T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

KASTAMONU ÇEKME HELVASININ DEPOLAMAYA BAĞLI BOZULMA KARAKTERİSTİKLERİNİN VE KİNETİĞİNİN İNCELENMESİ

BÜŞRA AKYOL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DOÇ. DR. MÜGE HENDEK ERTOP

HAZİRAN – 2022
KASTAMONU

TEZONAYI

Büşra AKYOL tarafından hazırlanan "**KASTAMONU ÇEKME HELVASININ DEPOLAMAYA BAĞLI BOZULMA KARAKTERİSTİKLERİNİN VE KİNETİĞİNİN İNCELENMESİ**" adlı tez çalışmasının savunma sınavı **20.06.2022** tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman	Doç. Dr. Müge HENDEK ERTOP Kastamonu Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Çetin KADAKAL Pamukkale Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Nesrin İÇLİ Kastamonu Üniversitesi	.....

Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Enstitü MüdürüV. Prof. Dr. İzzet ŞENER .....

TAAHHÜTNAME

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu; ayrıcatez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını, bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini bildirir ve taahhüt ederim.

Büşra AKYOL

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KASTAMONU ÇEKME HELVASININ DEPOLAMAYA BAĞLI BOZULMA KARAKTERİSTİKLERİNİN VE KİNETİĞİNİN İNCELENMESİ

BÜŞRA AKYOL

KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI
DANIŞMAN:DOÇ. DR. MÜGE HENDEK ERTOP

Kastamonu Çekme Helvası beyaz şeker, buğday unu, tereyağı, sitrik asit ve su, gerektiğinde çeşni maddeleri de ilave edilerek tekniğine uygun şekilde hazırlanan geleneksel bir üründür. 2018 yılı itibariyle coğrafi işaret alan, Kastamonu Çekme Helvası ayırt edici niteliklerinden en önemlisi tereyağı ile üretilmesidir. Ancak tereyağı maliyetinin yüksek olması ve raf ömrü süresince tekstürel ve duyusal nitelik kayıplarının ortaya çıktığının belirtilmesi nedeniyle çekme helva imalatçıları tereyağı kullanımını bırakarak hidrojenize nebati yağ kullanımına yönelmiş durumdadırlar. Coğrafi işaret başvurusu da "tereyağı ve/veya bitkisel margarin" olarak yapılmıştır. Günümüzde çekme helva üretiminde farklı işletmelerde farklı gramaj ve paketleme teknikleri de kullanılmaktadır. Ancak bunların depolama süresince çekme helvanın kalitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışma bulunmamaktadır. Bu tezin amacı 3 bağımsız değişkenin (yağ çeşidi, ambalaj ve gramaj) depolamaya bağlı bozulma karakteristiklerinin incelenmesi ve kinetik parametrelerinin belirlenmesidir. Bu amaçla 8 çeşit (2 çeşit yağ x 2 paketleme tekniğix 2 farklı ağırlık) üretilen çekme helvaların 12 ay boyunca kalite paremetrelerindeki değişim incelenmiştir. Rutubet değerlerinin kendi içerisinde değişken olduğu ve bu değişimde daha çok ambalajlama tekniğinin etkili (p<0,05) olduğu, yağ ve paket ağırlıklarının ise daha az etkisi olduğu tespit edilmiştir. Vakum ambalajlı numunelerin 12 aylık depolama süresince TSE'de belirtilen max. %6 düzeyini aşmadığı belirlenmiştir. Peroksit sayısı değişimi üzerinde yağ ve gramaj farklılığından çok ambalajlama tekniğinin istatistiki olarak (p<0,05) etkili olduğu tespit edilmiştir. TSE 13028 Çekme Helva Standardı'nda belirlenen en yüksek peroksit sayısı 10 meq O_2/kg olup, 9. ay itibariyle tüm ürünlerin standartta belirtilen limit değeri aştığı görülmüştür. Depolama süresince renk niteliklerinin yağ ve gramaj farklılığından etkilenmediği, vakum ambalajlama tekniğinin renk niteliklerinin korunmasında shrink ambalajlamaya göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir. DSC termogramlarında iki pik oluşumu gözlenmiştir. Bu durum çekme helvadaki değişimlerin karbonhidrat ve şeker varlığına dayandığını gösterirken, aynı zamanda raf ömrü niteliklerinin de şeker ve şeker dışı karbonhidratlara bağlı olduğunu göstermiştir. Bitkisel margarin kullanımının termogravimetrik nitelikleri üzerinde etkili olduğu, retrogradasyonu geciktirdiği, rutubet kaybını yavaşlattığı belirlenmiştir. Şekerleme ürünlerinin rutubet artışının camsı geçiş sıcaklığı üzerinde etkili olduğu hususu bu çalışmadaki çekme helva örneklerinde de gözlenmiş, daha az rutubet almanın camsı geçiş sıcaklığını daha az etkilediği belirlenmiştir. İkinci bölge endotermik pik alanlarında özellikle vakum ambalajlı numunelerin camsı geçiş sıcaklıklarında daha az düşme olduğu tespit edilmiştir. Bu değişim tekstür profil analizi sonuçlarında da gözlenmiş, shrink ambalajlı numunelerin 6. aydan sonra özellikle sertlik ve çiğneme kabiliyeti değerlerinde istatistiki

olarak (p<0,05) vakum ambalajlı numunelere göre değişim olduğu tespit edilmiştir. Tereyağlı vakum ambalajlı ve 280 gram bitkisel margarinli vakum ambalajlı numunelerin tekstürel niteliklerini korunması açısından en iyi kombinasyona sahip oldukları belirlenmiştir. Tüm bu değişimlerin duyusal değerlendirmede panelistler tarafından da algılandığı gözlenmiştir. Aynı zamanda başlangıçta kavrulmuş meyane tadı baskınken zamanla şeker tadının ön plana çıktığı tespit edilmiştir. Panelistlerin değerlendirmeleri ile depolama süresi sonunda en beğenilen kombinasyon 280 gram tereyağlı vakum ambalajlı numune olmuştur. Bu çalışma ile tereyağlı çekme helvanın vakum paketleme tekniği ile kabul edilebilirliğinin depolama süresince devam ettiği belirlenmiştir. Çekme helva numunelerinin depolama süresince geçirdiği kalite paremetrelerindeki değişimler üzerinde nem ve oksijenin etkili olduğu ortaya konulmuştur. Nem ve neme dayalı tekstürel nitelikler üzerinde reaksiyon kinetiği hesaplanamamıştır. Yalnızca BS2 numunesinin sertlik değerinin 2. derece reaksiyon kinetiğine uygun olduğu bulunmuştur. L^* parlaklık değeri TS2 ve BS2 numunelerinde 0. derece, vakum paketlenen TV1 ve BV1 ürünlerinde ise 2. derece reaksiyon kinetiğine uygun bulunmuştur. BS1 numunesinin b^* değeri, 2. derece reaksiyon kinetiğine uygun bulunmuştur. Depolama süresince artış gösteren peroksit sayısının, paketleme tekniğinin oksijen geçirgenliğine bağlı olarak TV2 numunesinde 1. derece, diğer örneklerde ise 2. derece reaksiyon kinetiğine uyduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada çekme helvanın %30 bağıl nem ve 20 ºC depo koşullarında muhafaza edilmesi durumunda peroksit artışına bağlı olarak önerilen maximum raf ömrü süresinin, vakum ve shrink ambalajlı numuneler için 8 ay olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak tekstürel ve duyusal kayıplara bağlı olarak shrink ambajlı ürünlerin raf ömrü süresinin 6 aya düştüğü belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Raf Ömrü, Çekme Helva, Ambalajlama

Haziran 2022, 138 Sayfa

ABSTRACT

MSC THESIS

INVESTIGATION OF DEGRADATION CHARACTERISTICS AND KINETICS OF KASTAMONU HALVAH DEPENDING STORAGE

BÜŞRA AKYOL

KASTAMONU UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING
SUPERVISOR:ASSIST. PROF. DR. MÜGE HENDEK ERTOP

Kastamonu Halva is a traditional food produced in accordance with its technique by adding white sugar, wheat flour, butter, citric acid, and water, and seasonings if necessary. The most significant distinguishing characteristic of Kastamonu Halva, which received the geographical indication as of 2018, is the use of butter in the production of halva. However, producers of halva have abandoned the use of butter and started using hydrogenated vegetable fat because of the high cost of butter and the loss of textural and sensory qualities during its shelf life. Geographical indication application has been made as “butter and/or vegetable margarine”. Recently, different basis weights and packaging techniques have been applied by manufacturers in the process of halva production. However, there is no study investigating their effects of them on the quality of Kastamonu halva during storage. The aim of the thesis was to examine the deterioration characteristics and to determine the kinetic parameters of Kastamonu halva produced with 3 independent variables (fat, packaging, and weight types). For this purpose, the change in quality parameters of Kastamonu halvah produced as 8 types (2 types of fat x 2 packaging techniques x 2 different weights) were examined for 12 months. It has been determined that the humidity values were variable within themselves, the packaging technique was more effective in this change (p<0.05), and the types of fats and package weights have less effect. It was determined that the vacuum packaged samples did not exceed the maximum 6% level specified in TSE (Turkish Standards Institution) 13028 Pulled Halva Standard during 12 months of storage. It was determined that the packaging technique was more effective (p<0.05) than the types of fat and weight on the change in peroxide number. The highest peroxide number determined in TSE 13028 Pulled Halva Standard is 10 meq O_2/kg, and as of the 9th month, it has been observed that all products exceed the limit value specified in the standard. It has been determined that the color qualities was not affected by the difference in fat and weight during the storage, and the vacuum packaging technique is more effective than shrink packaging in preserving the color qualities. Two peak formations were observed in the DSC thermograms. This showed that the changes in halvah were based on the presence of carbohydrates and sugar, while at the same time its shelf-life qualities depended on sugar and non-sugar carbohydrates. It has been determined that the use of vegetable margarine was effective in its thermogravimetric qualities, delays retrogradation and slows down moisture loss. It was observed that the increase in humidity of confectionery products was effective on the glass transition temperature, as well in the shrink halva samples in this study, and it was determined that less moisture intake affected the glass transition temperature less. It has been

determined that there was less decrease in the glass transition temperatures of the vacuum-packed samples, especially in the second endothermic peak area. This change was also observed in the results of the texture profile analysis, and it was determined that there was a statistically significant (p<0,05) change in the values of hardness and chewing ability of the shrink-wrapped samples compared to the vacuum-packed samples after the 6th month. It was determined that the vacuum-packaged samples with butter and vacuum packed samples with 280 grams of vegetable margarine had the best combination in terms of preserving their textural qualities. It was determined that all the changes were also perceived by the panelists in the sensory evaluation. At the same time, it was determined that while the flavor of roasted flavour was dominant in the beginning, the taste of sugar came to the fore over time. According to the evaluations of the panelists, 280 grams of buttered vacuum packaged sample was the most popular during the storage period. According to the evaluations of the panelists, the most popular combination at the end of the storage period was the 280 gram buttered vacuum packaged sample. In this study, it was determined that the acceptability of buttered halva with vacuum packaging technique continued during the storage period.It has been determined that humidity and oxygen are effective on the changes in the quality parameters of the halva samples during storage. Reaction kinetics on moisture and moisture-based textural properties could not be calculated. It was determined that only the hardness value of the BS2 sample matched the 2nd order reaction kinetics. L^* value was found to be suitable for 0th order in TS2 and BS2 samples, and 2nd order reaction kinetics in vacuum packed TV1 and BV1 products. The b^* value of the BS1 sample was found to be suitable for the 2nd order reaction kinetics. It was determined that the peroxide number, which increased during storage, conformed to the 1st order reaction kinetics in the TV2 sample and the 2nd order reaction kinetics in the other samples, depending on the oxygen permeability of the packaging technique. İn this study, it was concluded that the recommended maximum shelf life is 8 months for vacuum and shrink-wrapped samples, depending on the increase in peroxide, when stored at 30% relative humidity and 20 ºC storage conditions. However, it was determined that the shelf life of shrink-wrapped products decreased to 6 months due to textural and sensory losses.

