikleri 3 farklı sarma örneğinde ölçülmüştür. Tekstür ölçümlerine ait metot koşulları; Trigger load: 4,5 g; Test speed: 2mm s<sup>-1</sup>, Target type: deformation %, target: 15% probe:TA4/1000 şeklindedir.

### 3.2.1.3. Genel Kompozisyon

Çalışmada kullanılan genel karakterizasyonunu ortaya koymak için yaprak sarma konservelerinde kuru madde (%), kül (%), yağ (%), ve protein (%) analizleri AOAC International (2000)'e göre belirlenmiştir.

### 3.2.1.4. Toplam Asitlik Analizi

Yaprak sarma konservelerinde toplam asitlik Cemeroglu (2015)'e göre belirlenmiştir. Yaprak sarma konservelerinde asitlik susuz sitrik asit cinsinden yüzde olarak verilmiştir. Buna göre, yaprak sarma konservesinden yaklaşık 5 g alınarak stromacher poşetine tartılıp 50 mL saf su ilave edilmiş ve Stomacherde (İUL, İspanya) homojenize edilmiştir. Homojenize örnekten 25 mL bir Erlenmayer'e alınıp üzerine % 1'lik fenol fitalein eklenmiş ve 0,1 N NaOH ile titre edilmiştir. Titrasyon sonucunda harcanan NaOH mL olarak kaydedilerek toplam asitlik miktarı aşağıda eşitliğe (3.1) göre hesaplanmıştır. Analizler iki paralel olacak şekilde ölçülmüştür.

$$\text{Titrasyon asitliği}(\% \text{ Susuz sitrik asit}) = \frac{(V)(f)(E)(100)}{M} \quad (3.1)$$

Burada, v: harcanan 0.1 N NaOH miktarı, mL, f: 0.1 N NaOH çözeltisinin faktörü, E:1mL 0.1 N NaOH 'ın eşdeğer asit miktarı, M: titre edilen örneğin gerçek miktardır.

### 3.2.1.5. pH

Yaprak sarma konservelerinde toplam asitlik Cemeroglu (2015)'e göre belirlenmiştir. Buna göre, yaprak sarma konservesinden 5 g Stromacher poşetine tartılıp 50 mL saf su ilave edilmiş ve stomacherde homojenize edilmiştir. Homojenize örneğin pH'sı doğrudan pH metre (Sartorius Docu-pH meter,USA) ile 2 paralel olacak şekilde okunmuştur.

### 3.2.1.6. Hidrolitik Ransidite (Asit Değeri) Değeri

Yaprak sarma örneklerinde hidrolitik ransidite değeri (asit değeri) Pennington ve Hepburn (1910) tarafından önerilen metoda göre yapılmıştır. Buna göre; yaklaşık 20 g yaprak sarma örneği slika ile havanda ezilmiştir. Havan içine 50 mL dietil eter ilave edilerek bir balona filtre kağıdı ile süzme işlemi yapılmıştır. Havana 50 mL tekrardan dietil eter

ilavesi yapılarak havan içeriği tamamen balona alınmıştır. Balon (yağ ve eter karışımı) vakumlu evaporatöre (IKA, HB 4, Almanya) bağlanarak eter uzaklaştırılmıştır. Balonda kalan yağdan yaklaşık 2 gram bir Erlenmayere tartılmıştır. Erlenmayere 1:1 oranında dietil eter:etil alkol karışımından 20 mL Erlenmayere ilave edilip yağ çözündürülmüştür. Erlenmayer içerisine 1–2 damla fenol ftalein damlatılıp 0,1 M KOH (alkolde) ile titrasyon işlemi yapılmıştır. Örneklerdeki hidrolitik ransidite değeri aşağıda eşitliğe (3.2) göre hesaplanmıştır.

$$\text{Hidrolitik ransidite (Asit değeri)} \left( \frac{\text{mgKOH}}{\text{g yağ}} \right) = \frac{V \times 5,6}{m} \quad (3.2)$$

Burada, v: harcanan 0.1 N KOH miktarı, m: titre edilen örneğin gerçek miktardır.

### 3.2.1.7. *p*-anisidin Analizi

Yaprak sarma konservesinde bulunan yağın ikincil bozulma göstergesi olarak *p*-anisidin değeri ölçülmüştür. *p*-anisidin değeri ölçümleri AOCS (AOCS, 1997)'a göre gerçekleştirilmiştir. Buna göre, hidrolitik ransidite belirlemek için yaprak sarma örneklerinden çıkarılan yağ örneklerinden 2 g tartılarak 10 mL'ye izooktan ile balon jodede seyreltilmiştir. Seyreltilmiş olan numuneden 2,5 mL alınıp 10 mL izooktan ile tekrar ikinci bir seyreltme gerçekleştirilmiştir. Bu şekilde hazırlanan numuneden 5 mL tüpe alınıp 350 nm absorbans değerleri spektrofotometrede (Jenway S-20, İngiltere) izooktana karşı okunmuştur. İkinci defa seyreltilmiş yağ örneğinden tüpe 5 mL alınarak üzerine 1 mL %0,25'lik (0,25 g/100 mL glasiyel asetik asit) *p*-anisidin reaktifi ilave edilmiştir. Tüp içeriği 30 sn boyunca vortekslenmiştir (IKA Genius 3, Almanya). Tüp içeriği karanlık ortamda 10 dk bekletildikten sonra, kör örneğe karşı (5 mL izooktan + 1 mL *p*-anisidin reaktifi) karşı 350 nm'de absorbans değerleri kaydedilmiştir. *p*-anisidin değeri aşağıdaki eşitliğe (3.3) göre hesaplanmıştır.

$$p - \text{anisidin değeri} = 25X \frac{(1,2XA2 - A1)}{m} \quad (3.3)$$

Burada, A2: Yağın izooktandaki çözeltisinin absorbansı, A1: *p*-anisidin reaktifi ilave edildikten sonra okunan absorbans değeri, m: örnek miktarı (g) 'dır.

### 3.2.2. Depolama Çalışmaları ve Kinetik Parametrelerin Hesaplanması

Yaprak sarma konserveleri 25°C, 35°C ve 45°C’de sırasıyla 240, 210 ve 120 gün süreyle depolanmıştır. Depolama çalışmaları Uşak Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarlarında bulunan inkübatörlerde (Elektro-mag M 6040 BP, Türkiye, ve Nüve ES 120, Türkiye, Memmert, Almanya) gerçekleştirilmiştir. Depolama sıcaklıkları konserve gıdalar için depolama testlerinde genel olarak kullanılan sıcaklıklardır. Çalışmada yaprak sarma konservelerinde depolama süresince renk değerleri, *p*-anisidin, hidrolitik ransidite ve miktarlarındaki değişimler kinetik açıdan incelenmesi 0. 1. ve 2. derece reaksiyon kinetiklerine göre yapılmıştır. Söz konusu özelliklerdeki değişimler ilişkin reaksiyon dereceleri, hız sabitleri (*k*), aktivasyon enerjisi (*E<sub>a</sub>*), yarılanma ömrü süresi (*t*<sub>1/2</sub>) ve Q<sub>10</sub> değerleri aşağıda verilen eşitliklerden yararlanılarak belirlenmiştir (Özkan ve ark., 2010; van Boekel, 2008; Labuza, 1984) .

0. Derece reaksiyonlarda;

$$C = C_0 - kxt \quad (3.7)$$

1. Derece reaksiyonlarda;

$$\ln \frac{c}{c_0} = -kxt \quad (3.8)$$

2. Derece reaksiyonlarda;

$$\frac{1}{c} = \frac{1}{c_0} + kxt \quad (3.9)$$

Burada; C= incelenen bileşiğin t süre sonundaki konsantrasyonu, C<sub>0</sub>= incelenen bileşiğin başlangıç konsantrasyonu, k = reaksiyon hız sabitini, t=süre ifade etmektedir.

Reaksiyonların sıcaklığa bağımlılığı ve *Arrhenius* eşitliği

$$\ln k = \frac{-E_a}{R} x \frac{1}{T} + \ln k_0 \quad (3.10)$$

Burada; *k* = hız sabiti, *k<sub>0</sub>*= frekans faktörü, *E<sub>a</sub>*= aktivasyon enerjisi (cal/mol veya kJ/mol), R= gaz sabiti (1.987 cal /mol K veya 8.314 J/ mol K ), T=sıcaklık (K) ifade etmektedir.

Yarılanma ömrü ( $t_{1/2}$ ):

1. dereceden reaksiyonlarda

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k} \quad (3.11)$$

2. dereceden reaksiyonlar için

$$t_{1/2} = \frac{1}{\ln k} x C_0 \quad (3.12)$$

Burada;  $k$ = hız sabitini,  $C_0$ = incelenen bileşiğin başlangıç konsantrasyonu ifade etmektedir.

$Q_{10}$  değeri:

$$Q_{10} = \left( \frac{k_2}{k_1} \right)^{10/(T_2-T_1)} \quad (3.13)$$

Burada;  $T_1, T_2$ = Reaksiyonun gerçekleştiği sıcaklıklar (K) ,  $k_1$ :  $T_1$  sıcaklığında gerçekleşen reaksiyona ait hız sabiti,  $k_2$ :  $T_2$  sıcaklığında gerçekleşen reaksiyona ait hız sabiti ifade etmektedir.

### 3.2.3. Gıdanın Herhangi Kritik Özelliğine ait Tahmini Raf Ömrü Hesaplanması

Çalışmada yaprak sarma konservesinin belirlenen kritik özellik ve limit değerine göre tahmini raf ömrü *Arrhenius* modeline hesaplanmıştır. Buna göre; raf ömrü tahminlenmesinde kullanılan eşitlikler aşağıda gösterilmiştir (3.14, 3.15) (Calligaris ve ark., 2012) .

0. derece reaksiyonlar için

$$I = I_0 + t \cdot k_{ref} \cdot \exp \left[ -\frac{E_a}{R} \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}} \right) \right] \quad (3.14)$$

1. derece reaksiyonlar için

$$I = I_0 \cdot \exp \left[ t \cdot k_{ref} \cdot \exp \left[ -\frac{E_a}{R} \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}} \right) \right] \right] \quad (3.15)$$

Burada;  $I$ : depolama sonunda ürün kritik özelliğine ait limit değer,  $I_0$ : ürününün özelliğine ait başlangıç değeri,  $k_{ref}$ : ürünü özeliğine ait seçilne referans sıcaklıkta reaksiyon hız katsayısı,  $T$ : ürünün depolandığı sıcaklık (K),  $T_{ref}$ : ürününe ait referans depolama sıcaklığı (K),  $t$ : ürünün kritik değerine göre hesaplanmış raf ömrü süresi (gün),  $E_a$ : aktivasyon enerjisi (J mol<sup>-1</sup>),  $R$ : gaz sabiti (8,314 J K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>)

### 3.2.3. İstatistiksel Analizler

Kimyasal kinetik açısından yaprak sarma örneklerinin tüm özelliklerine Regresyon analizi uygulanmıştır. Herhangi bir reaksiyon modeline uymayan yaprak sarma örneklerinin *Chroma* değerleri, pH, ve toplam asitlik ve tekstür değerleri her bir sıcaklıkta ayrı olmak üzere tek yönlü Varyans analizi (*One way ANOVA*) ile karşılaştırılmıştır. Varyans analizi sonucunda önemli çıkan farklıklar Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi (TUKEY HSD) ile ortaya konmuştur (Sheskin, 2004). İstatistiksel değerlendirmeler Minitab (version 16), istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

### 4.1. Genel Kompozisyon

Çalışma da kullanılan yaprak sarma konservesinin genel karakterini ortaya koymak için bazı kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Söz konusu özelliklere ait bulgular Çizelge 4.1'de verilmiştir. Çalışmada kullanılan yaprak sarma konservesinin kuru madde, yağ, protein ve kül miktarı sırasıyla %30,62, %5,33, %1,42 ve %1,34 olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, literatürde elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir (Ersus, 1999; Nehir El ve ark., 1997). Nehir El ve ark. (1997) yaptıkları bir çalışmada üç farklı üreticiden temin ettikleri yaprak sarmaların ortalama kuru madde, protein yağ ve kül miktarını sırasıyla %29,04, %2,48, %11,19 ve %1,65 olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar, günlük alınması için verilen enerji miktarının % 8,2 sinin yaprak dolmadan karşılanabileceğini belirtmişlerdir. Yapılan diğer bir çalışmada (Ersus, 1997), cam kavanozda 108°C'de sterilize edilen yaprak sarma konservelerinin kuru madde ve yağ değerlerinin sırasıyla %29,22-30,96 ve %3,13-3,20 değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Yaprak sarma konservesi genel kompozisyon