KEYWORDS: Shelf life, Pulled Halva, Packing

June 2022, 138 Page

TEŞEKKÜR

Tez yapım ve yazım aşamalarının tümünde desteğini ve yardımlarını esirgemeyen, tecrübeleriyle yol gösteren ve tezin her aşamasının takibini, yönlendirmesini yapan değerli hocam Sayın Doç. Dr. Müge HENDEK ERTOP'a (Kastamonu Üniversitesi) sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Analiz aşamalarında desteklerini esirgemeyen, büyük bir özveri ve fedakârlık gösteren Sayın Dr. Öğr. Üyesi Seda ÖZGEN (Çankırı Karatekin Üniversitesi) ve Sayın Öğr. Gör. Dr. Cahit ÖREK'e (Kastamonu Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezi) teşekkür eder, saygı ve şükranlarımı sunarım.

Tecrübeleriyle tezimin değerlendirilmesini yapan, yol gösteren, değerli jüri üyelerim Sayın Prof. Dr. Çetin KADAKAL (Pamukkale Üniversitesi) ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Nesrin İÇLİ'ye (Kastamonu Üniversitesi) katkılarından dolayı teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Yüksek lisans eğitimim süresince maddi manevi desteklerini esirgemeyen ve mesleki olarak gelişimimde büyük emeği olan Sayın Raşit TÜFENKCİ'ye, tanıştığım günden itibarenmanevi olarak yanımda olan başta sevgili Ayşenur KANAT, Rabia ATASOY ve Bilge ŞAHİN olmak üzere, değerli yüksek lisans arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca maddi manevi desteklerini esirmeyen ve her zaman benim yanımda olan anneme, babama, ablalarıma ve son olarak çalışmalarımın yoğun olduğu dönemlerde dahi beni anlayışla karşılayan, destekleyen, bana her daim inanan sevgili eşim Şükrü AKYOL'a en içten sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

BÜŞRA AKYOL

Kastamonu, 2022

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEZONAYI ..... **ii**
TAAHHÜTNAME ..... **iii**
ÖZET ..... **iv**
ABSTRACT ..... **vi**
TEŞEKKÜR ..... **viii**
İÇİNDEKİLER ..... **ix**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **xi**
TABLOLAR DİZİNİ ..... **xiii**
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ ..... **xiv**
1. GİRİŞ **1**
2. LİTERATÜR **5**
2.1 Çekme Helva 5
2.2 Çekme Helvada Kullanılan Hammaddeler 6
2.2.1 Buğday Unu 6
2.2.2 Tereyağı 7
2.2.3 Bitkisel Margarin 9
2.2.4 Şeker 11
2.2.5 Sitrik Asit 12
2.2.6 Su 13
2.3 Şekerleme Tipi Ürünlerde Raf Ömrü 13
2.3.1 Raf Ömrünü Etkileyen Faktörler 17
2.3.1.1 Sıcaklık 17
2.3.1.2 Su aktivitesi 17
2.3.1.3 Oksijen 19
2.3.1.4 Işık 20
2.4 Raf Ömrü Kinetiği 20
2.5 Şekerlemelerde Camsı Geçiş Kavramı 21
2.6 Şekerli Mamüllerde Ambalajlama 26
2.6.1 Vakum Ambalajlama 27
2.6.2 Shrink Ambalajlama 28
3. MATERYAL VE METOD **30**
3.1 Materyal 30
3.2 Metod 30
3.2.1 Çekme Helva Üretimi 30
3.2.1.1 Meyane hazırlama 32
3.2.1.2 İnvert şeker hazırlanması 32
3.2.1.3 Helvanın çekilmesi 33
3.2.1.4 Helvanın şekillendirilmesi 36
3.2.1.5 Helvanın dolumu 37
3.2.1.6 Ambalajlama ve depolama 37
3.2.2 Çekme Helvada Uygulanacak Analizler 38
3.2.2.1 Kül tayini 38
3.2.2.2 Yağ tayini 38
3.2.2.3 Rutubet tayini 38

3.2.2.4 Şeker analizi 39
3.2.2.5 Peroksit analizi 41
3.2.2.6 Diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) ile termogravimetrik analiz42
3.2.2.7 Renk tayini 42
3.2.2.8 Tekstür-Profil analizi (TPA) 43
3.2.2.9 Duyusal değerlendirme 44
3.2.2.10 Kinetik parametrelerin hesabı 45
3.2.2.11 İstatistiksel analiz 46
4. BULGULAR VE TARTIŞMA 47
4.1 Çekme Helva Numunelerinin Kül, Yağ ve Şeker İçerikleri 47
4.2 Kastamonu Çekme Helvasının Depolama Süresince Bazı Kalite Parametrelerinin Değişimi 49
4.2.1 Rutubet İçeriği 49
4.2.2 Peroksit Sayısı 53
4.2.3 Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC) İle Termogravimetrik Analiz Sonuçları 58
4.2.4 Tekstür Profil Analizi Sonuçları 67
4.2.5 Renk Analizi Sonuçları 76
4.2.6 Duyusal Değerlendirme Sonuçları 84
4.2.7 Kinetik Parametrelerin Hesabı 95
5. SONUÇ VE ÖNERİLER 103
5.1 Sonuç 103
5.2 Öneriler 107
KAYNAKLAR 109
EKLER 123
Ek 1 BS2 numunesinin sertlik değerine ait regresyon grafikleri 124
Ek 2 BS2 numunesinin *L** parlaklık değerine ait regresyon grafikleri 125
Ek 3 TS2 numunesinin *L** parlaklık değerine ait regresyon grafikleri 126
Ek 4 TV1 numunesinin *L** parlaklık değerine ait regresyon grafikleri 127
Ek 5 BV1 numunesinin *L** parlaklık değerine ait regresyon grafikleri 128
Ek 6 BS1 numunesinin *b** sarılık değerine ait regresyon grafikleri 129
Ek 7 TV1 numunesinin peroksit sayısı değerine ait regresyon grafikleri 130
Ek 8 TS1 numunesinin peroksit sayısı değerine ait regresyon grafikleri 131
Ek 9 TV2 numunesinin peroksit sayısı değerine ait regresyon grafikleri 132
Ek 10 TS2 numunesinin peroksit sayısı değerine ait regresyon grafikleri 133
Ek 11 BV1 numunesinin peroksit sayısı değerine ait regresyon grafikleri 134
Ek 12 BS1 numunesinin peroksit sayısı değerine ait regresyon grafikleri 135
Ek 13 BV2 numunesinin peroksit sayısı değerine ait regresyon grafikleri 136
Ek 14 BS2 numunesinin peroksit sayısı değerine ait regresyon grafikleri 137
ÖZGEÇMİŞ 138

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1 Su aktivitesi ve sıcaklığın reaksiyon hızına etkileri 18
Şekil 2.2 Hâl diyagramı örneği (Tg camsı geçiş sıcaklığı, Tmd nem içermeyen kristal hâlin erime sıcaklığı, Tgd nem içermeyen ürünlerin camsı geçiş sıcaklığı) 23
Şekil 3.1 Çekme helva üretim akış şeması 31
Şekil 3.2 Kaynatılmış şeker, su, sitrik asit karışımının şeker soğutma mermerinde soğutulması 33
Şekil 3.3 Şeker ağartma makinesinde şekerin ağartılması 33
Şekil 3.4 Isıtılan meyanenin çekim tepsisindeki görünümü 34
Şekil 3.5 Meyane ve şekerin karıştırılması 34
Şekil 3.6 Helvanın çekilmesi 35
Şekil 3.7 Helvanın çekildikten sonraki tel tel olmuş hâli 35
Şekil 3.8 Çekilmiş helvanın kopartılması 35
Şekil 3.9 Kopartılmış helvanın soğutma mermerinde soğutulması 36
Şekil 3.10 Helvanın basım tepsisindeki görüntüsü 36
Şekil 3.11 Preslenmiş helva 37
Şekil 3.12 Tez çalışmasında kullanılan vakum ve shrink ambalajlı numuneler 38
Şekil 3.13 Glikoza ait kalibrasyon eğrisi 40
Şekil 3.14 Fruktoza ait kalibrasyon eğrisi 40
Şekil 3.15 Sakkaroza ait kalibrasyon eğrisi 41
Şekil 3.16 Maltoza ait kalibrasyon eğrisi 41
Şekil 4.1 Çekme helva örneklerinin 12 aylık rutubet değişim grafiği 51
Şekil 4.2 Çekme helva numunelerinin 12 aylık peroksit sayısı değişim grafiği 54
Şekil 4.3 TV1 numunesinin 0; 3; 6; 9; 12. aylarına ait termogramları 64
Şekil 4.4 TS1 numunesinin 0; 3; 6; 9; 12. aylarına ait termogramları 64
Şekil 4.5 TV2 numunesinin 0; 3; 6; 9; 12. aylarına ait termogramları 65
Şekil 4.6 TS2 numunesinin 0; 3; 6; 9; 12. aylarına ait termogramları 65
Şekil 4.7 BV1 numunesinin 0; 3; 6; 9; 12. aylarına ait termogramları 66
Şekil 4.8 BS1 numunesinin 0; 3; 6; 9; 12. aylarına ait termogramları 66
Şekil 4.9 BV2 numunesinin 0; 3; 6; 9; 12. aylarına ait termogramları 67
Şekil 4.10 BS2 numunesinin 0; 3; 6; 9; 12. aylarına ait termogramları 67
Şekil 4.11 Çekme helva numunelerinin başlangıç görüntüleri 82
Şekil 4.12 Tereyağlı numunelerin 12 aylık depolama sonundaki görüntüleri 82
Şekil 4.13 Bitkisel margarinli numunelerin 12 aylık depolama sonundaki görüntüleri 83
Şekil 4.14 Çekme helva numunelerinin 12 aylık depolama süresince parlaklık *(L*)* değeri değişimleri 83
Şekil 4.15 Çekme helva numunelerinin 12 aylık depolama süresince kırmızılık (a^*) değeri değişimleri 84
Şekil 4.16 Çekme helva numunelerini 12 aylık depolama süresince sarılık (b^*) değerideğişimleri 84
Şekil 4.17 Çekme helva numunelerinin başlangıç görüntüleri 90
Şekil 4.18 Tereyağlı çekme helva numunelerinin 3. aydaki görüntüleri 90
Şekil 4.19 Bitkisel margarinli çekme helva numunelerinin 3. aydaki görüntüleri 91

Şekil 4.20 Tereyağlı çekme helva numunelerinin 6. aydaki görüntüleri 91
Şekil 4.21 Bitkisel margarinli çekme helva numunelerinin 6. aydaki görüntüleri..... 92
Şekil 4.22 Tereyağlı çekme helva numunelerinin12. aydaki görüntüleri 92
Şekil 4.23 Bitkisel margarinli çekme helva numunelerinin 12. aydaki görüntüleri... 93
Şekil 4.24 TS1(a), TS2 (b), BS1 (c), BS2(d) numunelerinin lezzet profili radar grafiği 93
Şekil 4.25 TV1 (a), TV2 (b), BV1 (c), BV2 (d) numunelerinin lezzet profili radar grafiği 94

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 2.1 Çekme helvanın kimyasal özellikleri 6
Tablo 2.2 Çekme helvanın duyusal özellikleri 6
Tablo 2.3 Şekerlemelerde bulunan tatlandırıcıların (kuru hal) camsı geçiş sıcaklığı (Tg) 24
Tablo 2.4 Su içeriğinin sakarozun camsı geçiş sıcaklığı üzerine etkisi. 24
Tablo 3.1 Tez çalışmasında kullanılacak olan çekme helva örneklerinin hazırlanma planı 30
Tablo 3.2 Çekme helvada kullanılan başlıca hammaddeler ve oranları 32
Tablo 3.3 HPLC koşulları 39
Tablo 3.4 TPA kontrol parametreleri 43
Tablo 3.5 TPA analiz şartları 43
Tablo 3.6 Duyusal değerlendirmede kullanılan çekme helva için geliştirilmiş puanlama skalası 44
Tablo 3.7 Çekme helva için geliştirilmiş lezzet profili puanlama skalası 45
Tablo 4.1 Çekme helva numunelerinin kül, yağ ve şeker içerikleri 47
Tablo 4.2 Çekme helva numunelerinin 12 aylık depolama süresince rutubet (%) değişimleri 50
Tablo 4.3 Çekme helva numunelerinin 12 aylık depolama süresince peroksit sayısı (meq O_2/kg) değişimleri 55
Tablo 4.4 DSC analizinde çekme helva numunelerinde gözlenen birinci endotermik pik bölgesine ait analiz sonuçları 60
Tablo 4.5 DSC analizinde çekme helva numunelerinde gözlenen ikinci endotermik pik bölgesine ait analiz sonuçları 61
Tablo 4.6 Depolama süresince çekme helva numunelerinin tekstür profil analizi değerleri 70
Tablo 4.7 Çekme helva numunelerinin depolama süresince L^*, a^*, b^* değerleri 77
Tablo 4.8 Duyusal değerlendirme sonuçları 86
Tablo 4.9 Tereyağlı vakum ambalajlı helvalarda incelenen raf ömrü parametrelerinin reaksiyon kinetiği değerleri 96
Tablo 4.10 Tereyağlı shrink ambalajlı helvalarda incelenen raf ömrü parametrelerinin reaksiyon kinetiği değerleri 97
Tablo 4.11 Bitkisel margarinli vakum ambalajlı helvalarda incelenen raf ömrü parametrelerinin reaksiyon kinetiği değerleri 98
Tablo 4.12 Bitkisel margarinli shrink ambalajlı helvalarda incelenen raf ömrü parametrelerinin reaksiyon kinetiği değerleri 99

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	**:** Yüzde
^{o}C	**:** Sıcaklık
A	**:** Kalite Faktörü
Aw:	**:** Su Aktivitesi
ΔH	**:** Entalpi
C	**:** Konsantrasyon
g	**:** Gram
k	**:** Hız sabiti
kg	**:** Kilogram
m	**:** Metre
meqO_2	**:** Miliekivalen Oksijen
mj	**:** Milijoule
mj/mg	**:** Milijoule/miligram
ml	**:** Mililitre
mm	**:** Milimetre
mm/s	**:** Milimetre/saniye
N	**:** Azot
N	**:** Newton
N	**:** Normalite
pH	**:** Power of Hydrogen
t	**:** Zaman
s	**:** Saniye
Tg, Tpk	**:** Camsı Geçiş Sıcaklığı
T_0	**:** Zaman
vd.	**:** Ve Diğerleri

Kısaltmalar

ANOVA	**:** Analyses Of Varyans (Varyans Analizi)
BN	**:** Bağıl Nem
BS1	**:** 120 g Bitkisel Margarinli Shrink Ambalajlı Çekme Helva
BS2	**:** 280 g Bitkisel Margarinli Shrink Ambalajlı Çekme Helva
BV1	**:** 120 g Bitkisel Margarinli Vakum Ambalajlı Çekme Helva
BV2	**:** 280 g Bitkisel MargarinliVakum Ambalajlı Çekme Helva
DBN	**:** Denge Bağıl Nemi
EVOH	**:** Etilen Vinil Alkol
FAO	**:** Tarım ve Gıda Örgütü
GRAS	**:** Generally Recognized as Safe
KATSO	**:** Kastamonu Ticaret ve Sanayi Odası
LDPE	**:** Low-Density Polyethylene (Düşük Yoğunluklu Polietilen)
MÖ	**:** Milattan Önce

PE	**:** Polietilen
PET	**:** Polietilen Teraftalat
PVC	**:** Polivinil Klorür
R^2	**:** Korelasyon Katsayısı
SPSS	**:** Statical Program For Social Sciences (Sosyal Bilimler İçin İstatistik Programı)
TCA	**:** Trikarboksilik Asit
TGK	**:** Türk Gıda Kodeksi
TPA	**:** Tekstür Profil Analizi
TSE	**:** Türk Standartları Enstitüsü
TS1	**:** 120 g Tereyağlı Shrink Ambalajlı Çekme Helva
TS2	**:** 280 g Tereyağlı Shrink Ambalajlı Çekme Helva
TV1	**:** 120 g Tereyağlı Vakum Ambalajlı Çekme Helva
TV2	**:** 280 g Tereyağlı Vakum Ambalajlı Çekme Helva
VP	**:** Vakum Paketleme
WHO	**:** Dünya Sağlık Örgütü

1. GİRİŞ

Kastamonu Çekme Helvası 2018 yılı itibariyle coğrafi işareti alınmış geleneksel bir üründür. Çekme helva; beyaz şeker, buğday unu, tereyağı, sitrik asit, su ve gerektiğinde çeşni maddeleri de ilave edilerek tekniğine uygun şekilde hazırlanır (Kola vd. 2008). Çekme helvaya kendine özgü lezzetini veren aşama geleneksel formül ve yapım tekniğine göre tereyağı ve unun, meyane kıvamında kavrulmasıdır. Son yıllarda Kastamonu ve ilçelerindeki çekme helva imalatçılarının çoğu küçük ve orta ölçekli işletme düzeyinde üretim yapan, farklı paketleme teknikleri kullanan ve ürünlerine 6 ay ile 1 sene arasında raf ömrü ön gören işletmeler hâline gelmişlerdir. Hatta üretilen ürünler e-ticaret ve diğer yollarla yerel pazarlara ulaştırılarak satışa sunulmaktadır. Ürünün geleneksel bir üründen endüstriyel bir ürün formatına dönüşmesi, aynı durumdaki her gıda maddesinde olduğu gibi çekme helvada da raf ömrü, nakliye ve muhafaza gibi sorunları beraberinde getirmiştir. Geleneksel formülde kullanılan tereyağı, üreticilerin ifadesiyle raf ömrü sürecinde paket içerisinde ürünün dağılmasına, gevşek bir tekstüre sahip olmasına, tat ve koku gibi duyusal niteliklerinde değişime neden olmaktadır. Tereyağının ürün maliyetini yükseltmesi de göz önünde bulundurulduğunda çekme helva imalatçıları tereyağı kullanımını bırakarak hidrojenize nebati yağ kullanımına yönelmiş durumdadırlar. Çekme helva imalat sonrası kutulara doldurulmakta ve kutunun dışı shrink ambalajlama ile kapatılarak hava ve rutubet ile teması azaltılmaya çalışılmaktadır. Ancak ürünün raf ömrünü kısaltıcı ana unsurların hava ve rutubet olması, tereyağı/hidrojenize nebati yağ problemleri nedeniyle son dönemlerde vakum ambalajlama yöntemi de işletmelerde kullanılmaya başlanmıştır. Ancak bu konudaki bilgi karmaşıklığı hâlâ devam etmekte, konuyla ilgili yapılmış herhangi bir araştırma ve elde edilmiş bir sunuş bulunmamaktadır. 2017 yılında Kastamonu Valiliği öncülüğünde geleneksel ürünlere coğrafi işaret alınması ile ilgili yapılan çalışmalar kapsamında "Kastamonu Çekme Helvası" çalışmaları da başlatılmıştır. Sektörden imalatçılar ile bir araya gelinmiş, "Kastamonu Çekme Helvası Ayırt Edici Niteliklerinden" en önemlisinin tereyağı kullanımı olmasına rağmen sektörün itirazları sonucu başvuru "tereyağı ve/veya bitkisel margarin" olarak yapılmıştır. Ancak her üreticinin farklı paketleme tekniği kullanması ortak bir kanaatin

oluşturulamamasına ve raf ömrü süresi ile ilgili net bir sonucun alınamamasına neden olmuştur. Çekme helva farklı çeşit, şekil ve paketleme tipleri ile geleneksel ve yöresel bir ürün olmakla birlikte (Kastamonu Çekme Helvası, Eskişehir Met Helvası, Pişmaniye, vb.) temel olarak kavrulmuş un çeşitleri (meyane), kaynatılmış şeker şurubu vb. temel formülasyona dayanan bir üründür. Uzun zamandır yöresel ve yakın çevrelerde tüketimi olmakla birlikte, gerek ulusal pazarda geleneksel ve doğal ürünler tüketmek isteyenler açısından, gerekse uluslararası pazara açılmak isteyen üreticiler açısından satış ve dağıtım potansiyeli de olan bir üründür. Ancak geleneksel ve yöresel ürünlerin endüstriyel ticari bir ürüne dönüşmesindeki temel sorun üretim teknolojisinde inovasyon, formülasyon ve içerik değişimi gereksinimi ile raf ömrü kısıtlarıdır. Kastamonu Çekme Helvası'nda da ürünün temel sorunu kısa süre öncesine kadar imalathanelerde geleneksel hâliyle tereyağı ile üretilmekte iken, artan talep karşısında günümüzde farklı yağ alternatifleri ile üretilmeye başlanmasıdır. Çekme helvanın farklı ambalajlar ile Kastamonu dışında farklı pazarlara da açılımı, tereyağının acılaşma, yumuşak tekstüre bağlı deformasyon vb. raf ömrünü kısaltıcı etkileri ürünü geleneksel içerik ve formülasyonundan uzaklaştırmaktadır. Ancak bu konudaki gözlemler bilimsel verilere dayanmamaktadır. Diğer taraftan Kastamonu Çekme Helvası'nın kuru ve güneş ışığı almayan bir ortamda raf ömrünün yaklaşık 2-3 ay olduğu bilinmektedir. Bu kadar kısa raf ömrüne sahip bir ürünün il dışında farklı pazarlara açılması, yakın mesafeli yurt dışı pazarlara gönderilmesi bile risk taşımaktadır. Dolayısıyla ürünün geleneksel içeriğini değiştirmeksizin raf ömrünü uzatabilmek ve ürünün dış pazarlara açılımını sağlamak ambalajlama teknolojisi ile mümkündür. Kastamonu'da bulunan tamamı orta ve küçük ölçekli işletmelerin çok az bir bölümünde vakum ambalajlama çalışmaları denenmektedir. Ancak bu paketleme tekniğinin de raf ömrü üzerindeki etkisini ortaya koymuş herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bunun yanı sıra Kastamonulu helva üreticileri ile yapılan görüşmelerde, ürün iade nedenlerinin başında sertleşme probleminin olduğu belirtilmiştir. Ön görülen raf ömründen önce gelen sertleşmiş ürün iadelerinin nedeninin de depolama koşullarına dayandığı tahmin edilmekle birlikte nedeni tam olarak bilinmemektedir.