Özellik	Ortalama ± S.H
Kuru madde	30,62±0,14
Yağ	5,33±0,26
Protein	1,42±0,21
Kül	1,34±0,01

S.H: standart hata

### 4.2. Toplam Asitlik ve pH Değerlerindeki Değişimleri

Farklı sıcaklıklarda depolanan yaprak sarma konservesi örneklerinin pH ve toplam asitlik değerlerindeki değişimler yapılan regresyon analizi sonucunda herhangi bir kimyasal kinetik modele uymadığı belirlenmiştir. 25°C ve 35°C'de depolanan örneklerde pH ve toplam asitlik değerlerinde önemli bir değişimin olmadığı (P<0,05), 45°C'de depolanan örneklerde pH değerinin önemli derecede azaldığı toplam asitlik değerinin ise arttığı belirlenmiştir (P>0.05). Buna göre, 45°C'de depolanan yaprak sarma konservesi



örneklerinde depolama süresince pH değerinin 3.24- 3.86 pH arasında değişim gösterdiği, toplam asitlik değerinin ise %0,41-0,51 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.2 ve 4.3). Yemeye hazır gıda ürünlerinin (ready to eat) tüketimleri son yıllarda artış gösterdiği için söz konusu gıdaların kalite özelliklerinin incelendiği çalışmalar kısıtlı olup literatürde doğrudan yaprak sarma konservesinin depolanması süresince fiziksel ve kimyasal özelliklerinin incelendiği herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak, yaprak sarma konservesi gibi bazı hazır gıda türündeki gıdaların farklı ambalajlarda depolanması süresince kalite özelliklerini incelendiği çalışmalarda mevcuttur. Bu çerçevede, Jang ve Lee (2012) yaptıkları bir çalışmada, otoklavlanabilir çok katmalı plastik ambalaj içerisinde ürettikleri zencefil, tavuk ve pirinçten yapılan lapanın 25 °C’de 28 hafta depolama süresince bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, ürünün pH değerinin depolama süresince pH 6,49 ‘dan pH 6,05’e önemli derecede azaldığı belirlenmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada (Triyananto ve ark., 2014), tavuk etinden yapılan ve Güney Kore’de “Samgyetang” diye bilenen tavuklu lapanın çok katmanlı plastik ambalajda sterilize edilerek, 25°C’de 12 ay boyunca depolanması süresince fiziksel, kimyasal ve duyu özellikleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda, pH değerinin önemli derecede azaldığı belirlenmiştir. Araştırmacılar, ürünlerdeki pH düşüşünün ambalaj içinde kalan kalıntı oksijenin lipitleri okside etmesinden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

Çizelge 4.2. Farklı sıcaklıklarda depolanan yaprak sarma konservesinde toplam asitlik değişimi

Depolama süresi	Asitlik (% sitrik asit, susuz)±S.H		
	Depolama sıcaklığı		
	25°C	35°C	45°C
0	0,51±0,07	0,51±0,07	0,51±0,07 <sup>ABC</sup>
15	-*	-	0,39±0,01 <sup>C</sup>
30	-	0,47±0,02	0,46±0,02 <sup>BC</sup>
45	-	-	0,58±0,01 <sup>AB</sup>
60	0,57±0,03	0,61±0,01	0,64±0,02 <sup>A</sup>
75	-	-	0,44±0,03 <sup>BC</sup>
90	-	0,56±0,02	0,41±0,01 <sup>A</sup>
105	-	-	0,45±0,01 <sup>BC</sup>
120	0,55±0,03	0,59±0,01	0,49±0,01 <sup>ABC</sup>
150	-	0,53±0,01	-
180	0,57±0,03	0,55±0,01	-
210	-	0,55±0,01	-
240	0,54±0,01	-	-
<b>P değeri</b>	0,963	0,145	0,01

S.H: standard hata, \*: analiz yapılmamıştır.

Baht ve ark. (2011) ise Pakistan’da kırmızı etten yapılan yemeye hazır ve düşük yoğunlukla polietilen ambalajda (LDPE) aerobik olarak paketlenmiş “Chevon Harrisa” yemeğinin 1 hafta (7 gün) boyunca buzdolabı koşullarında (4°C) fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki değişimleri incelemişlerdir. Çalışmada, yemeye hazır “Chevon Harrisa” nın pH değerinin 1 hafta depolama sonunda önemli derecede arttığını belirlenmiştir. Araştırmacılar, bu durumun üründe gözlenen bakteriyel gelişimden dolayı gerçekleştiğini ifade etmişlerdir.

Çalışmada yaprak sarma konservesinde elde ettiğimiz bulgular değerlendirildiğinde, 45°C’de depolanan yaprak sarma konservesinde pH değerinin artması ve bununla ilişkili olarak toplam asitlik değerinin düşmesi, steril üründe mikrobiyel gelişmenin görülmeyeceğinden dolayı yüksek sıcaklıkta depolanan üründe bulunan organik asitlerin parçalanarak diğer bileşiklere dönüşmesinden kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Çizelge 4.3. Farklı sıcaklıklarda depolanan yaprak sarma konservesinde pH değişimi

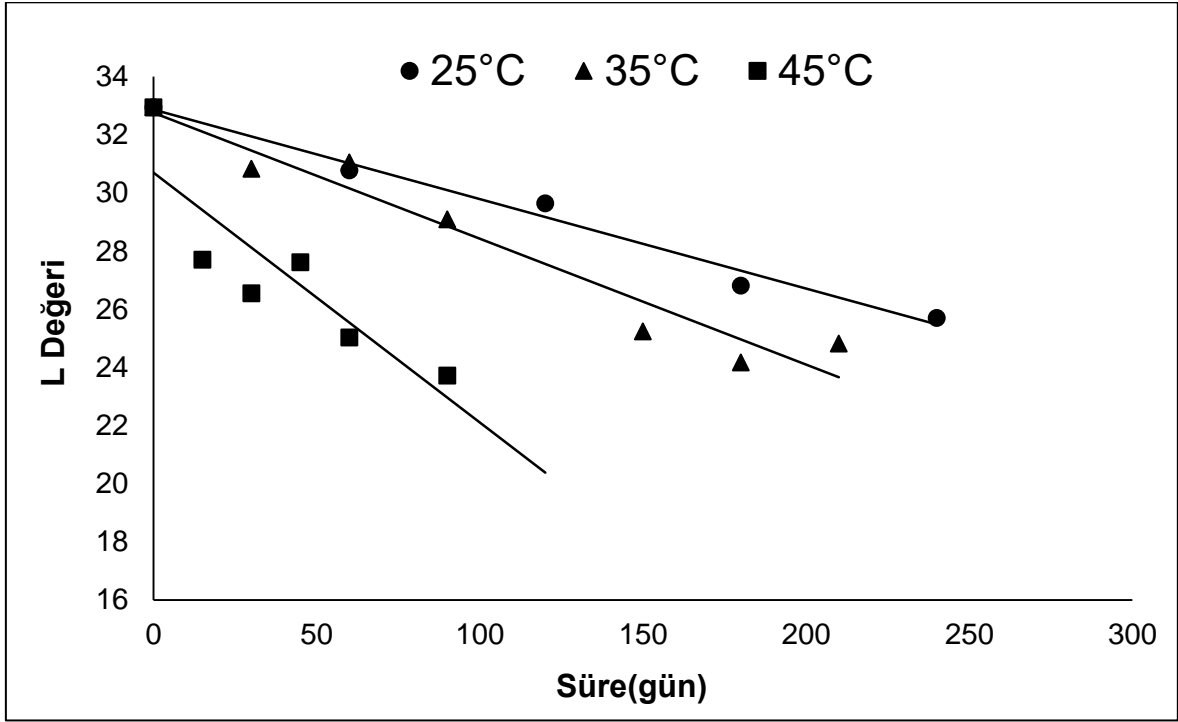
Depolama süresi	pH±S.H		
	Depolama sıcaklığı		
	25°C	35°C	45°C
0	3,31±0,01	3,31±0,01	3,31±0,01 <sup>BCD</sup>
15	*	-	3,31±0,04 <sup>BCD</sup>
30	-	3,41±0,18	3,24±0,02 <sup>D</sup>
45	-	-	3,30±0,04 <sup>CD</sup>
60	3,30±0,04	3,21±0,03	3,46±0,20 <sup>ABCD</sup>
75	-	-	3,69±0,08 <sup>ABC</sup>
90	-	3,48±0,07	3,86±0,02 <sup>A</sup>
105	-	-	3,56±0,01 <sup>ABCD</sup>
120	3,51±0,11	3,43±0,02	3,75±0,05 <sup>AB</sup>
150	-	3,45±0,05	-
180	3,31±0,06	3,61±0,05	-
210	-	3,61±0,04	-
240	3,48±0,09	-	-
<b>P değeri</b>	0,26	0,07	0,01

S.H: standard hata, \*:analiz yapılmamıştır.

#### 4.3. Renk Değerlerindeki Değişimler

Farklı sıcaklıklarda depolanan yaprak sarma konservesinin renk değerlerindeki değişimleri belirlemek için *L*, *Hue* ve *Chroma* değerleri ölçülmüştür. Çalışmada, renk değerlerine ait elde edilen verilere regresyon analizi uygulanmıştır. Regresyon analiz

sonucunda, depolama süresince yaprak sarma konservelerin  $L$  ve  $Hue$  değerlerindeki değişimler kimyasal kinetik açılarından değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır. Depolama başlangıcında, yaprak sarma konservesinin başlangıç  $L$  değeri 32.94 olarak belirlenmiştir.  $L$  değerinin depolama sonunda 25°C sıcaklıkta %22, 35°C sıcaklıkta %24,66 ve 45°C sıcaklıkta ise %27,99 (90gün) oranında azaldığı belirlenmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Farklı sıcaklarda depolama süresince  $L$  değerindeki değişimler

$L$  değerinin azalmasına ilişkin verilere ait regresyon analiz sonuçları Çizelge 4.4'de verilmiştir. Regresyon analizine ait determinasyon katsayıları ( $R^2$ ) incelendiğinde, depolama süresince  $L$  değerindeki azalmanın sıfırıncı derece kinetik modele uygun olduğu saptanmıştır. Buna göre, 25, 35 ve 45°C'de reaksiyon hız sabitleri ( $k$ ) sırasıyla 0,003, 0,043 ve 0,086  $L$  değeri  $\text{gün}^{-1}$  olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı sıcaklıklarda depolanan yaprak sarma konservesinde  $L$  değerindeki değişimlere ait kinetik modeller

Reaksiyon Derecesi	Sıcaklık	Regresyon eşitliği	R <sup>2</sup> değeri
<i>Sıfırinci</i>	25°C	$y = -0,003x + 32,867$	0,982
	35°C	$y = -0,043x + 32,763$	0,942
	45°C	$y = -0,086x + 30,700$	0,765
	<b>Sıcaklık</b>		
<i>Birinci</i>	25°C	$\ln y = -0,0011x + 3,496$	0,981
	35°C	$\ln y = -0,0015x + 3,494$	0,940
	45°C	$\ln y = 0,0031x + 3,424$	0,798