Çekme helva geleneksel olarak kutulara doldurulmaktadır, shrink ambalajlama ile kutunun dışı kapatılarak hava ve rutubet ile teması kesilmektedir. Ürünün raf ömrünü

kısaltıcı ana unsurlar hava ve rutubet olması nedeniyle son dönemlerde vakum ambalajlama yöntemi de işletmelerde kullanılmaya başlanmıştır. Bu sayede ürünün raf ömrü ortalama 6 aydan 1 yıla kadar çıkartılabilmiştir. Çekme helvada kalitenin düştüğünü gösteren durumlar, ürünün dağılgan unumsu tekstürünü kaybederek, yapışkan bir hâl alması ya da sertleşerek yeme kalitesini kaybetmesidir. Ürün içeriğinde bulunan un ve toz şeker nem alma veya nem kaybetme özelliği olan hammaddeler olduğu için, raf ömrü kalite kriterlerini olumsuz etkileyen faktörlerin başında, ürünün maruz kaldığı ortam bağıl nemi, sıcaklık, gün ışığı, hava alma durumu vb. koşullar gelmektedir. Dolayısıyla çekme helvanın bu koşullara maruz kalma durumu ve süresi de kalite kriterleri için önemli hâle gelmekte olup bu bağlamda ürün ambalaj çeşidi devreye girmektedir. Ön çalışmalarımızın sonucu shrinkli yöntemde ürünün raf ömrü daha kısayken vakum ambalaj ile ürünün raf ömrünün bir sene kadar yükseltilebildiği görülmüştür. Farklı depolama koşullarında, ürünün güneş ışığı ve neme maruz kalması sebebiyle raf ömrü bitmeden, üründe önce sakızlaşma ardından sertleşme ve sonrasında ufalanır bir yapıya dönüşme şeklinde tekstürel bozulmalar görülmüştür. Ayrıca ürünün kendine has renginin zaman içerisinde sararması da üründe dikkat çeken bir değişim olmuştur. Üründeki bu değişimler tüketiciler tarafından olumsuz geri dönüşler oluşturduğu için firmaları, raf ömrü süresince kullandığı hammaddeye göre doğru ambalajlama tekniği, doğru gramaj ve doğru yağ kullanımı araştırmasına yönlendirmektedir.

Bu tezin amacı 3 bağımsız değişkenin (yağ çeşidi, ambalaj ve gramaj) depolamaya bağlı bozulma karekteristiklerinin incelenmesi ve kinetik parametrelerinin belirlenmesidir. Bu amaçla 3 kombinasyon ile 8 çeşit (2 çeşit yağ x 2 paketleme tekniği x 2 farklı ağırlık) üretilen çekme helva örnekleri, depo koşullarında muhafaza edilecek ve 12 ay boyunca üründeki tekstür, duyusal ve fizikokimyasal niteliklerindeki değişimler belirli periyotlarda analizlere tabi tutularak depolama süresince kalite paremetrelerindeki değişim belirlenecektir. Çalışması sonucunda; ürünlerin yağ çeşidi, ambalajlama yöntemi ve gramaj farklılığına bağlı değişimleri belirlenerek, en uzun raf ömrünün hangi kombinasyon veya tekli yöntemde olduğunun bulunması hedeflenmiştir. Elde edilen veriler ışığında tereyağı/alternatif yağ kullanımı ve ambalajlama yöntemi arasındaki farklar net olarak ortaya konulmuş olunacaktır. Böylelikle yağ içeriğine göre uygun ambalajlama tekniği ve gramaj

önerilebilecek, raf ömrüne etkisi hakkında yorum yapılabilecektir. Bu araştırmanın özgünlüğünü çalışma sonuçlarının sektöre temel bilgi niteliğinde veri sağlayacak olması oluşturmaktadır. Üstelik bu kapsamda yapılacak bir çalışma, içerik, yapım tekniği vb. açılardan Kastamonu Çekme Helvası'na benzeyen Eskişehir Met Helvası, pişmaniye vb. muadil şekerli ürünler açısından da faydalı olacak, bu alanda endüstriye temel bilgi sağlayacaktır.

2. LİTERATÜR

2.1 Çekme Helva

Geleneksel bir Türk tatlısı olmasının yanı sıra Orta Doğu ve Afrika ülkelerinde de popüler olan helvanın, Arapça'da "tatlı" anlamına gelen "hulv (hulviyyat)" sözcüğünden türetildiği bilinmektedir (Var vd. 2007; Yılmaz ve Akman, 2019). Osmanlı mutfak kültürünü aktaran kaynaklara ve Evliya Çelebi Seyahatnamesi'ne bakıldığında yağ, bal ya da şeker, her çeşit un/nişasta kullanılarak üretilen tatlı için "helva" kelimesinin kullanıldığı görülmektedir (Yerasimos, 2011). İlk olarak helvanın Balkanlarda ve Orta Doğu'da yapıldığı bilinmektedir. Özellikle en çok Türk, Yahudi ve Arap toplumlarının yaşadığı yerlerde görülmektedir (Sevimli ve Sönmezdağ, 2017; Yılmaz ve Akman, 2019). Bazı yazılı kaynaklar incelendiğinde 13. ve 14. yüzyıla ait Arapça yazılarda helva tarifi görülmektedir. Tüm bu açıklamalara göre helvanın geçmişinin 13. yüzyıla kadar dayandığı söylenebilir (Yılmaz ve Akman, 2019). Helva özellikle Türkiye'de buğdaydan yapılan tatlı anlamına gelmektedir. Genel olarak; tereyağında kavrulan un veya irmiğin, şeker şurubu ilavesiyle birlikte karıştırılması sonucu elde edilir. Endüstriyel olarak, benzer şekilde farklı malzemelerle üretilen ve çeşitli duyusal özelliklere sahip birçok helva karışımı vardır. Bunlara tahin helva, saray helvası, koz helva ve çekme helva örnek verilebilir (Aktaş ve Cebirbay, 2010). Çekme helva, peşmek, tel helva, keten helva gibi ürünlerin hepsi pişmaniyenin farklı çeşit ve şekillerde piyasada bulunan alt ürünü olarak nitelendirilmektedir. Çekme helvanın Anadolu'ya nasıl yayıldığı bilinmemekle beraber anavatanı İran olarak bilinmektedir. Üretimi ilk olarak 1800'lü yıllarda Osmanlı zamanında gerçekleşmiştir (Karanfil Kelleci, 2017; Yıldırım, 2003).

Çekme helva pişmaniye ile aynı aileye mensup olmakla beraber üretim aşamalarında belirli farklılıklar gözlenmektedir. Yakın zamana kadar sadece Kastamonu'da yöresel ürün olarak bilinen çekme helva artık yöre dışında da tanınmaya ve tüketilmeye başlamıştır (Kola vd. 2008). Türk Standartları Enstitüsü Nisan 2003 tarihinde "TSE 13028 Çekme Helva" standardını oluşturmuştur (Kola vd. 2008; TSE, 2003). Standart neticesinde belirlenen kimyasal özellikler, Tablo 2.1'de yer almaktadır. Bu

standarda göre çekme helva "beyaz şeker, buğday unu, tereyağı, bitkisel margarin ve/veya yemeklik bitkisel sıvı yağlar, sitrik asit, gerektiğinde katkı ve çeşni maddeleri de ilave edilerek tekniğine uygun şekilde hazırlanan bir ürün" olarak tanımlanmıştır. Yine standarda göre çekme helvaya çeşni maddesi olarak: Antep fıstığı, vanilya, kakao, susam, ceviz içi, rendelenmiş hindistan cevizi vb. ürünler katılabilir (Kola vd. 2008).

Tablo 2.1 Çekme helvanın kimyasal özellikleri (TSE, 2003)

Özellikler	Limit Değerler
Rutubet, %(m/m), en çok	6,0
Toplam seker (sakkaroz olarak), %(m/m), en çok	50,0
Toplam yağ, %(m/m), en çok	16,0
Toplam kül, %(m/m), en çok	0,5
Peroksit, mili eşdeğer O_2/kg	10,0

Çekme helvanın değerlendirilmesinde renk, tat, dokusu ve yabancı madde gibi duyusal özelliklere de yer verilmektedir (Tablo 2.2).

Tablo 2.2 Çekme helvanın duyusal özellikleri (Kola vd. 2008)

Özellikler	Sınır
Renk	4 puan üzerinden en az >3
Doku yapısı	4 puan üzerinden en az >3
Tat	4 puan üzerinden en az >3
Yabancı madde	Bulunmamalı

2.2 Çekme Helvada Kullanılan Hammaddeler

2.2.1 Buğday Unu

Dünyada yüzden fazla ülkede yetiştirilen ve tahıl çeşitleri içerisinde en geniş adaptasyon yeteneğine sahip türlerden biri buğdaydır. Buğday unu ise kendine has yapısı itibariyle birçok coğrafyada ve kültürde çok sayıda ürünün üretiminde hammadde olması sebebiyle önemli bir yere sahiptir (Akın, 2015; Galande, 2002). Türk Gıda Kodeksi'ne göre buğday unu yabancı maddelerinden ayrılmış,

temizlenmiş ve tavlanmış buğdayların tekniğine uygun olarak öğütülmesiyle elde edilen unlarını ifade etmektedir (TGK, 2013/9). Günümüzde ekonomik, kültürel ve sosyolojik imkânlara bağlı olarak değişen beslenme alışkanlıklarının karşılanması için farklı nitelikte gıdaların üretimine yönelim artmıştır. Konuya ilişkin pek çok çalışma sürdürülmesi ve beslenme alışkanlıklarındaki değişimlere rağmen tahıl ve ürünleri insan beslenmesindeki yerini korumaktadır. Bu ürünlerin yetiştirilme, işlenme, kolay saklama koşullarına sahip olması ve düşük maliyetle temin edilebilmesi sebebiyle dünya genelinde insan beslenmesindeki rolü giderek artmaktadır (Argan, 2019; Demir ve Kılınç, 2016).

Buğday, diğer tahıl unlarından farklı olarak öz (gluten) yapısını oluşturması sebebiyle tahıllar içerisinde farklı bir öneme sahiptir. Buğday unu ekmek üretiminde ve birçok unlu mamulün imalatında başlıca kullanılan hammaddedir (Akın, 2015; Dizlek vd. 2006). Tahıllar doğrudan tüketilebildiği gibi pastacılık ve kahvaltılık ürünler, ekmek, makarna gibi tahıl unlarından elde edilen ürünlerin yapımında da kullanılır. Bu ürünlerin her birinin kalitesinde kullanılan unun kalitesi önemlidir. Farklı tahıllardan üretilen unlar farklı ürünlerde kullanılabilir. Buna istinaden buğday unlarının kalitesini etkileyen bazı temel faktörler, protein miktarı, protein kalitesi, kül miktarı, un partikul boyutu, nişasta özellikleri ve hamur reolojisi gibi özelliklerdir. Genel olarak kalitesi yüksek unların kül miktarları düşük, protein kaliteleri yüksek, düşük kaliteli unların ise protein kaliteleri düşük, kül ve nişasta miktarı yüksektir (Argan, 2019). Buğday unu genellikle %3 oranında yağ, %12 rutubet, %13 protein, %70 oranında nişasta içerir. Unda bulunan proteinlerin %85'i gluten, %15'i ise gluten harici (albüminler, globülinler, peptidler ve aminoasitler) dir (Yılmaz, 2019).