R<sup>2</sup>:determinasyon katsayısı

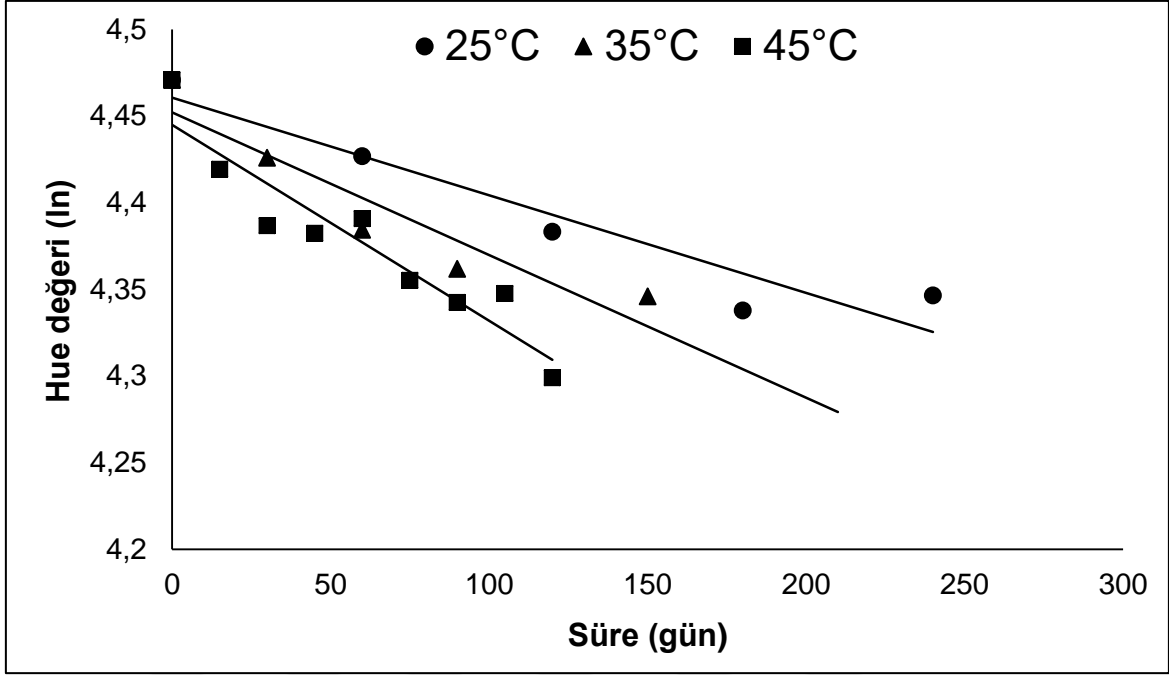
Yaprak sarma konservesinin farklı sıcaklıklarda depolanması süresince  $L$  değerinin azalmasına ilişkin hesaplanan kinetik veriler Çizelge 4.5’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde 25-45°C sıcaklık aralığında  $L$  değerinde azalmaya ilişkin  $E_a$  değeri 36,85 kJ mol<sup>-1</sup> hesaplanmıştır. 25-35°C sıcaklıkta aralığında  $Q_{10}$  değeri 1,40 olarak bulunurken söz konusu değer 35-45°C aralığında 1,98 olarak saptanmıştır. Buna göre 35-45°C aralığındaki depolama sıcaklığının  $L$  değerinin azalmasına ilişkin reaksiyon hızında daha fazla artışa neden olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.5.Yaprak sarma konservesinin  $L$  değerindeki değişime ait kinetik katsayılar

Sıcaklık	$t_{1/2}$ (gün)	$Q_{10}$ (25°C-35°C)	$Q_{10}$ (35°C-45°C)	$E_a$ (kJ mol <sup>-1</sup> )
25°C	- <sup>a</sup>			
35°C	-	1,40	1,98	36,85 (0,92)
45°C	-			

<sup>a</sup>:hesaplanmamıştır. <sup>b</sup>:parantez içine yazılan determinasyon katsayısıdır.  $E_a$ : aktivasyon enerjisi

Farklı sıcaklıklarda depolanan yaprak sarma konservelerinin  $Hue$  değerlerinin değişimine ait bulgular değerlendirildiğinde, depolama sonunda  $Hue$  renk değerinin 25°C sıcaklıkta %11,70, 35°C sıcaklıkta %11,74 (150gün) ve 45°C sıcaklıkta ise %15,28 (90gün) oranında azaldığı belirlenmiştir.



Şekil 4.2. Farklı sıcaklarda depolama süresince *Hue* renk değerindeki değişimler

*Hue* değerinin azalmasına ilişkin verilere ait regresyon analiz sonuçları Çizelge 4.6'de verilmiştir. Regresyon analizine ait determinasyon katsayıları ( $R^2$ ) incelendiğinde, depolama süresince *Hue* değerindeki azalmanın birinci derece kinetik modele uygun olduğu saptanmıştır. Buna göre, 25, 35 ve 45°C'de reaksiyon hız sabitleri ( $k$ ) sırasıyla 0,0006, 0,0008 ve 0,0011 gün<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. Yaprak sarma konservesinin *Hue* renk değerindeki değişimlere ait kinetik modeller

Reaksiyon Derecesi	Sıcaklık	Regresyon eşitliği	$R^2$ değeri
<i>Sıfırncı</i>	25°C	$y = -0,046x + 86,507$	0,910
	35°C	$y = -0,0674x + 85,808$	0,869
	45°C	$y = -0,088x + 85,076$	0,853
<i>Birinci</i>	<b>Sıcaklık</b>		
	25°C	$\ln y = -0,0006x + 4,460$	0,912
	35°C	$\ln y = -0,0008x + 4,452$	0,878
	45°C	$\ln y = -0,0011x + 4,445$	0,884

$R^2$ :determinasyon katsayısı

Çizelge 4.7. Yaprak sarma konservesinin *Hue* renk değerindeki değişimlere ait kinetik katsayılar

Sıcaklık	$t_{1/2}$ (gün)	$Q_{10}$ (25°C-35°C)	$Q_{10}$ (35°C-45°C)	$E_a$ (kJ mol <sup>-1</sup> )
25°C	1155			
35°C	866,25	1,33	1,25	29,17 (1)
45°C	630			

$E_a$ : aktivasyon enerjisi, \*: parantez içine yazılan determinasyon katsayısıdır.

Yaprak sarma konservesinin farklı sıcaklıklarda depolanması süresince *Hue* değerinin azalmasına ilişkin hesaplanan kinetik veriler Çizelge 4.7’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, 25-45°C sıcaklık aralığında *Hue* değerinde azalmaya ilişkin  $E_a$  değeri 29,17 kJ mol<sup>-1</sup> hesaplanmıştır. 25-35°C sıcaklıkta aralığında  $Q_{10}$  değeri 1,33 olarak bulunurken söz konusu değer 35-45°C aralığında 1,25 olarak saptanmıştır. Buna göre, 25-35°C aralığındaki depolama sıcaklığının *Hue* değerinin azalmasına ilişkin reaksiyon hızında daha fazla artışa neden olduğu görülmüştür. Diğer taraftan, farklı sıcaklıklarda *Hue* değerinin azalmasına ait yarı ömür süreleri incelendiğinde, 25, 35 ve 45°C’de sırasıyla 1155 gün, 866,25 gün ve 630 gün olarak saptanmıştır. Buna göre beklenildiği üzere yaprak sarma konservesinin düşük sıcaklıklarda depolanmasında *Hue* değerindeki değişimin daha yavaş olduğu görülmektedir.

Farklı sıcaklıklarda depolanan yaprak sarma örneklerinin *Chroma* değerlerine ait veriler regresyon analiz ile değerlendirildiğinde *Chroma* değerindeki değişimlerin herhangi bir kinetik modele uygun olmadığı belirlenmiştir. 25°C ve 45°C’de depolanan örneklerin *Chroma* değerinde önemli bir değişimin olmadığı ( $P<0,05$ ), 35°C’de depolanan örneklerde ise 120. depolama gününde en yüksek *Chroma* değerinin en yüksek değerde olduğu, diğer depolama günlerindeki *Chroma* değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir ( $P>0,05$ ). Yaprak sarma örneklerinin *Chroma* değerlerinin 9,30-15,63 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Farklı sıcaklıklarda depolanan yaprak sarma konservesinde *Chroma* renk değerindeki değişimler

Depolama süresi	<i>Chroma</i> değeri± S.H.		
	Depolama sıcaklığı		
	25°C	35°C	45°C
0	12,092±1,17	12,092±1,17 <sup>AB</sup>	12,09±1,17
15	-	-	9,45±0,07
30	-	9,80±1,21 <sup>B</sup>	8,74±0,55
45	-	-	9,60±1,22
60	12,61±0,87	10,22±0,02 <sup>B</sup>	9,80±0,38
75	-	-	11,37±1,44
90	-	10,51±0,47 <sup>B</sup>	9,30±0,18
105	-	-	10,48±0,08
120	13,41±1,39	15,63±1,10 <sup>A</sup>	10,40±0,30
150	-	10,38±0,76 <sup>B</sup>	-
180	10,36±0,38	12,55±0,39 <sup>AB</sup>	-
210	-	11,95±0,05 <sup>AB</sup>	-
240	12,38±0,25	-	-
<b><i>P</i> değeri</b>	0,33	0,01	0,19

S.H: standart hata

Literatürde farklı depolama koşullarında depolanan gıda üründeki renk değişimleri çok çeşitlilik göstermektedir (Sonar ve ark., 2019; Ahmed ve Ashmaway, 2016; Ahmed ve ark., 2002; Avila ve Silva, 1999), Avila ve Silva (1999) 110-135°C aralığında şeftali püresinin renk değişim kinetiğini incelemişlerdir. Araştırmacılar, şeftali püresinde ısıtma süresince *L* ve *b* değerlerinin azaldığı, *a* ve toplam renk değişiminin  $\Delta E$  ise arttığını belirlemişlerdir. *L*, *a* ve *b* renk değerlerindeki değişimlerin birinci dereceden reaksiyon kinetiğine uyduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan, *L*, *a* ve *b* renk değerlerindeki değişimlerine ait aktivasyon enerjisi sırasıyla 107, 106 ve 109 kJ mol<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır. Benzer şekilde, termal proses süresince plastik kutudaki bezelye püresinin renk değişimlerin incelendiği bir çalışma (Shin ve Bhowmik, 1995),  $-La/b$  ve  $-a/b$  renk değerlerinin birinci dereceden reaksiyon kinetiğine göre değişim gösterdiği ve  $-La/b$  renk değerinin aktivasyon enerjisinin 67,90 kJ mol<sup>-1</sup> olduğu belirlenmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada (Ahmed ve ark., 2002), ıspanak ve hardal yaprakları ile bunların karışımından elde edilen pürenin 75-115°C sıcaklık aralığındaki ısıl işleme sonucunda renk değişimleri incelenmiştir. Çalışmada,  $-a$  ve  $L-a/b$  renk değerlerin her üç çeşit pürede de birinci dereceden reaksiyon kinetiğine göre azaldığı,  $-a$  renk değerinde değişime ait reaksiyonun aktivasyon enerji değerlerinin ıspanak, hardal yaprakları ve karışım pürede sırasıyla 28,75, 41,64 ve 34,01 kJ mol<sup>-1</sup> olduğu

belirlenmiştir. Ahmed ve Ashmaway (2016) yaptıkları bir çalışmada, dondurarak kurutulmuş hurmaların 5-15°C sıcaklık aralığında 12 ay depolanması süresince, *a* ve *b* renk değerlerinde azalma, *L* renk değerinde ise artma şeklinde değişimlerin meydana geldiği ve söz konusu değişimlerin birinci dereceden reaksiyon kinetiğine göre değiştiği belirlenmiştir. Diğer taraftan, *a*, *b* renk *L* renk değerlerinin değişimlerine ait reaksiyonların aktivasyon enerjisi sırasıyla 4930, 18500 ve 10850 kJ mol<sup>-1</sup> olarak hesaplamışlardır. Çok yakın bir zamanda yapılan diğer bir çalışmada (Sonar ve ark., 2019), farklı oksijen geçirgenliğine sahip çok katmanlı ambalajlarda 7°C’de buzdolabı koşullarında depolanan kırmızı lahana, bezelye ve kırmızı pancar pürelerinin toplam renk değişimi ( $\Delta E$ ) ve renk pigmentleri parçalanma kinetiği incelenmiştir. Çalışma sonucunda, kırmızı lahana ve kırmızı pancar pürelerinde toplam renk değişiminin sıfırncı dereceden kinetiğine göre değiştiği, bezelye püresinde ise kesirli reaksiyon (fractional conversion) derecesinde değişimin olduğu belirlenmiştir. Çalışmada sebze pürelerinde meydana gelen toplam renk değişimine ( $\Delta E$ ) ait reaksiyonların aktivasyon enerjileri hakkında bir bilgi verilmemiştir. Çalışmada renk değerlerine ait elde ettiğimiz bulgular ile literatür bulguları birlikte değerlendirildiğinde, *L*, *a* ve *b* değerlerinde çoğunlukla birinci dereceden reaksiyon kinetiğine uygun olarak değişimlerin meydana geldiği ancak çalışmamızda yaprak sarma konservesinin *L* değerinin literatürden farklı olarak sıfırncı dereceden reaksiyon kinetiğine göre değişim gerçekleştiği görülmüştür. Diğer taraftan, *L* değeri için belirlenen aktivasyon enerjisinin literatürde farklı sebze pürelerinde *L* değeri için belirlenen aktivasyon enerji değerlerinden daha düşük olduğu gözlenmiştir.

#### **4.4. Tekstürel Özelliklerdeki Değişimler**

Farklı sıcaklıklarda depolanan yaprak sarma konservesinde yapılan TPA analizi ile sertlik (hardness), iç yapışkanlık (cohesiveness), dış yapışkanlık (adhesiveness), yaylanma (springness), çiğnenebilirlik (chewiness) ve sakızımsılık (gummies) özellikleri belirlenmiştir. Tekstürel özellikler için elde edilen bulgular regresyon analiz ile değerlendirildiğinde tekstürel özelliklerindeki değişimlerin herhangi bir kinetik modele uyumadığı belirlenmiştir. Şekil 4.3’de farklı sıcaklıklarda depolanan yaprak sarma konservelerindeki tekstürel değişimler gösterilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda, tüm depolama sıcaklıklarında sertlik değerinde değişimlerin depolama süresince önemli olduğu belirlenmiştir ( $P < 0,05$ ). Yaylanma ve dış yapışkanlık özelliklerinin sadece 35°C depolama sıcaklığında, sakızımsılık ve iç yapışkanlık özelliklerini ise sadece 45°C depolama



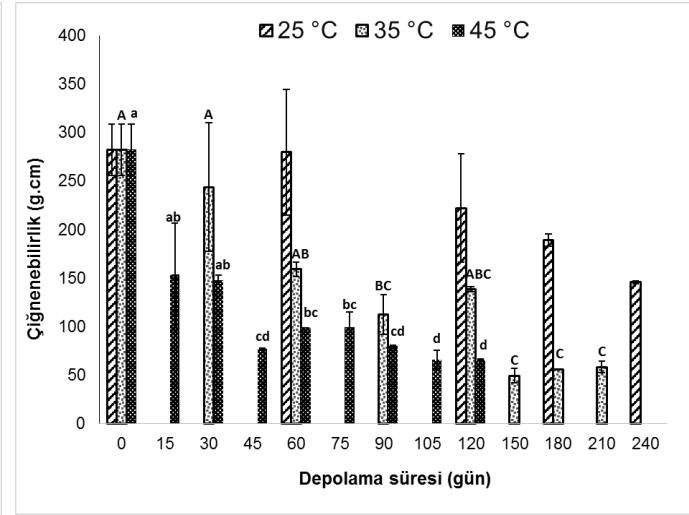
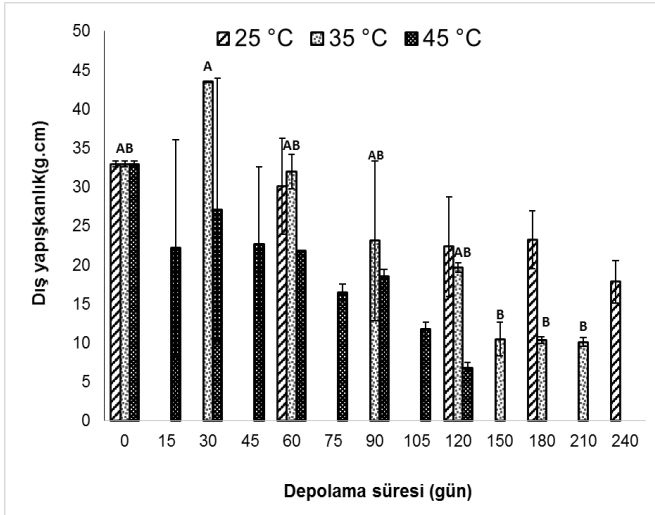
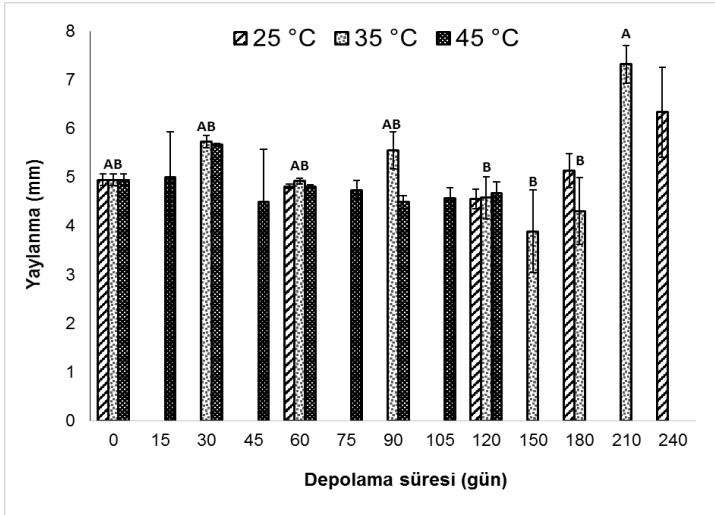
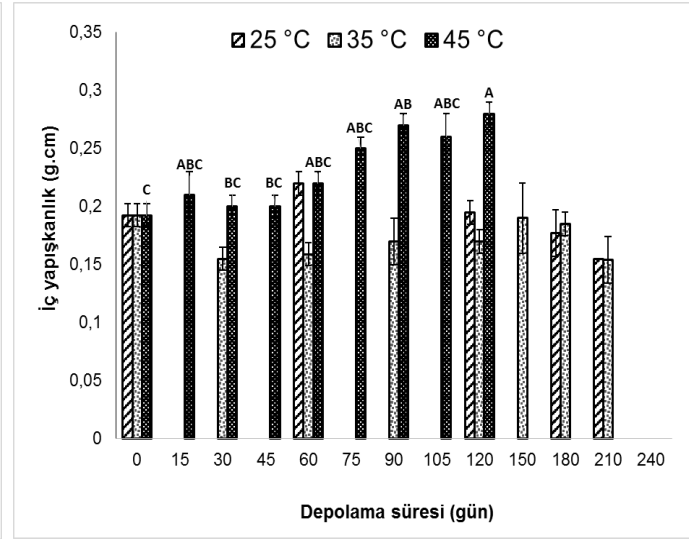
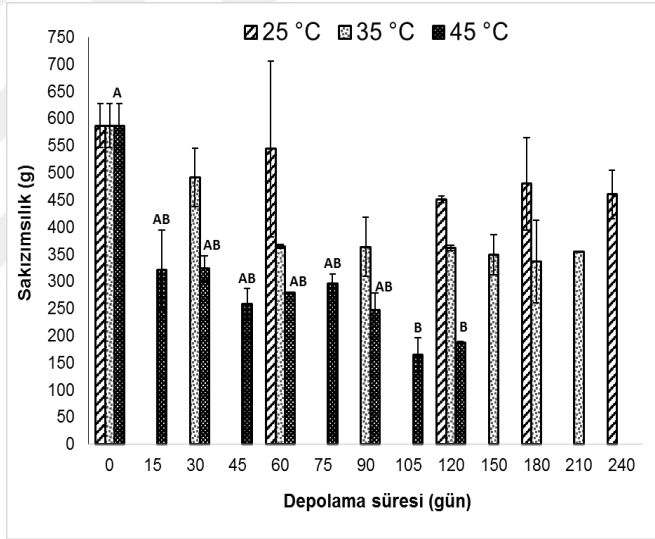
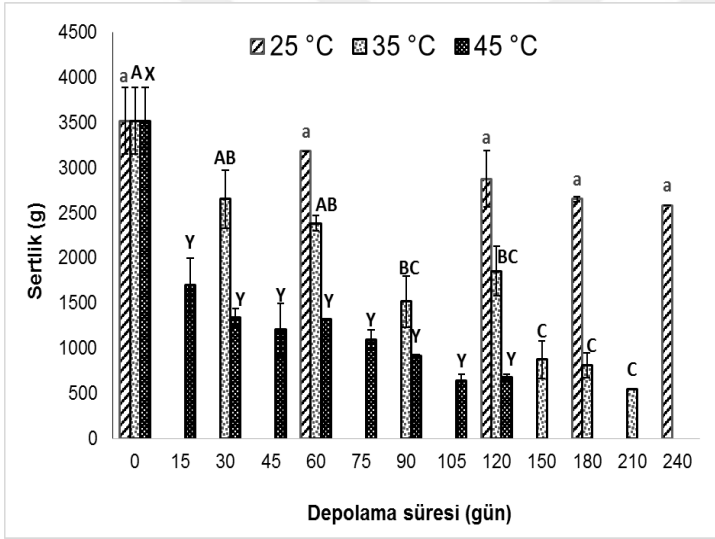
sıcaklığında önemli düzeyde değiştiği belirlenmiştir ( $P<0,05$ ). Ayrıca, çiğnenebilirlik özelliğinin depolama süresince hem  $35^{\circ}\text{C}$  hem de  $45^{\circ}\text{C}$ 'de önemli düzeyde değiştiği tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ). Buna göre, tüm depolama sıcaklıklarında, yaprak sarma konservesinde sertlik değerinin depolama süresince düştüğü belirlenmiştir. 120 günlük depolama sonunda sertlik değerinde en fazla düştüğü sıcaklık beklenildiği üzere  $45^{\circ}\text{C}$ ' depolama sıcaklığında görülmüştür. Yaprak sarma konservesinde önemli bir tekstürel karakteristik olan sertlik değerinin 120 günlük depolama sonunda  $25^{\circ}\text{C}$ ,  $35^{\circ}\text{C}$  ve  $45^{\circ}\text{C}$ 'de sırasıyla %18,23, %47,31 ve %80,7 oranında azaldığı saptanmıştır.