2.2.2 Tereyağı

Tereyağının ilk olarak nerede ve ne zaman üretildiği kesin olarak bilinmemektedir. Ancak tereyağından bahsedilen ve 3500 yıl önce yazılmış olan Hindu Veda'da Hindu'da ineklerden faydalanmada sütlerinden elde edilen tereyağının önemli olduğu bildirilmiştir. Mısır'da yapılan kazılar sonucu MÖ 2500 yıl öncesine ait vazo içerisinde tereyağının mumyalaştırılmış hâline rastlanmıştır. Yunanlılar ve Romalıların tereyağını yanık, yara ve göz ağrılarının tedavisinde ilaç; parlak saçlara

sahip olmak için ise kozmetik ürünü şeklinde kullandıkları tarihsel kayıtlar arasındadır (Karaca, 2015).

Tereyağı yüksek kaliteli, kendine özgü özel tadı ve besleyici değeri olan bir süt ürünüdür (Kılıç Altun ve Paksoy, 2018). Türk Gıda Kodeksi tebliğince tereyağı; ağırlıkça en az %80, en fazla %90 oranında süt yağı, en fazla %2 oranında yağsız süt kuru maddesi ve su içeriği en fazla %16 oranına sahip ürün olarak tanımlanmıştır (TGK, 2015/19). Tereyağı, süt yağından oluşur ve bu sütün en önemli bileşenidir. Süt yağında çeşitli yağ asitleri bulunur ve doğadaki en karmaşık yağlardan biridir (Eser, 2019; Fatouh vd. 2005; Metin, 2008). Bu karmaşıklık, bünyesindeki çok fazla çeşitteki yağ asitlerinden (kısa orta, uzun zincir uzunluğu, dallanma ve doymamışlık derecesi gibi) kaynaklanmaktadır (Tahmas Kahyaoğlu, 2014). Süt içeren ürünler karmaşık olmalarının yanı sıra insanların ihtiyaç duyduğu birçok temel bileşeni içerir (Kolaric ve Šimko, 2020). Tereyağı beyin gelişimi, bağışıklık sisteminin güçlenmesi ve koroner kalp hastalıklarının önlenmesi gibi fonksiyonları bulunan, insan vücudunda sentezlenemeyen ve eksiliğinde vücutta aksaklıklara neden olan, fizyolojik değeri yüksek esansiyel yağ asitlerini içerir (Tahmas Kahyaoğlu, 2014).

Organoleptik ve fonksiyonel özelliklerinden ötürü tereyağının özel bir besleyiciliği vardır (Gosewade vd. 2017; Kılıç Altun ve Paksoy, 2018). Bileşiminde mevcut su miktarına ek olarak, serbest yağ asitleri, fosfolipitler, steroller ve sterol esterler, hidrokarbonlar yağda çözünen vitaminler ve mineraller, kompleks gliserid yağları bulunur (Kılıç Altun ve Paksoy, 2018; Kumar vd. 2016). Süt ürünleri içerisinde tereyağı en fazla süt yağı içeren süt üründür (Haddar, 2017). Süt yağı, 400'den fazla yağ asidi içermekte ve bunların başında doymuş yağ asitleri (%66), tekli doymamış yağ asitleri (%30) ve çoklu doymamış yağ asitleri (%4) gelmektedir (Méndez-Cid vd. 2017; Shıehzadeh, 2019). Tereyağının kendine has bir aroması vardır. Ayrıca sindirimi kolaydır ve vücut ısısında erir. İçinde bulunan esansiyel yağ asitleri önemli bir enerji kaynağı olduğu için insan beslenmesindeki rolü önemlidir (Tahmas Kahyaoğlu ve Çakmakçı, 2014). Tereyağı, genel itibariyle yağın sudaki emülsiyonudur ve katı bir kıvamı vardır (Fındık ve Andiç, 2017; Shıehzadeh, 2019). Direkt olarak tüketildiği gibi katkı maddesi olarak pek çok fırıncılık ürünlerinde kullanılmaktadır (Eser, 2019). Bünyesinde bulunan beta-karotenden (A vitamininin

öncül maddesi) ötürü kremsi sarı ya da altın renktedir (Özkan, 2011; Shıehzadeh, 2019).

Tereyağı ideal muhafaza koşullarında bir yıla kadar tazeliğini koruyabilen bir üründür (Atasoy ve Türkoğlu, 2010; Kılıç Altun ve Paksoy, 2018). Tereyağı bozulmasına yol açan birkaç adımla oksidasyon sürecine girmekte olup, besleyici ve duyusal özelliklerinde azalma görülür (El Safety vd. 2017). Tereyağında depolanma süresi boyunca oksijen, su, ışık, ısı, mikroorganizma ve enzimlerden kaynaklı olarak renk, acılaşma ve diğer tat bozuklukları oluşmaktadır. Hidrokarbon zincirlerinde bulunan doymamış yağ asitlerindeki çift bağların oksijen ile tepkimeye girmesi ile peroksit ve hidroperoksitlerin oluşumuna sebep olur ve bunların sonucunda yağlarda oksidasyon meydana gelir (Atamer, 1993; Aydın, 2018). Hidroperoksitler kararsız bileşiklerdir. İkinci derecedeki oksidasyon ürünlerine ve karbonilli bileşiklere (aldehit, keton, epoksiasit, hidrokarbon vb.) parçalanırlar (Tahmas Kahyaoğlu, 2014).

2.2.3 Bitkisel Margarin

Margarin, tereyağına göre daha ucuz olmasından dolayı tereyağının bir alternatifi olarak icat edilmiştir (Freeman ve Melnikov, 2005; Olsen, 2017). İmparator III. Napolyon 1869 yılında düşük gelirli insanlar ve askerler için uygun fiyatlı kokuşmayan, güzel bir tada sahip olan tereyağına alternatif olabilecek bir ürün geliştirmek istemiştir. Bu amaçla ödüllü bir etkinlik düzenleyerek girişimde bulunmuştur. Bu etkinlik sonunda ödülü margarini geliştirdiği için Fransız kimyager Hippolyte Mège-Mouriès'e almıştır. İneğin memesinden süt, doğranmış doku ve inekten elde edilen donyağının az eriyen kısmını uygulayarak tereyağını taklit etmeye çalışarak patent almıştır. Elde ettiği bu ürününü iki Hollandalı yağcıya satmış ve onlar da margarini daha da geliştirmişlerdir. Böylece ilk margarin fabrikası kurulmuştur (Olsen, 2017). 1906 yılında Alman bir kimyager Wilhelm Normann, margarin üretiminde hayvansal katı yağ yerine sıvı bitkisel yağların hidrojenasyon işlemini gerçekleştirmesiyle hidrojene bitkisel yağlar kullanılmaya başlanmıştır (Tahmas Kahyaoğlu, 2009). Margarinler; günümüzde sadece özel amaçlar için üretilen hayvansal margarinler (hayvansal yağ kökenli) ve bitkisel margarin (bitkisel

yağ kökenli) olmak üzere ikiye ayrılır (Tahmas Kahyaoğlu, 2009). Soya, palm, ayçiçek, pamuk çiğidi ve mısır özü yağları ülkemizde margarin üretiminde kullanılan başlıca bitkisel yağlardır (Tuğal, 2011). TGK'nce margarin/sürülebilir yağlar: İnsan tüketimine uygun hayvansal ve/veya bitkisel yağlar ve/veya süt yağından elde edilen temel olarak yağ içinde su emülsiyonu tipinde, süt ve/veya süt ürünleri içerebilen şekillendirilebilir bir ürün, olarak tanımlanmıştır (TGK, 2008). Margarinler temelde iki farlı nitelikteki yağ ve su fazını birlikte içerir. Bu iki niteliğin tereyağında olduğu gibi homojen ve dayanıklı hâle gelmesi, margarin üretimindeki en önemli katkı maddesi olan emülgatörler sayesinde olmaktadır (URL-2). Margarin hidrojene yağ içeren ve en yaygın olarak tüketilen gıdalar arasında ilk sıradadır (Kavaz Yüksel ve Yüksel, 2020). Hidrojenasyon işlemi, doymamış yağ asitlerinde çift bağların, karbon atomlarına hidrojen bağlanması ile tek bağa düşürülmesi işlemidir. Bu işlemin amacı; yağların erime sıcaklığını yükseltilmesi ve oda sıcaklığında sıvı hâlde olan yağların, oda sıcaklığında katı halde olan yağlara dönüştürülmesidir. Diğer bir amacı ise çoklu doymamış yağ asitlerinin tekli doymamış yağ asitlerine dönüşümü ile (seçici hidrojenasyon) yağları oksidasyona karşı dayanıklı hâle getirmektir (URL-3).

Margarin, tereyağının aksine büyük oranda çoklu doymamış yağ asitleri içerir, bitkisel yağlarla üretilir ve lipid oksidasyonuna daha çok maruz kalır (Hu ve Jacobsen, 2016; Olsen, 2017). Margarinlerin doymuş yağ asidi içermesi oksidatif stabilitelerini arttırsa da, oksijen, ışık, ortam sıcaklığı, su aktivitesi, uzun süre depolama ve metal iyonlarının varlığı gibi faktörler margarinlerde oksidasyon ve hidrolizasyon gibi olaylara yol açmaktadır. Bu durum fiziksel, kimyasal ve duyusal özelliklerinde kalite kayıpları ve bozulmalara neden olarak raf ömürlerini sınırlandırır (Tuğal, 2011). Bu kayıpların temel sebebi margarin gibi yağ içeren birçok ürünün bozulmasında etkili olan oksidasyondur. Margarinin bileşimindeki doymamış yağ asitlerinin oksijen ile tepkimeye girmesiyle önce peroksitler oluşur. İlerleyen aşamalarda aldehitlerin oluşumu ile hoşa gitmeyen lezzet gözlenirken, margarin içerisindeki vitaminlerin bileşiminde de bozulma meydana gelir (Bozkurt ve Baştürk, 2018).

2.2.4 Şeker

İnsanoğlunun beslenme alışkanlıklarından ötürü tatlıya özel bir yer vermesi sebebiyle şeker tarih boyunca önemli bir gıda maddesi olmuştur (Molla, 2011; Özdin, 2019). Şekerler gıdalardaki suyu serbest formdan bağlı forma dönüştürür. Şeker eklenmesiyle gıdalarda bozulmaya sebep olan mikroorganizmalar için gerekli olan su şeker tarafından bağlanır ve koruyucu bir etki sağlanır. Şeker kelimesi genel olarak sakkarozun eş anlamlısı olarak kullanılmaktadır (Artık vd. 2011; Özdin, 2019). Halk arasında sofra şekeri olarak da bilinen sakkaroz disakkarit yapıdadır, yapısında yer alan glikoz ve fruktoz monosakkaritlerinden oluşur. Sakkarozun başlıca kaynağının şeker pancarı ve şeker kamışı olduğu bilinmektedir (Aksoy, 2016). Bunların dışında tatlı mısır, akçaağaç, sorgum bitkisi ve şeker palmiyesinden de elde edilebilmektedir (Ayhan, 2009; Özdin, 2019; Sezer ve Kavas, 2005). Şeker pancarı, ilk kez Avrupa kıtasında Fransa'da Napolyon tarafından şeker kaynağı olarak kullanılmaya başlanmıştır. 1969 yılında ise şeker üretiminin yaklaşık olarak %70'ini oluşturmuştur (Cox, 1994; Turhan ve Saka, 2016).