Yaprak sarma örneklerinin yaylanma  $35^{\circ}\text{C}$  depolamada sıcaklığında depolamanın 120. gününde önemli düzeyde arttığı, dış yapışkanlık değerlerinin ise depolamanın 150. gününde önemli düzeyde azaldığı belirlenmiştir ( $P<0,05$ ).  $25^{\circ}\text{C}$  ve  $45^{\circ}\text{C}$  depolama sıcaklıklarında her iki tekstürel özellikte önemli bir değişimin olmadığı belirlenmiştir ( $P>0,05$ ). Depolama süresince örneklerin yaylanma ve dış yapışkanlık özellikleri 3,89-5,55 mm ve 6,8-43,5 g.cm değerleri arasında değişim göstermiştir. Benzer şekilde,  $45^{\circ}\text{C}$ ' depolama sıcaklığında yaprak sarma konservesinin iç yapışkanlık özelliğinin depolamanın 90. gününde önemli düzeyde arttığı buna karşın sakızimsılık özelliğinin ise depolamanın 105. gününde önemli düzeyde azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.3). Yaprak sarma konservesinin çiğnenebilirlik özelliği incelendiğinde ise tüm depolama sıcaklıklarında çiğnenebilirlik değerinin depolama süresince azaldığı ancak çiğnenebilirlik değerindeki azalmanın  $35$  ve  $45^{\circ}\text{C}$ 'deki depolama sıcaklıklarında istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur. Depolama süresince yaprak sarma konservesinin iç yapışkanlık, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik özellikleri sırasıyla 0,15-0,28 g.cm, 165,4-586,92 g ve 49,68-282,4 g.cm değerleri arasında değişim göstermiştir. Yapılan literatür taramasında yaprak sarma konservesinin tekstürel özelliğinin incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle, elde edilen sonuçların karşılaştırılması yapılamamıştır. Ancak, literatürde bazı yemeye hazır bazı gıdaların farklı sıcaklıklarda depolanması süresince tekstürel değişimler incelendiği çalışmalar kısıtlı olsa da bulunmaktadır (Iborra-Bernad ve ark., 2013; Masegosa ve ark., 2013; Rao ve Patil, 2006). Iborra-Bernad ve ark. (2013) yaptıkları bir çalışmada sous-vide (vakumlu poşet altında pişirme) ve cook-vide ( $100^{\circ}\text{C}$  altında ve düşük vakumda pişirme) teknikleriyle pişirdikleri yeşil fasulyede 7 gün boyunca  $3-4^{\circ}\text{C}$ 'de depolama süresince Kramer hücresiyle ölçülen sertlik ve delme probuyla ölçülen sertlik değerlerinde önemli bir değişimin olmadığını belirlemişlerdir. Rao ve Patil, (2006) Hindistan'a özgü olan ve iki

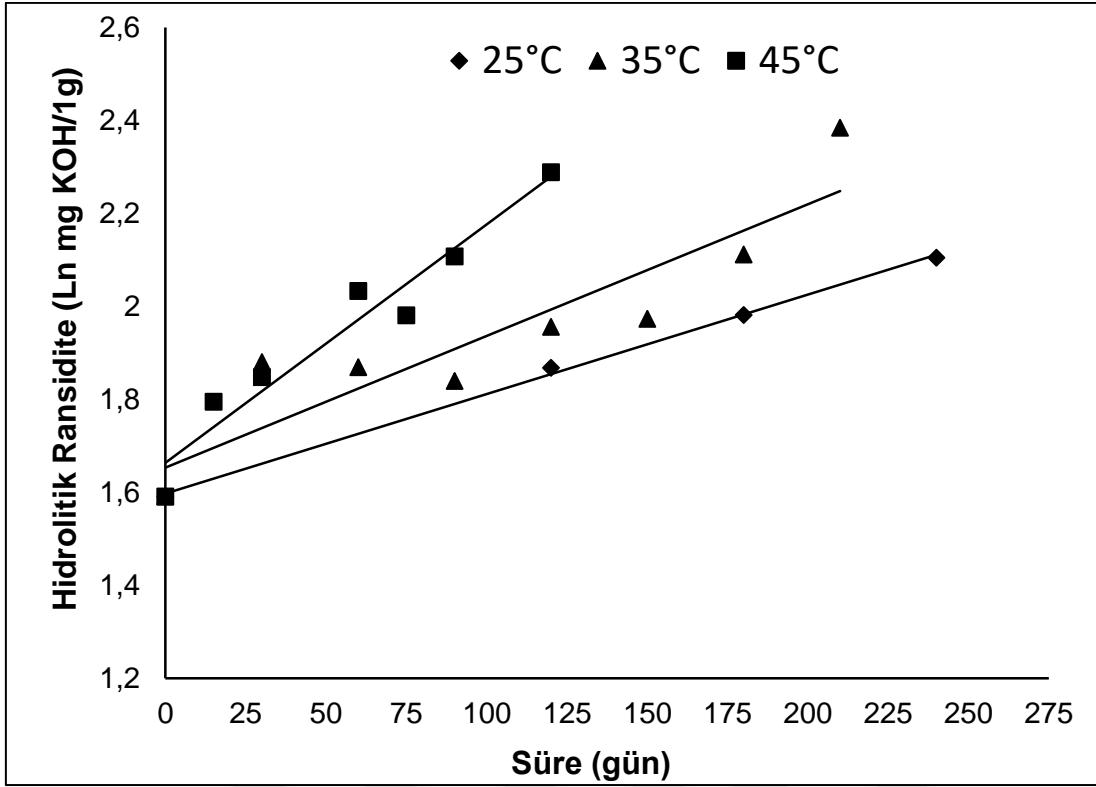
farklı sterilizasyon normu ile işlenen ve farklı baharatlarla marine edilen yemeye hazır kutulanmış Paneer peynirinin (Paneer Curry) tekstürel değişimleri 15, 30 ve 45°C'de 104 gün depolanma süresince incelemiştirlerdir. Çalışma sonucunda, depolama süresince sterilizasyon normuna bağlı olmaksızın, hazırlanan Paneer Curry'nin iç yapışkanlık ve sakızimsılık özelliklerinin arttığı, sertlik değerlerinin ise azaldığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde yüksek basınç prosesiyle hazırlanmış iki farklı sebze temelli yemeye hazır yemeğin (bal kabağı ve brokoli temelli ve kabak, patlıcan, ıspanak, pazı temelli) sertlik değerlerinde 4 °C'de buzdolabı şartlarında 20 gün depolama süresince önemli bir değişimin meydana gelmediği belirlenmiştir (Masegosa ve ark., 2013). Yapılan diğer bir çalışmada (Ravishankar ve ark., 2008), farklı fleksible poşet ambalajlarda paketlenmiş ve farklı baharatlarla marine edilerek hazırlanmış yemeye hazır uskumru balığı yemeğinin (Goan stilinde) 28°C'de depolanmasında kalite değişimleri incelenmiştir. Çalışmada, söz konusu yemeğe ait sertlik, iç yapışkanlık, yaylanma, sakızimsılık ve çignenebilirlik değerlerinin tümünün depolama süresince önemli derecede artış gösterdiği gözlemlenmiştir. Araştırmacılar, tüm tekstürel özelliklerdeki artışların depolama süresince yemekteki pH düşüşünden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

#### **4.5. Hidrolitik Ransidite (Asit Değeri) Değerindeki Değişimler**

Yaprak sarma örneğinde, depolama süresince yağdaki hidrolizi belirlemek amacıyla hidrolitik ransidite değeri izlenmiştir. Hidrolitik ransidite özellikle yağlı gıdalarda, istenmeyen tat ve aroma oluşumuna neden olmaktadır. Yağlı gıdalarda hidrolitik ransiditenin ilerlemesi sonucunda oluşan bütirik, kaproik, kaprilik gibi kısa zincirli serbest yağ asitleri ransit ve acı tat oluşumunda sorumludurlar (Talbot, 2016; Barness ve Galliard, 1982). Farklı sıcaklıklarda depolanan yaprak sarma konservelerinde hidrolitik ransidite değerlerinin beklenildiği gibi depolama süresince artış gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.4). hidrolitik ransidite değerlerine uygulanan regresyon analizi sonucunda, yaprak sarma konservesinde hidrolitik ransidite artışının birinci derece reaksiyon kinetiğine uygun olduğu saptanmıştır. Yaprak sarması örneklerinde hidrolitik ransidite değerlerinin artışına ilişkin elde edilen hız sabiti değerleri sıcaklığa bağlı olarak artış göstermiştir 25°C, 35°C ve 45°C'de depolama sıcaklıklarında belirlenen hız sabitleri sırasıyla 0,021, 0,028 ve 0,051 gün<sup>-1</sup> dir (Çizelge 4.9). Yaprak sarma konservesinin farklı sıcaklıklarda depolanması süresince hidrolitik ransidite değerinin artmasına ilişkin hesaplanan kinetik veriler Çizelge 4.10'de verilmiştir.



Şekil 4.3. Farklı sıcaklıklarda depolanan yaprak sarma konservesinde tekstürel değişimler



Şekil 4.4. Farklı sıcaklıklarda depolama süresince hidrolitik ransidite değişimi

Çizelge incelendiğinde, 25-45°C sıcaklık aralığında hidrolitik ransidite değerinin artmasına ilişkin  $E_a$  değeri 34,12 kJ mol<sup>-1</sup> hesaplanmıştır. 25-35°C sıcaklıkta aralığında  $Q_{10}$  değeri 1,33 olarak bulunurken söz konusu değer 35-45°C aralığında 1,82 olarak saptanmıştır. Buna göre 35-45°C aralığındaki depolama sıcaklığının hidrolitik ransidite değerinin artmasına ilişkin reaksiyon hızında daha fazla artışa neden olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.9. Farklı sıcaklıklarda depolanan yaprak sarma konservesinde hidrolitik ransidite değişimine ait kinetik modeller

Reaksiyon Derecesi	Sıcaklık	Regresyon eşitliği	R <sup>2</sup> değeri
<i>Sıfırıncı</i>	25°C	$y = 0,013x + 4,877$	0,998
	35°C	$y = 0,021x + 4,992$	0,779
	45°C	$y = 0,036x + 5,139$	0,947
<b>Sıcaklık</b>			
<i>Birinci</i>	25°C	$\ln y = 0,0021x + 1,597$	0,998
	35°C	$\ln y = 0,0028x + 1,653$	0,824
	45°C	$\ln y = 0,0051x + 1,663$	0,942

R<sup>2</sup>:determinasyon katsayısı

Çizelge 4.10. Yaprak sarma konservesinin hidrolitik ransidite değişimine ait kinetik katsayılar

Sıcaklık	$t_{1/2}$ (gün)	$Q_{10}$ (25°C-35°C)	$Q_{10}$ (35°C-45°C)	Ea (kJ mol <sup>-1</sup> )
25°C	330			
35°C	247,5	1,33	1,82	34,12 (0,98)
45°C	135,8			

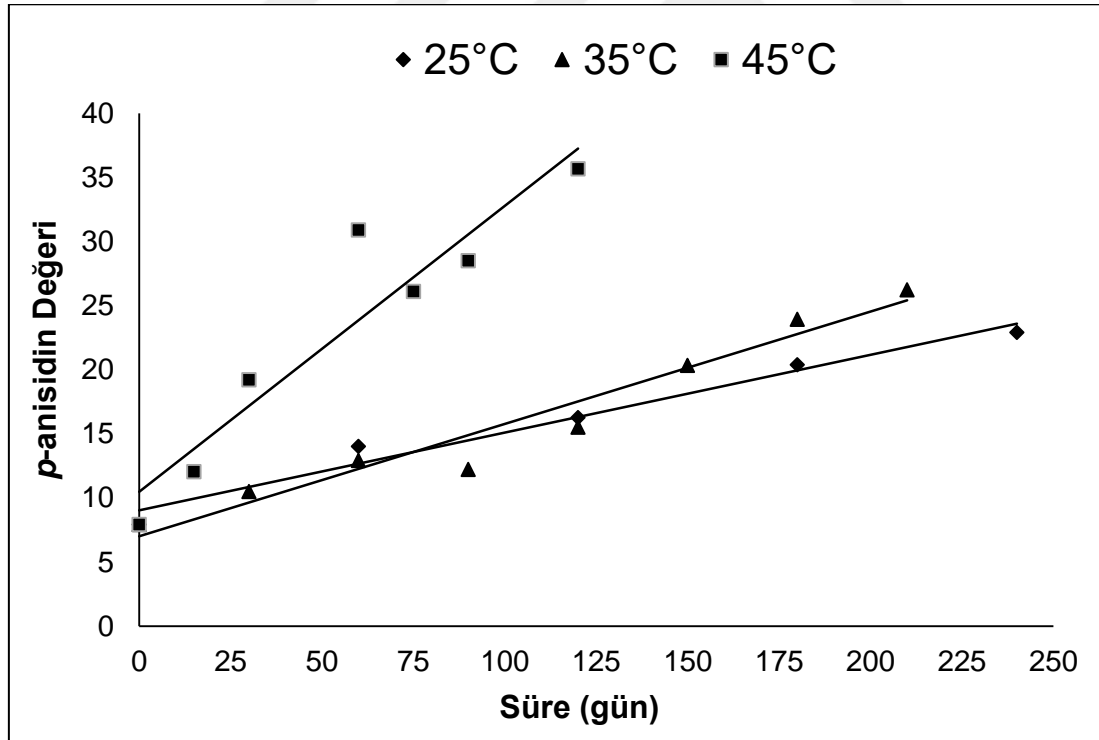
\*: parantez içine yazılan determinasyon katsayısıdır. Ea: aktivasyon enerjisi,