Sakkarozu oluşturan şekerlerin arasındaki bağ glikozidik bağdır ve bazik koşullara dayanıklılık gösterirken, asidik koşullarda stabil değildir (Özdin, 2019). İndirgen olmayan karbonhidratlardan sakkaroz oksidatif ve hidrolitik etkilere karşı dayanıklıdır. Asidik pH koşullarında ve su varlığında asit-katalizli inversiyona uğrayarak indirgen şekerler olan fruktoz ve glukoza parçalanır. Sakkarozun hidroliz olayına inversiyon denilmektedir. Sakkaroz inversiyonu enzimatik hidroliz yoluyla da gerçekleşebilir. İnversiyon sonucu oluşan invert şeker; kristal formdaki sakkarozun indirgenmesiyle oluşan, içerisinde glukoz ve fruktoz bulunan bir üründür (İlaslan, 2014). İnvert şeker polarize ışık düzlemini sola çevirmekteyken sakkaroz sağa çevirmektedir. İnversiyon işlemi için genellikle sitrik asit, asetik asit ve formik asit kullanılmaktadır (Özdin, 2019). Sakkaroz, kristal oluşturan bir üründür. İnvert şeker ise kristalizasyon derecesini kontrol eder ve sakkaroz kristalizasyonunu önlemeye yardımcı olur. İnversiyon sonucu oluşan glikoz ve fruktozun, sakkaroza göre kristalizasyonu daha yavaş gerçekleşir. Bu nedenle şuruptaki bir kısım sakkaroz ile invert şeker yer değiştirir ve ortamda kristal oluşumu için gerekli olarak bulunan sakkaroz miktarı azalmış olmaktadır. Tek başına invert şeker ve sakkaroz karışımının

sudaki toplam çözünürlüklerinin sakkaroza göre fazla olması ile çözünürlük artar ve artma oranına göre de kristalizasyon azalır (Artık vd. 2011; Özdin, 2019). Sakkaroz maillard reaksiyonlarına girmezken, invert şeker girmektedir (İlaslan, 2014). Tatlılık derecesi açısından sakkaroz 100 kabul edildiğinde invert şekerin bileşenleri olan fruktoz ve glukozun tatlılık dereceleri 180 ve 70'dir (İlaslan, 2014; Saldamlı, 2007). Bunun bir sonucu olarak invert şeker aynı miktardaki sakkarozdan daha fazla tatlılık vermektedir. Aynı zamanda sakkarozun inversiyonu sert şekerlemelerde higroskopikliğin artması gibi istenmeyen durumlara neden olabilmektedir (İlaslan, 2014).

Helva üretiminde saf haliyle kristal yapıda ve beyaz renkli olan sakkaroz kullanılır ve helvanın en önemli hammaddelerden birisidir (Batu ve Elyıldırım, 2009; Özbey, 2002). Çekme helvada kullanılan beyaz şeker; TGK Şeker Tebliği'ne uygun beyaz şekeri (saflaştırılmış ve kristallendirilmiş sakaroz ve en az 99,7° Z polarizasyon) ifade etmektedir (KATSO, 2018). Sakkarozun hacim arttırıcı olarak kullanılması, renk ve tat verici bir madde olması, homojen ve iri tanecik yapısına sahip olması, gıdalara eser miktarda katılan katkı maddelerini taşıyıcı görevi olması sebebiyle önemli bir rolü vardır. Bunlara ek olarak çözeltideki sakkaroz miktarı arttıkça kaynama noktası da yükselir. Bu özellikleri sebebiyle özellikle şekerleme sanayinde yüksek sıcaklıklarda pişirme işlemi yapılabilir ve kademeli olarak soğutma işlemi yapılması ile de çok ince kristaller oluşabilmektedir (Özdin, 2019).

2.2.5 Sitrik Asit

Kimyasal adı 2-hidroksipropan-1, 2, 3-trikarboksilik asit ($C_6H_8O_7$) olan sitrik asitin ilk ticari üretimi 1826 yılında John ve Edmund Sturge tarafından İngiltere'de İtalyan limonlarıyla yapılmıştır. 1919 tarihinden itibaren Belçika'da fermantasyon ile üretilmeye başlanmasından önce bu tarihe kadar limondan üretilmiştir. Sitrik asit, anahtar metabolik ara madde olarak oluşan organik bir asittir ve oksijenli solunumda, TCA (trikarboksilik asit) çevriminin başlangıç noktasıdır (Aidynova, 2019; İlaslan, 2014). Sitrik asitin adı limon anlamına gelen latince "citrus" kelimesinden gelmektedir (Aidynova, 2019; Swain vd. 2012). Sitrik asit TGK Yönetmeliğinin Ek-13A bölümünde asitler sınıfında yer alan ve E 330 kodlu gıda katkı maddesidir.

Beyaz granül veya beyaz ince toz kristal, kokusuz, ekşi tada sahip, renksiz yarı saydam kristal yapıda olup oda sıcaklığında ise katıdır (Güven, 2010; Ölçel, 2019; Özdin, 2019).

Portakal ve limon gibi meyvelerde bol miktarda bulunan sitrik asit, yararlılığı ve üretim miktarı açısından en önemli biyoürünlerden biridir. Toksik olmayan yapısı nedeniyle Dünya Sağlık Örgütü (WHO) / Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) Gıda Katkıları Uzman Komitesi tarafından çoğunlukla güvenilir kabul edilen GRAS olarak ilan edilmiştir. Şekerleme, meşrubat ve reçel gibi sektörlerde yaygın olarak kullanılmasının başlıca sebepleri arasında, güzel asit tadı vermesi, sudaki çözünürlüğünün yüksek olması, güvenilir bir katkı olması, varolan aromayı zenginleştirmesi ve en önemlisi koruyucu olarak da kullanılmasıdır. Sitrik asit endüstriyel olarak günümüzde *Aspergillus niger* gibi küflerin fermantasyonu ile üretilmektedir (İlaslan, 2014; Kirimura vd. 2011). Üretilen sitrik asidin %12'si ilaç sektöründe, %70'i gıda endüstrisinde, %18'i diğer endüstrilerde kullanılmaktadır (Sato ve Kawaguti 2016; Sayın Börekçi, 2020).

2.2.6 Su

Şekerlemelerde su şekerlerin işlenmesi için gereklidir ve en önemli fonksiyonu formülasyondaki şekeri bitmiş ürünlere dönüştürmesidir. Şekerleme ürünlerinde suyun temel görevlerinden biri ürün reçetesindeki şekeri çözmek ve karıştırmaya yardımcı olmaktır (Ergün vd. 2010). Su kullanıldığı şekerleme ürünlerinin dokusal özelliği için önemli olup şekerin sertliğini ve yumuşaklığını etkiler. Suyun pH'sı önemlidir ve kontrol edilmelidir çünkü düşük pH, inversiyon işleminde indirgeyici şekerlerde artışa neden olabilir (Tireki, 2017). İnversiyon işleminin aşırı olması kaynatılmış ürünün rengini soldururken, son ürünün gevşek ve/veya yapışkan yapıda olmasına neden olur (Ergün vd. 2010).

2.3 Şekerleme Tipi Ürünlerde Raf Ömrü

Şekerleme tarihinin ve şekerleme üretiminin Anadolu'da 14-15. yüzyıla kadar dayandığı tahmin edilmektedir. Osmanlı Devletinin ilk dönemlerinde bile şekerleme ve tatlı yapımında meyvelerden yararlanıldığı belirtilmektedir (Özlü, 2011; Yılmaz

vd. 2019). Nitekim tarih boyunca şekerlemeler, Osmanlı'dan günümüze kadar gelerek bugün de hayatımızda önemli bir yere sahiptir. Genelde Orta Doğu'nun özelde ise Türkiye'nin en önemli geleneksel ürünleri arasında yerini almıştır (Güvemli, 2018; Yılmaz vd. 2019). Enerjisi yüksek gıda maddeleri grubuna dâhil olan şekerleme ürünleri, geleneksel hâliyle el ile üretildiği gibi günümüzde endüstriyel olarak da üretilir ve üretim esnasında karbonhidrat hammaddelerinin işlenmesi yoluyla elde edilir. Sakkaroz ve diğer şekerler ana bileşenlerini oluşturduğu için çoğunlukla tatlı tadı ayırıcı özellikleridir. Kaba bir sınıflandırmaya göre şekerlemeler üretim tekniklerine, içeriklerine ve son ürünlerine göre üç ana sınıfa ayrılır: Şekerlemeler, karameller gibi şekerli şekerlemeler; bisküvi, kurabiye, gofret ve kraker gibi unlu şekerlemeler; çikolata ve çikolata ürünleri şeklinde sınıflandırılabilir (Zulyevic ve Akagic, 2021).

Raf ömrü; gıdanın kalite parametrelerinin azalmadan, insan sağlığını tehdit edecek forma dönüşmeden, tüketiciye ulaşana kadar geçirdiği fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve teknolojik açıdan direndiği süredir (Gökmen ve Öztan, 1995; Öztan, 1989). Raf ömrü süresince gıdanın güvenliği önemlidir, sahip olduğu duyusal özellikler ve beslenme özellikleri insan tüketimi için kabul edilebilir kalmalıdır (Corradini ve Peleg, 2007; Corradini, 2018; Jedermann vd. 2014).

Unlu şekerlemeler temel olarak içeriğindeki bileşenleri şeker, un ve yağ olan ülkemize has gelenekselleşmiş ürünlerdir (Atıl vd. 2019). Şekerlemelerin genel olarak dayanıklı olduğu söylenebilir çünkü su aktiviteleri düşük düzeydedir, böylece de daha uzun raf ömrüne sahiptirler. Ancak yapısal bozulmalar sebebiyle raf ömürleri sınırlanmaktadır. Bileşimlerindeki yüksek şeker oranının, depolama esnasında bozulmasına ve ürünlerin yapılarının proses sonrasında oluşmasında kritik bir rolü vardır. Şekerlemelerin yapısında sahip olduğu diğer bileşenler de üretim koşullarına bağlı olarak yapıya katkıda bulunabilirler. Şekerli ürünler bileşimi, üretim parametresi ve yöntemine bağlı olarak kristal, camsı ve kauçuğumsu yapıya sahip olabilir. Ürün kristal hâlde mat ve kırılgan bir durumda, kauçuğumsu hâlde nispeten yumuşak ve yapışkan, camsı halde ise sert veya gevrek, berrak bir yapı gösterebilir. Camsı hâl daha higroskopiktir ve çevreden nem alımına karşı daha duyarlıyken lastik hâli ise daha akışkan davranış gösterir (Ergun vd. 2010; İlhan,

2019). Un ve yağ bileşenlerinin şekerin nem alışını geciktirebileceği bildirilmiştir (Atıl vd. 2019).

Şekerlemelerin raf ömrü süresince taze ürünün sahip olduğu hâlinin korunabilmesi, ürünün kalitesi için önemlidir. Depolama esnasında ürünün hâl değiştirmesiyle yapısal bozukluklar gözlenebilmektedir (Atıl vd. 2019; Bhandari ve Howes, 1999; Subramaniam, 2000). Depolanma süresince gıdalarda desorpsiyon ve soğurma işlemleri, ortamın bağıl nemi ve sıcaklığı, hammadde ve ürünlerin kimyasal yapısı, su aktivitesindeki (aw) değişiklikler gibi birçok faktöre bağlıdır. Şekerleme ürünleri çevre koşullarına göre nem çekebilir veya nem kaybedebilir (Plotnikova vd. 2021; Talbot, 2011).

Yağ içeriği gıdaların aromasına, taze ürünün görünümüne ve dokusuna katkı sağlarken lezzet üzerinde de oldukça etkilidir. Yağ içeriği ürünün duyusal özellikleri üzerinde önemli bir role sahiptir (Kahraman vd. 2010; Karanfil Kelleci, 2017). Şeker içeren ürünlerde, yağ oksidasyonu sonucu ürünün tadında oluşabilecek acılaşma istenmeyen bir durumdur. Düşük su içeriğine sahip saray helvası gibi ürünler normal koşullarda bile yağ oksidasyonu riski taşırken depolama süresince ürünün nem içeriğinin artmasına bağlı olarak bu risk daha da artmaktadır. Bu durum tüketici memnuniyeti açısından olumsuzluk oluşturacağı için kontrol altına alınmalıdır (Atıl, 2019).

Gıdalarda depolama koşulları ve süresi, ürün bileşiminde raf ömrü süresince kalite ve besin kayıplarına yol açabilir (Corradini, 2018; Wang ve Li, 2012). Şekerlemelerin depolanması sırasında meydana gelen sıcaklık ve nem değişiklikleri, başlıca yapı olmak üzere renk ve tatta değişime, kalitede kayıplara ve raf ömrünün kısalmasına sebep olmaktadır. Unlu şekerlemeler nem içeriklerinin düşük olması sebebiyle ortamdan nem alma eğilimindedir (Atıl vd. 2019). Üretilen ürün ve çevre arasındaki su aktivitesinde fark oluştukça nem göçü meydana gelir ve depolama süresince üründe sertleşme, yumuşama, parçalanma, şişme gibi değişiklikler gözlenebilir (Mavrou vd. 2018). Şekerlemelerdeki su içeriği hem fiziksel hem de kimyasal özellikleri etkiler. Cam geçişi, kristalizasyon, enzimatik veya enzimatik olmayan

reaksiyonlar gibi raf ömrüyle doğrudan ilgisi olan faktörler üzerinde etkilidir (Tireki, 2017).

Şekerleme ürünleri, diğer gıdalarla karşılaştırıldığında, genellikle kararlıdır ve nispeten uzun raf ömrüne sahiptir. Şekerleme ürünlerinde bulunan yüksek şeker seviyesi, onları mikrobiyolojik bozulmalara daha az eğilimli kılar. Bu nedenle ürünün lezzet, doku, renk veya kokusunun bozulmasına neden olan fiziksel ve kimyasal değişiklikler bozulmanın ana nedenleridir (Kilcast ve Subramaniam, 2000). Şekerlemeler geleneksel ürünler olduğundan üretim ve depolama koşullarının ürün kalitesine etkileri kısmen bilinmekte, bu tip ürünlerin yapılarının oluşumu ve bozulmalarının bilimsel temelleri ve etkili faktörler daha sonra yapılan araştırmalarla ortaya koyulmaktadır. Bu araştırmalarda gıdanın bileşimi ve fiziksel hâlini gösteren hâl grafiklerinin, üretim ve depolama koşullarına uygulanması ile üründeki hâl değişimleri belirlenmektedir. Bu veriler ışığında ürünün kalitesinin yükseltilmesi ve raf ömrünün uzatılması için uygun yöntemler belirlenebilmektedir (Atıl vd. 2019; Hartel ve Nowakowski, 2017; Roos, 2010). Aynı zamanda bir şekerleme ürününün raf ömrü, tüketici onu kabul edilebilir bulmadığında sona ermektedir. Bu yüzden duyusal testler de raf ömrü süresine dâhil edilmektedir. Sertlik değerleri değişme eğiliminde olan şekerlemelerde depolama sırasında tekstür profil analizi kullanılarak değişimler test edilebilmektedir (Ergün vd. 2010).

Endüstriyel olarak gıda üretiminde ürünlerin doğal bozulma süreçlerinin yavaşlatılması ve bilimsel temelli yaklaşımların doğru uygulanması, ürünlerin saklama koşullarının belirlenmesinde önemlidir. Tabiki bu süreci tamamen sona erdirmek mümkün değildir; ancak depolama esnasında ürün kalite parametrelerindeki değişiklikler öngörülebilir ve kontrollü bir şekilde meydana gelebilmelidir. Bu konuda hammadde hazırlama ve işleme yöntemlerinde, gıdaların paketlenmesi ve dağıtımındaki gelişmeler önemlidir (Bocharova Leskina, 2019; Urbina vd. 2016). Geleneksel yöntem olarak raf ömrü; çevresel koşullar altında, orijinal ambalajlarında paketlenmiş gıda ürünlerinin bağıl nem, sıcaklık, ışığa maruz kalma durumlarında ürünün kalitesindeki değişiklikler izlenerek belirlenebilir (Calligaris vd. 2019).

2.3.1 Raf Ömrünü Etkileyen Faktörler

Gıdalarda raf ömrünü birçok faktör etkileyebilir ve bunlar içsel ve dışsal olarak sınıflandırılabilir (Gallagher, 2011). Dışsal faktörler; gıda işleme aşamaları ve ambalaj materyalinin özelliği ile birlikte sıcaklık, oksijen, ışık şiddeti, bağıl nem olarak sıralanabilir. Gıdanın mikrobiyel yükü, su aktivitesi, pH'sı, nem içeriği, koruyucu bileşen içerip içermediği veya var ise kullanım miktarı ise raf ömrü üzerine etki eden içsel faktörlerdir (Cemeroğlu, 2015; Seçer, 2019). Bunlar başlıca gıdaların kıvamında, tadında, görünümünde, doku ve aromatik özelliklerinde farklılıklara, biyoaktif ve fonksiyonel bileşenlerinde kayıplara yol açan faktörlerdir (Hosseini vd. 2019; Kong ve Singh, 2016). Gıdalarda raf ömrü, gıdanın kalitesi, güvenliği, tüketimi ve satışı için önemlidir (Kim vd. 2020). Gıdaların kalitesinde ve güvenliğinde kayıp oluşması o gıdanın raf ömrünü sınırlandırmakta ayrıca yiyeceklerin yüksek sıcaklık gibi uygunsuz koşullar içerisinde depolanması veya dağıtımı, bağıl nem gibi faktörler bu süreci hızlandırmaktadır (Corradini, 2018; Van Boekel, 2008).

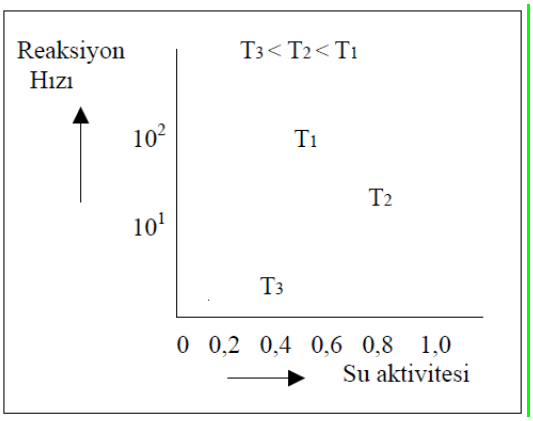
2.3.1.1 Sıcaklık

Genellikle gıdalar üretim, depolama, nakliye ve satış gibi aşamalarda değişen sıcaklıklara maruz kalırlar (Kim vd. 2020). Gıdalar tavsiye edilen sıcaklığın altında ya da üstünde muhafaza edildiğinde gıdalar için güvensiz bir durum söz konusu olur (Göransson vd. 2018; Kim vd. 2020). Depolanması sırasında gıdaları olumsuz yönde etkileyen çeşitli değişiklikler meydana gelir ve bu değişiklikler tüketiciler tarafından duyusal açıdan kabul edilemez bir durumun oluşmasına yol açar. Soğutulmuş ürünlerde gözlenen değişimler çoğunlukla mikrobiyal gelişim ve metabolik faaliyetlerinden kaynaklanır. Tüm bu değişiklikleri etkileyen en önemli çevresel faktör sıcaklıktır (Mataragas vd. 2018).

2.3.1.2 Su aktivitesi

Gıda maddelerinin ana bileşenlerinden olan su, bozulma hızını kontrol eden önemli bir faktördür. Aw 0,7-1,0 arasında olduğunda mikrobiyal bozulmalar gözlenmektedir. Mikroorganizma faaliyetleri aw düzeyi ile ilişkilendirilebilir.

Gıdanın su aktivitesi 0,3 dolaylarında ise her türlü bozulma reaksiyonunun hızları çok düşük olduğu genellemesi yapılabilir. Gıdanın yapısında ki suyun dondurularak bağlanması su aktivitesini düşürür ve böylece gıdanın raf ömrü artar. Düşük sıcaklıklarda su aktivitesinin azalması, reaksiyon hızını yavaşlatıcı bir etki yapmaktadır (Şekil 2.1). (Armutak ve Bayındırlı, 1995; Gökmen ve Öztan, 1995; Koçak, 2006).



Şekil 2.1 Su aktivitesi ve sıcaklığın reaksiyon hızına etkileri (Gökmen ve Öztan, 1995; Koçak, 2006).

Gıdalar su aktivitesi değerlerine ve toplam nem içeriğine (MC) göre, genellikle üç ana kategoriye ayrılır; düşük ($0,00<a_w<0,60$; MC< %15), orta ($0,60 <a_w<0,85$; %15<MC< %50) ve yüksek nem ($a_w>0,85$; MC> %50 (Hosseini vd., 2019; Knechtges, 2012). Yüksek nemli ürünlerde mikrobiyal veya enzimatik kaynaklı bozulma daha fazla gözlenir ve kalite kaybına yol açar, oto-oksidasyon ise düşük nemli ürünlerde istenmeyen bir bozulma sebebidir (Ghorbani ve Hosseini, 2017; Hosseini ve Jafari, 2020; Hu vd. 2015).

Su aktivitesi, gıda ürünlerinin denge bağıl nemiyle (DBN, %) ilişkilidir. Bir ürün nem almadığında ve nemi kaybetmediğinde, denge bağıl nemi 100'e eşittir. Bir gıda maddesinin depolama süresince çevresi ile nem alışverişinde bulunmasının nedeni ürünün DBN ile bağıl nemi (BN) arasındaki farktan kaynaklanmaktadır. Su aktivitesinin kontrolü depolama sırasında gerçekleşen değişikliklerin tahmin edilmesinde önemlidir. Örneğin DBN'yi aşan ürünler (badem ezmesi vb.) depolama sırasında kururken, düşük bağıl neme sahip kurabiye, bisküvi gibi ürünler ise ortamdaki nemi emer. Gıdanın denge bağıl nemi ile çevrenin bağıl nemi arasındaki

fark %2'den fazla ise nem göçü gözlenir. Gıdalarda nem göçü ne kadar fazla ise raf ömrü o kadar kısadır (Plotnikova vd. 2021).

2.3.1.3 Oksijen

Havadaki oksijeninin etkisi yağ ve yağ içeren gıdalarda oksidasyona sebep olmaktadır. Oksijen gıdalarda; yağ, protein ve karbonhidratlara etki ederek hissedilebilir düzeyde kalite kayıplarına sebep olmaktadır. Hava oksijeni ve gıda bileşenleri arasında kendiliğinden gerçekleşen bu olaya "otooksidasyon" denilmektedir. Oksidasyonla meydana gelen bozulmalar sonucu çok spesifik bazı etkiler meydana gelir ve bu etkiler şu şekilde sıralanabilir (Çakmakçı ve Gökalp, 1992; Dziezak, 1986; Özdalvan, 1991):

1. Katı ve sıvı yağlar ile yağ içeren gıdalarda; ransit tat ve aroma oluşumu
2. Renk pigmentlerinde açılma
3. Oksidasyon sonucu toksik ürünlerin oluşması
4. Gıdalarda tat ve kokuda kayıp ve bu niteliklerdeki bozulmalar
5. Tekstürel değişimler
6. Esansiyel yağ asitlerinin (özellikle linoleik asit) ve vitaminlerin (A, D ve E) tahribatı sonucu gıdalarını besleyicilik değerindeki azalmalar.