Çalışmada, yaprak sarmadan elde edilen yağın hidrolitik ransidite (lipoliz) değişimlerinin incelenmesinde ait ettiğimiz bulgular, literatürdeki farklı koşullarda bitkisel ve hayvansal yağların bozulma kinetiğinin araştırıldığı çalışmaların bulgularıyla benzerdir (Mba ve ark., 2016; Singh ve ark., 2009; Li ve ark., 2008; Ulusoy ve Ergin, 2006). Mba ve ark. (2016) yaptıkları bir çalışmada ham palm yağı, kanola yağı ve bunların karışımının 170-190°C aralığında tekrarlı derin kızartma işlemi uygulandığındaki bozulma kinetiğini incelemiştir. Çalışma sonucunda, ransiditenin bir göstergesi olan % serbest yağ asidi değerinin (%FFA) hem ham palm yağı hem kanola yağı hem de iki yağın 1:1 oranında karışımından oluşan yağda birinci dereceden reaksiyon kinetiğine göre artış gösterdiğin belirlenmiştir. Diğer taraftan, 170-190°C'de % FFA artışına ait Ea değerlerini ham palm yağı, kanola yağında ve karışım yağda sırasıyla 76,5, 31,7 ve 39,6 kJ mol<sup>-1</sup> olarak hesaplamışlardır. Buna karşın, Ulusoy ve Ergin (2006), yüksek linolenik asitli kanola yağında 195°C'de uygulanan patates kızartması sonucunda, yağdaki %FFA artışının sıfırinci dereceden reaksiyon kinetiğine uyduğunu ve reaksiyon hız sabitini günlük ve haftalık kızartmalar için sırasıyla 0,01 ve 0,0143 mol saat<sup>-1</sup> olarak hesaplamışlardır. Li ve ark. (2008), hidrojene edilmiş ve edilmemiş kanola yağının 190°C'de tavuk nugget kızartma prosesinde meydana gelen kalite değişimlerini incelemiştir. Farklı oranlarda hidrojenize edilen kanola yağlarında 20 saat kızartma süresince % FFA değerinde önemli bir artışın meydana geldiği ve bu artışın birinci dereceden reaksiyon kinetiğine göre olduğu belirlenmiştir. Çalışmada, hidrojene olmayan kanola yağının en yüksek reaksiyon sabitine sahip olduğu belirlenmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada (Singh ve ark. 2009), 9-45°C aralığında depolanan UHT kutu sütlerinde meydana gelen lipolizin (% FFA artışı) birinci dereceden kinetiğine uygun olduğu, aktivasyon enerjisinin ise 38,681 kJ mol<sup>-1</sup> olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde, UHT yöntemiyle üretilmiş soya içeceğinin 5-45°C sıcaklık aralığında depolanmasında % FFA artışına ait reaksiyonunun birinci dereceden kinetiğe uyduğu ve

aktivasyon enerjisinin  $40,30 \text{ kJ mol}^{-1}$  olduğu belirlenmiştir (Anantha Narayanan ve ark., 1993).

#### 4.6. *p*-anisidin Değerindeki Değişimler

Yağlar ve yüksek oranda yağ içeren gıdalarda *p*-anisidin değeri ikincil oksidasyonun izlenmesinde önemli bir indikatör olan ve özellikle peroksitleri ketonik parçalanma ürünleri ile 2,4 alkedienaller ve 2-alkenaller gibi  $\alpha$ -doymamış aldehytlerin miktarını göstergesidir. *p*-anisidin değeri bitkisel ve hayvansal yağlarda ransidite oluşumunun önemli parametrelerindedir (Das ve Chatterjee, 2017; Talbot, 2016). Yaprak sarma konservesinde dolgu sıvısı olarak bitkisel yağ kullanıldığından söz konusu parametre depolama süresince izlenmiştir. Farklı sıcaklıklarda depolanan yaprak sarma konservelerinin *p*-anisidin değerlerinin hidrolitik ransidite değerlerine benzer şekilde depolama süresince artış gösterdiği saptanmıştır. Buna göre,  $25^{\circ}\text{C}$ ' de 8 ay depolama sonunda yaprak sarma konservesinde *p*-anisidin değeri 1,88 kat,  $35^{\circ}\text{C}$ ' de 7 ay depolama sonunda 2,30 kat artarken,  $45^{\circ}\text{C}$ 'de sadece 4 aylık depolama sonunda yaklaşık 3,5 kat artış göstermiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Farklı sıcaklıklarda depolama süresince *p*-anisidin değerindeki değişimler

Depolama süresince yaprak sarma konservelerinden elde edilen *p*-anisidin değerleri regresyon analizi ile değerlendirildiğinde ( $R^2$  değerleri), *p*-anisidin değerindeki artışın sıfırdan dereceden reaksiyon kinetiğine uyduğu saptanmıştır (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Farklı sıcaklıklarda depolanan yaprak sarma konservesinde *p*-anisidin değerindeki değişimlere ait kinetik modeller

Reaksiyon Derecesi	Sıcaklık	Regresyon eşitliği	$R^2$ değeri
Sıfırncı	25°C	$y = 0,0606x + 9,040$	0,973
	35°C	$y = 0,0876x + 7,007$	0,950
	45°C	$y = 0,223x + 10,49$	0,885
	Sıcaklık		
Birinci	25°C	$\ln y = 0,004x + 2,308$	0,905
	35°C	$\ln y = 0,005x + 2,124$	0,967
	45°C	$\ln y = 0,0116x + 2,370$	0,824

$R^2$ :determinasyon katsayısı

Yaprak sarma konservesinin farklı sıcaklıklarda depolanması süresince *p*-anisidin değerinin artmasına ilişkin hesaplanan kinetik veriler Çizelge 4.12’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, 25-45°C sıcaklık aralığında hidrolitik *p*-anisidin değerinin artmasına ilişkin  $E_a$  değeri 50,81 kJ mol<sup>-1</sup> hesaplanmıştır. 25-35°C sıcaklıkta aralığında  $Q_{10}$  değeri 1,44 olarak bulunurken söz konusu değer 35-45°C aralığında 2,54 olarak saptanmıştır. Buna göre 35-45°C aralığındaki depolama sıcaklığının *p*-anisidin değerinin artmasına ilişkin reaksiyon hızında daha fazla artışa neden olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.12. Farklı sıcaklıklarda depolanan yaprak sarma konservesinde *p*-anisidin değerindeki değişime ait kinetik katsayılar

Sıcaklık	$t_{1/2}$ (gün)	$Q_{10}$ (25°C-35°C)	$Q_{10}$ (35°C-45°C)	$E_a$ (kJ/mol)
25°C	- <sup>a</sup>			
35°C	-	1,44	2,54	50,81 (0,93)
45°C	-			

<sup>a</sup>:hesaplanmamıştır. <sup>b</sup>: parantez içine yazılan determinasyon katsayısıdır.  $E_a$ : aktivasyon enerjisi.

Yağlarda ikincil oksidasyon ürünlerinin oluşum mekanizmalarının kimyasal kinetik açısından incelendiği birçok çalışma bulunmaktadır. Bu kapsamda, Houhoula ve ark. (2002) 155-195°C’de pamuk yağı ile derin yağda patates kızartma prosesinde, pamuk yağındaki *p*-anisidin oluşum kinetiğinin sıfırdan dereceden kinetiği uygun olarak yürüdüğünü belirlemişlerdir. Benzer şekilde, yapılan diğer bir çalışmada (Solak ve ark.,2018), 80-180°C

sıcaklık aralığında ısıtılan rafine fındık yağındaki *p*-anisidin değişiminin sıfırıncı dereceden kinetiğine göre artış gösterdiği ve reaksiyona ait aktivasyon enerjisini 49,49 kJ mol<sup>-1</sup> olarak belirlemişlerdir. Farklı ürünlerde *p*-anisidin oluşumunun birinici dereceden reaksiyon kinetiğine uyduğu belirlenen çalışmalarda bulunmaktadır (Varas Condori ve ark., 2020; Lopez-Duarte ve Vidal-Quintanar 2009). Lopez-Duarte ve Vidal-Quintanar (2009) alkali ile muamele edilerek üretilmiş mısır ununun hızlandırılmış raf ömrü testleriyle oksidasyon derecesini belirlemişlerdir. Buna göre, 45-85°C sıcaklık aralığında depolana mısır ununda *p*-anisidin oluşumunun birinci dereceden kinetiği uygun olarak gerçekleştiği ve reaksiyonun aktivasyon enerjisinin 200 kJ mol<sup>-1</sup> olduğu belirlenmiştir. Reaksiyona ait 25-32°C'deki Q<sub>10</sub> değerini ise 1,49 olarak hesaplamışlardır. Çok yakın bir zaman yapılan diğer bir çalışmada (Varas Condori ve ark. 2020), domatesten elde edilen likopen ile farklı oranlarda zenginleştirilmiş keten tohumu yağının 40-60°C aralığında depolama süresince *p*-anisidin, %FFA, peroksit ve K<sub>232</sub> değerlerindeki artışın birinci dereceden reaksiyon kinetiğe uygun olduğu belirlenmiştir. 80 mg likopen kg<sup>-1</sup> düzeyinde katkılanmış keten yağında *p*-anisidin oluşum reaksiyonuna ait E<sub>a</sub> ise 40,82 kJ mol<sup>-1</sup> olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar, 80 mg likopen kg<sup>-1</sup> düzeyinde katkılanmış keten tohumu yağının 25°C'de depolanmasında raf ömrünü ise 165,8 gün olarak tahminlemişlerdir. Yapılan diğer bir çalışmada (Baiano ve ark., 2005), farklı paketlerde ambalajlanmış domates sosunun yağ fraksiyonunda meydana gelen kalite değişimleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda, cam kavanozda, PET, PET+%5 oksijen tutucu ve PP ambalajlarda 5°C'de 4 ay depolanan domates soslarındaki *p*-anisidin, ve peroksit değerlerindeki artışların birinci dereceden kinetiğine göre değiştiği bulunmuştur. Diğer taraftan, PET ve PP şişelerde ambalajlanan soslarda peroksit oluşumunun PET+ %5 oksijen tutucu kullanılarak ambalajlanan soslardan daha yüksek olduğu, *p*-anisidin değerindeki değişimlerinin ise ambalaj materyalinin çeşidine bağlı olmadığı belirlenmiştir. Çalışmamızda *p*-anisidin değerlerine ait elde edilen bulgular ile literatürdeki bulgular birlikte değerlendirildiğinde ikincil oksidasyonun bir göstergesi olan *p*-anisidin değerindeki değişimlerin incelenen ürüne ve işleme koşullarına göre değişim gösterdiği görülmektedir. Diğer taraftan, çalışmada hesapladığımız *p*-anisidin değerinin artışına ait aktivasyon enerjisinin literatür ile uyumlu olduğu belirlenmiştir.

#### **4.7. *p*-anisidin Değerine Göre Yaprak Sarma Konservesinin Raf ömrü Modellemesi**

Yaprak sarma konservesinde reaksiyon kinetiği açısından değerlendirilebilen belirlenen özelliklere ait aktivasyon enerjisi değerleri Çizelge 4.13'de gösterilmiştir.



Çizelge 4.13. Yaprak sarma konservesinde belirlenen özelliklere ait aktivasyon enerjileri

Özellik	Aktivasyon enerjisi ( $E_a$ ) (kJ mol <sup>-1</sup> )	R <sup>2</sup>
<i>L</i> değeri	36,85	0,92
<i>Hue</i> değeri	29,17	1,0
Hidrolitik ransidite (asit değeri)	34,12	0,98
<i>p</i> -anisidin değeri	50,81	0,93

R<sup>2</sup>:determinasyon katsayısı

Çizelge incelendiğinde, yaprak sarma konservesinde depolama boyunca *p*-anisidin değerinin artışına ait reaksiyonun en yüksek aktivasyon enerjisine sahip olduğu belirlenmiştir. Bilindiği üzere aktivasyon enerjisi değeri bir reaksiyonun sıcaklıktan ne derecede etkilendiğinin bir göstergesidir. Buna göre, yüksek aktivasyon enerjisine sahip reaksiyonlar en düşük sıcaklık değişimlerin yüksek derecede etkilendiği, düşük aktivasyon enerjisine sahip reaksiyonların ise sıcaklık değişimlerinden daha az etkilendiği bilinmektedir (Özkan ve ark., 2010; van Boekel, 2008). Bu çerçevede, çalışmada yaprak sarma konservesinde belirlenen fiziksel ve kimyasal özellikler içerisinde kritik raf ömrü belirleme parametresi olarak *p*-anisidin değeri seçilerek matematiksel raf ömrü modellemesi *Arrhenius* eşitliğine göre yapılmıştır. *p*-anisidin değeri özellikler yağlı gıdalarda ikincil oksidasyonun bir göstergesi olup bitkisel ve hayvansal yağlarda *p*-anisidin değerinin limit değeri bitkisel bulunmamakta ve bitkisel yağlardaki *p*-anisidin değeri çok değişkenlik göstermektedir. Örneğin; İran Ulusal Standard Organizasyonu kabul edilebilir kızartmalık yağlarda *p*-anisidin değerinin  $4 < p\text{-anisidin} < 6$  arasında olması gerektiği bildirmektedir (Esfarjani ve ark.,2019). Diğer taraftan, özellikle omega-3 yönünden zengin balık yağları ve balık yağı gıda takviyelerinde limit *p*-anisidin değerleri belirlenmiştir. Buna göre Global EPA, DHA omega-3 birliği balık yağlarının *p*-anisidin değerinin en fazla 20 meq kg<sup>-1</sup> olması belirlemiştir. Buna karşın, Avusturalya hükümeti ve Avrupa, ve İngiliz Farmakopesi söz konusu değeri 30 meq kg<sup>-1</sup> olarak belirlemiştir (İsmail ve ark., 2016). Çalışmada *p*-anisidin değeri 20, 25 ve 30 limit değeri ve referans depolama sıcaklığı 35 °C alındığında yaprak sarma konservesi için raf ömrüne ait matematiksel model ve bu modele göre 25°C’de depolamadaki tahmini raf ömrü Çizelge 4.14’de sunulmuştur. Buna göre, kritik *p*-anisidin değerleri 20, 25 ve 30 temel alınarak oluşturulan raf ömrü modele göre hesaplanan yaprak sarma konservesinin raf ömrü sırasıyla 221,28, 313,02 ve 407,70 olarak hesaplanmıştır. Buna göre, konserve yaprak sarma üreten firmaların, acılaşıma ve ransit tada neden olan *p*-anisidin değerini kritik değer olarak aldıklarında yaprak sarma konservelerinde raf ömrünü 2 yıl değil yaklaşık olarak 1 yıl olarak vermeleri daha doğru olacağı görülmektedir.

Çizelge 4.14. Yaprak sarma konservesinde limit *p*-anisidin değerine göre tahmini raf ömrü modellenmesi

Limit <i>p</i> -anisidin değeri	<i>Ea</i> (J mol <sup>-1</sup> )	ln( <i>k<sub>ref</sub></i> )	Matematiksel Model	Tahmini raf ömrü (25°C) (35°C= <i>T<sub>ref</sub></i> )
20				221,28
25	51065,41	-2,231	$SL = \frac{(I - I_0)}{0,1072 \exp \left[ -6142,1 \left( \frac{1}{T^*} - \frac{1}{T_{ref}} \right) \right]}$	313,02
30				407,70

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yapılan çalışmada yaprak sarma konservesinin hızlandırılmış raf testleri sonucunda elde edilen genel bulgular aşağıdaki şekildedir.

1. Yaprak sarma konservelerinde  $L$  ve  $p$ -anisidin değerlerindeki değişimlerin 0. dereceden reaksiyon kinetiğine uygun olarak gerçekleştiği belirlenirken,  $Hue$  ve hidrolitik ransidite değerlerindeki değişimlerin birinci dereceden reaksiyon kinetiğine uyduğu tespit edilmiştir.
2. Depolama süresince yaprak sarma konservelerinin tesktürel özellikleri olan sertlik, sakızimsılık, iç yapışkanlık, dış yapışkanlık, yaylanma ve çiğnenebilirlik değerlerinde depolama sıcaklığına bağlı olarak önemli değişimlerin olduğu ancak söz konusu özelliklerdeki değişimler herhangi bir kinetik modele uygun olmadığı belirlenmiştir. Benzer şekilde konserve örneklerinin pH, toplam asitlik ve  $Chroma$  renk değerlerinde değişimlerinde herhangi bir kinetik model uygun olmadığı tespit edilmiştir.
3. Birinci derece kinetik modele göre değişim gösteren  $Hue$  değerlerinin 25°C, 35°C ve 35°C'deki yarı ömür süreleri ( $t_{1/2}$ ) değerleri sırasıyla 1155, 866,25 ve 630 gün olarak bulunurken, hidrolitik ransidite değerlerinin 25, 35 ve 45°C'deki  $t_{1/2}$  değerleri sırasıyla 330, 247,5 ve 135,8 olarak belirlenmiştir.
4. Yaprak sarma konservesinde  $L$ ,  $Hue$ , hidrolitik ransidite ve  $p$ -anisidin değerindeki değişimlere ait aktivasyon enerjisi ( $E_a$ ) değerleri sırasıyla 36,85, 29,18, 34,12 ve 50,81 kJ mol<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır. Bilindiği üzere bir reaksiyonda aktivasyon enerjisinin yüksek olması o reaksiyonun sıcaklık değişiminden yüksek derecede etkilendiğinin göstergesidir. Buna göre, yaprak sarma konservesinde  $p$ -anisidin değeri raf ömrü için kritik kalite özelliği olarak kabul edilmiştir.
5.  $Arrhenius$  eşitliğine temel alınarak kritik  $p$ -anisidin değerine göre yaprak sarma konservesinde raf ömrü modellenmesi (Çizelge 4.14) gerçekleştirilmiştir.

6. Oluşturulan raf ömrü modeline göre Yaprak sarmalarda 20, 25 ve 30 kritik *p*-anisidin değerlerine göre yaprak sarma konservesinin raf ömrü 25°C depolamada sırasıyla 221,28, 313,02 ve 407,70 gün olarak hesaplanmıştır.

Çalışma sonucunda elde edilen bulgular doğrultusunda;

1. Halihazırda marketlerde 2 yıl olarak verilen yaprak sarma konservelerinin raf ömrü kritik *p*-anisidin değerine göre yaklaşık 13 ay olarak sınırlandırılabilceği önerilmektedir.
2. Özellikle sıcak ülkelere yapılan ve ihracatımızdaki payı gün gittikçe yükselen yemeye hazır yemek konservelerinin kritik kalite parametrelerinin belirlenmesi ve taşıma sırasında meydana gelen depolama sıcaklık artışları da göz önüne alınarak raf ömür modellerinin çıkarılması gerekmektedir. Nitekim böylelikle ihraç süresince ekonomik kayıpların önüne geçilebilir.
3. Özellikle bir gıdanın raf ömrüne ambalaj materyali, su aktivitesi, ürüne giren hammaddelerin özellikleri ve işlem basamakları da göz önünde bulundurulduğunda sadece depolama ve taşıma sıcaklığının göre raf ömrü modellerinin değil sözü iç faktörlerinde dikkate alınarak raf ömrü modellerinin de oluşturulması önemli olduğu düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Ahmed, J., Kaur, A. and Shivhare, U., 2002, "Color degradation kinetics of spinach, mustard leaves, and mixed puree", *Journal Of Food Science*, 67 (3): 1088-1091.
- Ahmed, K.A.M., and Ashmawy, N.M.E., 2016, "Color Stability of freeze-dried date fruits (Barhi CV.) during Storage", *Ahmed and El Ashmawy; AIR*, 8(5): 1-9, Article no.AIR.31168.
- Amodio, M. L., Derossi, A., Mastrandrea, L. and Colelli, G. 2015, "A study of the estimated shelf life of fresh rocket using a non-linear model", *Journal of Food Engineering*, 150: 19-28.
- Anantha Narayanan , K.R., Abhay Kumar and G.R., 1993, "Kinetics of Various Deteriorative Changes During Storage of UHT Soy Beverage and Development of a Shelf-life Prediction Model", *LWT - Food Science and Technology*, 26 (3): 191-197. <https://doi.org/10.1006/fstl.1993.1043>
- Anonim, 1990, Konserve-Bitkisel Sıvı Yağlı Yaprak Sarma-Hazır Yemek, Türk Standardı, TS2669/ Mart.
- Anonim, 2011, "TÜİK Sanayi Ürünleri Yıllık Üretim ve Satış İstatistikleri" [http://www.tuik.gov.tr/VeriTabanlari.do?vt\\_id=28&ust\\_id=null](http://www.tuik.gov.tr/VeriTabanlari.do?vt_id=28&ust_id=null)
- Anonim, 2014, [http://arsiv.gidatarim.com/BASINDAN-MAKALELER/46837\\_Sarmasavasi.html](http://arsiv.gidatarim.com/BASINDAN-MAKALELER/46837_Sarmasavasi.html) (Erişim tarihi: 28/04/2018)
- Anonim, 2019a, [https://itucekirdek.com/gidada-yukse-raf-omru-ihracatta-artan-rekabet-gucu/?doing\\_wp\\_cron=1572928350.4186630249023437500000](https://itucekirdek.com/gidada-yukse-raf-omru-ihracatta-artan-rekabet-gucu/?doing_wp_cron=1572928350.4186630249023437500000)
- Anonim 2019b, <https://www.turkascihaberleri.com/HaberDetay/74463/Turk-Mutfaginda-Dolma-ve-Sarmaların-Yeri-ve-Onemi---.html>
- AOAC International 2000, Official Methods of Analysis of AOAC International, 17<sup>th</sup> ed. *AOAC International*, Gaithersburg
- AOCS (American Oil Chemists' Society) 1997, "Official methods and recommended practices", 4. *Champaign*, American Oil Chemists' Society.
- Avila, I.M.L.B., Silva, C.L.M., 1999, "Modelling kinetics of thermal degradation of colour in peach puree", *Journal of Food Engineering*, 39:161-166.
- Barano, A., A Tamagnone, P., Marchitelli, V., and Del Nobile, M.A. 2005, "Quality decay kinetics of semi-preserved sauce as affected by packaging", *Journal of Food Science*, 70(2): 92-97.
- Barnes, P.J., Galliard, T., 1982, "The term rancid is used to describe either objectionable odours or tastes in many food products. In this article P.J. Barnes PhD and T. Galliard DSc, FRSC, FIFST outline the causes, methods of measurement and ways of

- preventing rancidity in foods”, *Nutrition and Food Science*, 82 (3): 16-18.  
<https://doi.org/10.1108/eb058897>
- Bhat, Z. F., Pathak, V., Bukhari, S. A. A., Ahmad, S. R. and Bhat, H. 2011, “Quality changes in chevon harrisa (meat based product) during refrigerated storage”, *Int. J. Meat Sci*, 1(1): 52-61.
- Bunkar, D. S., Jha, A. and Mahajan, A. 2012, “Optimization of the formulation and technology of pearl millet based 'ready-to-reconstitute' kheer mix powder”, *Journal of Food Science and Technology*, 51(10): 2404–2414. doi:10.1007/s13197-012-0800-2
- Calligaris, S., Manzocco, L. and Lagazio, C. 2012, “Modeling shelf life using chemical, physical, and sensory indicators”, *Shelf Life Assessment of Food*, CRC Press, Boca Raton, 75-126.
- Cangi, R., Yağcı, A. 2012, “İğdır yöresinde salamuralık asma yaprağı üretim imkanları”, *İğdir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2,Ek:A): 9-14,
- Cemeroğlu, B., 2015, Reaksiyon Kinetiği- Gıdaların Bozunma Kinetiği, *Bizim Grup Basımevi*, Ankara.
- Cemeroğlu, B., Karadeniz, F. ve Özkan, M. 2003. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, *Gıda Teknolojisi Yayınları*, No: 28, Başkent Klişe Matbaacılık, Ankara.
- Das, S., & Chatterjee, G. 2017, “Measurement of Degree of Rancidity: An Approach for Food Quality Evaluation”. *International Journal of HIT Transaction on ECCN*, 3(1A), 72-81.
- Durlu–Özkaya, Kızılkaya, Ö. 2009, “Dolmalar ve Türk mutfağı ve Yunan mutfağındaki yeri”, *II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu*, 27-29 Mayıs, Van, 511-515
- Nehir El, S., Kavas, A., Karakaya, S. 1997, “Nutrient composition of stuffed vine leaves: a mediterranean diatery”, *Journal of Food Quality*, 20: 337-341.
- Ellis, M. J. 1994, “The methodology of shelf life estimation”, *Shelf Life Evaluation of Foods*, Chapter 2, Man C.M.D. and Jones, A.A. (eds.), *Blackie Academic and Professional*, Glasgow.
- Ergen, G.A., 2011, “Kobilerin uluslararası pazarlara açılmasında sektörel dış ticaret şirketleri modeli ve konserve meyve sebze sektöründe uygulanabilirliğinin araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Ankara.
- Ersus, S. 1997, “Kimi hazır yemek konservelerinin cam kavanozda sterilizasyonu konusunda araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi*, İzmir.
- Esfarjani, F., Khoshtinat, K., Zargaraan, A., Mohammadi-Nasrabadi, F., Salmani, Y., Saghafi, Z., ... & Bahmaei, M. 2019, “Evaluating the rancidity and quality of discarded oils in fast food restaurants”, *Food Science & Nutrition*, 7: 2302–2311

- Gökmen, V., Öztan, A., 1995, "Gıdaların raf ömrünü etkileyen faktörler ve raf ömrünün belirlenmesi", *Gıda*, 20 (5): 265-271.
- Haouet, M. N., Tommasino, M., Mercuri, M. L., Benedetti, F., Di Bella, S., Framboas, M., Pelli S. and Altissimi, M. S. 2018, "Experimental accelerated shelf life determination of a ready-to-eat processed food", *Italian Journal of Food Safety*, 7(4).
- Houhoula, D.P., Oreopoulou, V. and Tzia, C., 2002, "A kinetic study of oil deterioration during frying and a comparison with heating", *JAOCs*, 79 (2): 133-137.
- Iborra-Bernad, C., Philippon, D., García-Segovia, P. and Martínez-Monzó, J., 2013, "Optimizing the texture and color of sous-vide and cook-vide green bean pods", *LWT- Food Science and Technology*, 51: 507-513.
- Ismail, A., Bannenberg, G., Rice, H. B., Schutt, E. and MacKay, D. 2016, "Oxidation in EPA-and DHA-rich oils: an overview", *Lipid Technology*, 28(3-4), 55-59.
- ISO-CIE Standard, 2008, Colorimetry, part 4: CIE 1976 L\*a\*b\* colour space, 11664-4.
- İlaslan, K., 2014, "Sert şekerlemelerde kontrolsüz inversiyon ve soğuk erime problemlerinin araştırılması ve çözüm önerileri", Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara
- Jang, D. H., Lee, K. T. 2012, "Quality changes of ready-to-eat ginseng chicken porridge during storage at 25 C", *Meat science*, 92(4): 469-473.
- Labuza, T., 1984, "Application of chemical kinetics to deterioration of foods", *Journal of Chimical Education*, 61:348-358.
- Li, Y., Ngadi, M., Oluka, S. 2008, "Quality changes in mixtures of hydrogenated and non-hydrogenated oils during frying" *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(9), 1518-1523.
- López-Duarte, A.L., Vidal-Quintanar, R.L., 2009, "Oxidation of linoleic acid as a marker for shelf life of corn flour", *Food Chemistry*, 114: 478-483.
- Man, C.M.D., 2000. Shelf Life Testing. in Understanding and Measuring The Shelf-Life of Food, *Crc Press*: Boca: Raton, 340-354.
- Manju, S., Sonaji, E. R., Leema, J., Srinivasa Gopal, T. K., Ravishankar, C. N. and Vijayan, P. K., 2004, "Heat penetration characteristics and shelf life studies of seer fish moilee packed in retort pouch", *Fishery Technology*, 41(1): 37-44.
- Masegosa, R., Delgado-Ada'mez, J., Contador, R., Sa'nchez-I'n'iguez, F. and Ram'erez, R., 2013, "Effect of processing by hydrostatic high pressure of two ready to heat vegetable meals and stability after refrigerated storage", *Food Science and Technology International*, 20(8):605-615.

- Mba, O. I., Dumont, M., Ngadi, M., 2016, "Deterioration kinetics of crude palm oil, canola oil and blend during repeated deep-fat frying", *The journal of the American Oil Chemists' Society*, 93 (9): 1243-1253
- Olivera, D. F., Salvadori, V. O., 2012, "Modeling of quality changes of chilled ready to serve lasagna", *Journal of Food Engineering*, 110(3) 487-492.
- Öndoğan, E. N., 2004, "Türkiye’de işlenmiş gıda ürünlerinin ithalatı ve dağıtımı", Doktora Tezi, *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Manisa.
- Özboy, Ö., Şahbaz, F., 1996, "Gıda bileşenlerinin bozunma hızına etki eden faktörler", *Gıda*, 21 (3) :153-157.
- Özkan, M., Cemeroğlu, B. ve Toklucu Kırca, A., 2010, Gıda Mühendisliğinde Reaksiyon Kinetiği, *Gıda Teknolojisi Yayınları*, No: 42. Ankara.
- Park, J.M., Koh, J.H., Kim, J.M., 2018, "Predicting shelf-life of ice cream by accelerated conditions", *Korean J Food Sci Anim Resour*, 38(6): 1216-1225 doi: 10.5851/kosfa.2018.e55.
- Patır, B., Öksüztepe, G., Çoban, Ö. E. ve Dikici, A., 2009, "Dondurulmuş karides etinden hazırlanan kroketlerin raf ömrü", *Fırat Üniversitesi Sağ. Bil. Vet. Dergisi*, 23 (1): 29-37.
- Pennington, M. E., Hepburn J. S., 1910, "The determination of the acid value of crude fat and its application in the detection of aged foods", *J. Am. Chem. Soc.*, 32 (4): 568–572.
- Pulungan, M. H., Sukmana, A.D., Dewi, I. A., 2019, "Shelf life prediction of apple brownies using accelerated method", *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 131: 012- 019 doi:10.1088/1755-1315/131/1/012019.
- Rao, K. J., Patil, G. R., 2006, "Changes in textural characteristics of paneer in ready-to-eat canned paneer curry during storage", *Journal of texture studies*, 37(2):156-164.
- Ravishankar, C. N., J. Bindu, and S. T. K. Gopal. 2008, "Ready to serve mackerel curry (Goan style) in retortable pouches" *Fishery Technology*, 45(2)171-180.
- Robertson, G., L. , 2009, "Food Packaging and Shelf life" Food Packaging and Shelf Life, A Practical Guide, *Taylor & Francis Group*, U.S,1-17.
- Santagostino, S., Mascheroni, E., Franzetti, L., Adobati, A., Uboldi, E. and Limbo, S., 2011, "Shelf-life study of case-ready meat in a low oxygen system by means of oxygen scavengers and modified atmosphere packaging", *Italian Journal of Food Science*, 23, 3.
- Sheskin, D.J., 2004, Handbook of Parametric and Nonparametric Statistical Procedures, 3<sup>rd</sup>, ed., *Chapman and Hall, CRC Press*, New York.



- Shin, S., Bhowmik, S. R., 1995, "Thermal kinetics of color changes in pea puree", *Journal of Food Engineering*, 24, 77-86.
- Singh, R. R. B., Ruhil, A. P., Jain, D. K., Patel, A. A., & Patil, G. R. 2009, Prediction of sensory quality of UHT milk—A comparison of kinetic and neural network approaches" *Journal of Food Engineering*, 92(2), 146-151.
- Sinigaglia, M., Corbo, M. R., D'Amato, D., Campaniello, D. and Altieri, C., 2003, "Shelf-life modelling of ready-to-eat coconut", *International Journal of Food Science & Technology*, 38(5):547-552.
- Solak, R., Turan, S., Kurhan, Ş., Erge, H. S., Karabulut, İ., 2018, "Thermal oxidation kinetics of refined hazelnut oil", *J Am Oil Chem Soc.*, 95: 497–508. DOI 10.1002/aocs.12037
- Somuncuoğlu, T., 2010, "Konserve meyve-sebze", Araştırma Raporu, *T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı ihracatı Geliştirme Etüd Merkezi Yayınları*, Ankara, 2-7.
- Sonar, C.R. Rasco, B., Tanga, J. and Sablania, S.S., 2019, "Natural color pigments: oxidative stability and degradation kinetics during storage in thermally pasteurized vegetable purees", *J Sci Food Agric*, 99: 5934–5945 DOI 10.1002/jsfa.9868
- Talbot, G. 2016, "The stability and shelf life of fats and oils" *The Stability and Shelf life of Food.*, Woodhead Publishing, 461-503
- Triyannanto, E., Lee, J. H. and Lee, K. T., 2014, "Effects of sucrose stearate addition on the quality improvement of ready-to-eat samgyetang during storage at 25°C", *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 34(5): 683.
- Tsironi, T., Dermesonlouoglou, E., Giannakourou, M. and Taoukis, P., 2009, "Shelf life modelling of frozen shrimp at variable temperature conditions", *LWT-Food Science and Technology*, 42(2): 664-671.
- Tural, E., 2018, "Pişmiş dönerde modifiye atmosfer koşullarında raf ömrünün incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Ulusoy B. Ö., Ergin G., 2006, "Yüksek linolenik asitli kanola yağının derin kızartma sırasındaki oksidatif stabilitesi", *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 24-26 Mayıs, Bolu, 439-442.
- Van Boekel, M. A. J. S., 2008, *Kinetic Modeling of Reactions in Foods* 1<sup>st</sup> ed., Chapter 4, *CRC Press*, Newyork.
- Varas Condoria, M.A., Pascual Chagmana, G. J., Barriga-Sanchezb , M., Villegas Vilchez , L.F., Ursettad, S., Américo Guevara Péreza, A. and Hidalgo, A., 2020, "Effect of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) lycopene-rich extract on the kinetics of rancidity and shelf-life of linseed (*Linum usitatissimum* L.) oil", *Food Chemistry*, 302 (2020) 125327.

- Veerapandian, C., John, S. G., Kuppaswamy, K., Ramanathan, G. and Ravi, P., 2014, "Quality kinetics and storage stability studies of ready to eat peanut chutney", *Journal of Nutritional Health and Food Engineering*, 1:1-7.
- Yumlu, A., 2006, "Organik pekmez ürünü geliştirilmesi, raf ömrünün ve kalite parametrelerinin belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Yurttagül, M., Ayaz, A., 2008, Katkı Maddeleri: Yanlışlar ve Doğrular, *Klasmat Matbaacılık*, Ankara.
- Zhi, N.N., Zong, K., Thakur, K., Qu, J., Shi, J.J., Jie-Lin Yang, J.Y., Jian Yao, J. and Wei, Z.J., 2018, "Development of a dynamic prediction model for shelf-life evaluation of yogurt by using physicochemical, microbiological and sensory parameters", *CyTA-Journal of Food*, 16 (1): 42-49 <https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1336572>



## ÖZGEÇMİŞ

Soyadı, adı : SEÇER, Osman Melih  
Uyruğu : T.C.  
Doğum Tarihi ve Yeri : 01.06.1993 Uşak  
Medeni Hali : Bekar  
e-mail : melihsecer93@gmail.com

### Eğitim

<u>Derece</u>	<u>Eğitim Birimi</u>	<u>Mezuniyet Tarihi</u>
Yüksek Lisans	Uşak Üniversitesi/Gıda Mühendisliği Bölümü	Günümüz
Lisans	Adıyaman Üniversitesi /Gıda Mühendisliği Bölümü	2016

### İş Deneyimi

<u>Yıl</u>	<u>Yer</u>	<u>Görev</u>
2016	Murat Bey Peynirleri	Gıda Mühendisi

### Yayınlar

### Hobiler

Kitap okumak, belgesel izlemek, tenis oynamak, yürüyüş yapmak