Oksidasyon karmaşık bir reaksiyon setidir. Önce gıdalarda oksijene ve lipidlere ait molekülleri içeren çok sayıda radikal ve yüksek oranda reaktif türün oluşumuna sebep olur. Depolama sırasında gıdalarda lipit oksidasyonu gerçekleştiğinde, istenmeyen renk ve/veya lezzet oluşumuna neden olmaktadır. Bu olumsuzluklar gıdaların raf ömrü süresini belirleyen ve tüketiciler için yiyecekleri tamamen kabul edilemez veya daha az kabul edilebilir hale getiren faktörlerdir (Ergün vd. 2010). Oksidasyon esansiyel yağ asitlerini yok ederek toksik bileşenler üretir. Yağlarda oksidasyon besin kalitesi, lezzet ve yiyeceklerin toksisitesi açısından çok önemlidir (Choe ve Min, 2016). Oksidasyon ürünlerinin çoğu oldukça reaktiftir ve insan sağlığı üzerinde alerjik tepkiler, kanser, kalp hastalığı gibi istenmeyen etkilere neden olabilir veya bu istenmeyen etkilere katkıda bulunabilir (Redondo Cuevas vd. 2017; Yanishlieva ve Marinova, 2001). Oksidasyon süreci esas olarak sıcaklığa, ışığa,

oksijene, yağ bileşimine, antioksidanların doğası ve konsantrasyonu ve pro-oksidanlara bağlıdır (Choe ve Min, 2006; Redondo Cuevas vd. 2017). Yağ kalitesi ve raf ömrünün belirlenmesi için oksidatif stabilite önemli bir parametredir (Choe ve Min, 2016; Hamilton, 1994) Sıcaklık ve su aktivitesi oksijenin neden olduğu reaksiyonları etkilemektedir. Oksijenin neden olduğu olumsuzluklar vakum altında veya inert gaz atmosferinde depolama veya paketleme ile sınırlandırılabilir (Armutak ve Bayındırlı, 1995; Gökmen ve Öztan, 1995; Koçak, 2006).

2.3.1.4 Işık

Oksidasyon tepkimelerinde dış kaynaklardan birisi olan ışık enerjiyi sağlayarak tepkimenin gerçekleşmesine olanak tanır. Gıdaların üretiminden sonra depolanması, taşınması ve müşteriye ulaşana kadar olan süreçte ışık kaynağının önemli olduğu tespit edilmiştir. Özellikle tezgâhlarda müşterilere sunumda görsellik açısından farklı ışık türleri kullanılmaktadır. Bu ışık türleri gıdanın içeriğine ve gıdaya göre değişiklik göstermektedir. Marketlerdeki aydınlatma amaçlı kullanılan ışıkların türleri ve yoğunluğunun gıdaların raf ömründe önemli olduğu tespit edilmiştir (Koçak, 2006; Subramaniam, 2011). Gıdalara uygulanan farklı ışığın şiddeti, rengi, ortamı ve türü önemlidir. Raf ömründe ışığın yağ asitlerini etkilediği bilinmektedir, ışığın gıdanın ömrüne azaltıcı ve artırıcı etkileri belirlenerek her gıdanın kendine göre ışık özelliklerinin tespit edilmesi gerekmektedir (Lester, 2006).

2.4 Raf Ömrü Kinetiği

Gıdalarda raf ömrü tahminlemesinde "direkt" ve "indirekt" yöntemler kullanılmaktadır (Cemeroğlu, 2015; Seçer, 2019). Direkt yöntemde, ürün gerçek depolama ve dağıtım koşullarında tutularak belirli zaman aralıklarında üründe meydana gelen kritik bozulmalar izlenmektedir. Bu koşullarda elde edilen veriler, grafiğe aktarılarak doğrudan reaksiyon kinetiği açısından değerlendirilir. Bu şekilde bozulma parametresine ait reaksiyon derecesi, reaksiyon hız sabiti ve ürünün raf ömrü belirlenebilmektedir (Seçer, 2019). Raf ömrünün kinetik modellemesi, kalite parametrelerindeki değişimlerin moleküler düzeyde anlaşılmasına yardımcı olmaktadır (Prabhakar vd. 2022).

Raf ömrü testi için en basit teknik kinetik reaksiyon yaklaşımıdır. Raf ömrünü tahmin etmek için, kinetik veriler ele alınan kalite parametresinin bozulma sürecinin, zamanın bir fonksiyonu olarak nasıl davrandığını değerlendirmek için kullanılır (Labuza ve Riboh, 1982; Corradini ve Peleg, 2007). Kinetik denklem şu şekilde ifade edilebilir:

$$rA=-d[A]/dt=k[A]n \quad (2.1)$$

Kimyasal reaksiyonları takiben k, kinetik sabittir, t zaman ve n reaksiyon sırasıdır. İlgili bir bileşenin A konsantrasyonundaki değişim izlenir. Kalite faktörleri [A], genellikle, bir besin maddesinin veya aroma karakteristiğinin kaybı veya bir lezzetsizliğin oluşumu gibi ölçülebilir kimyasal, fiziksel, mikrobiyolojik veya duyusal parametrelerdir. Belirtilen bir durumda ts (raf ömrü) değerinin kalite endeksine (Ats) ulaşma zamanı, bu şartlarda hız sabiti ile ters orantılıdır (ts=fq(AtS)/k).

İndirekt yöntem, diğer bir ifade ile hızlandırılmış raf ömrü testinde ise gıda maddesinde seçilen kritik bozulmanın hızlandırılması (ürünün su içeriğinin arttırılması, işleme ve depolama sıcaklığının artırılması, üründeki reaktanların konsantrasyonun arttırılması) şeklinde gerçekleştirilir. Bu yöntemde sıcaklık faktörünün artışı, üründeki kritik bozulma reaksiyonu üzerinde artışa yol açmaktadır. Sıcaklığın yükselmesiyle elde edilen veriler, 1/T'e karşı grafiğe (*Arrhenius* grafiği) geçirilir. Elde edilen doğrusal eğri, ürünün gerçek depolama koşullarındaki sıcaklığı dikkate alınarak gerçekleştirilmektedir (Cemeroğlu, 2015; Seçer, 2019). Bu sayede gıdanın raf ömrü tahmin edilebilmektedir (Seçer, 2019; Yumlu, 2006).

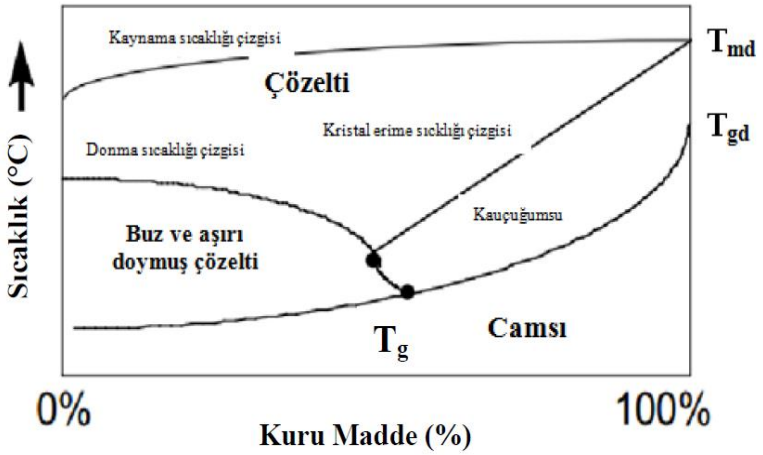
2.5 Şekerlemelerde Camsı Geçiş Kavramı

Çekme helva temelde kavrulmuş meyane ve sert şeker şurubunun yoğrulmasına dayandığından, sert şeker ile benzer davranış sergileyeceği düşünülmektedir. Sert şekerler, rafine şeker ve suyun yüksek ısıda pişirilmesiyle elde edilen aşırı doymuş karışımlardır (Efe, 2018). Sert şekerlemelerde yüksek sıcaklıklarda depolamanın uzun vadede şekil deformasyonlarına ve hızlı nem alma problemlerine neden olabileceği belirtilmektedir (İlaslan, 2014). Kaliteli şekerleme üretmenin anahtarı

şekerlerin faz geçişlerini bilmek ve onları kontrol etmektir (Hartel vd. 2011). Gıdaların kalitesi ve dayanıklılığında su aktivitesinin önemli olduğu bilinmektedir. Camsı geçiş sıcaklığı (Tg) su aktivitesine oldukça duyarlıdır. Camsı geçiş sıcaklığı ürünlerin işlenmesi, depolanması ve gıdaların raf ömrü süresince kontrol edilmesinde önemli bir paremetre hâline gelmiştir (Çağdaş ve Seydim, 2014).

Şeker oranı yüksek gıdalarda gözlenen yapısal kalitesi açısından önemli olan camsı hâl; şekerle aşırı doygun çözeltinin yüksek sıcaklıklarda kaynatılması ve kristal yapı sağlanmadan hızla soğutulmasıyla oluşan ara bir hâldir (Atıl, 2015). Kristal hâlde moleküller düzenli hâldeyken, camsı yapıda düzensiz sıvı faz düzensiz katı faza dönüşür ve kristal yapının aksine camsı yapı amorf (düzensiz) katı yapıdadır (İlaslan, 2014). Camsı yapıdaki ürünler düşük nem içeriğine sahiptir ve nem içerikleri pişirme sıcaklığına bağlı (İlaslan, 2014) olarak %2-5 arasında değişir (Efe, 2018). Bu yapıyı içeren ürünler berrak bir görünüş ve sert yapıya sahiptir (Atıl, 2015). Ürün kristal hâlde ise mat ve kırılgan bir durumda, kauçuğumsu hâlde nispeten yumuşak ve yapışkan bir yapıdadır. Ürünün hâl değiştirmesi depolama sırasında yapısal bozuklukları meydana getirir. Bu durum raf ömrü ve ürünün taze hâlinin korunması açısından önemlidir (Atıl vd. 2019). Camsı yapıdaki maddeler camsı geçiş sıcaklıklarının altında depolandığında çok düşük moleküler hareketlilik gösterirler (İlaslan, 2014).

Hâl diyagramları gıdaların hangi nemde ve sıcaklıkta hangi hâlde olduğunu belirlemekte kullanılır. Bu hâl diyagramları şekerlerin camsı, kauçuğumsu veya kristal yapıda olmasında hangi koşulların etkili olduğunun belirlenmesi için kullanılabilir (Atıl, 2015; Labuza ve Hyman,1998). Ürünün kristal hâli denge hâlinde ve en düşük enerjiye sahip hâlidir. Zamana bağlı olarak kauçuğumsu ve camsı hâl, kendiliğinden kristal hâle doğru bir dönüşüm gösterir. Bu durum depolama koşullarına bağlı olmaksızın gerçekleşebilir (Atıl vd. 2019). Şekil 2.2'de bir hâl diyagramı örneği verilmiştir.



Şekil 2.2 Hâl diyagramı örneği (Tg camsı geçiş sıcaklığı, Tmd nem içermeyen kristal hâlin erime sıcaklığı, Tgd nem içermeyen ürünlerin camsı geçiş sıcaklığı) (Labuza ve Hyman, 1998; Atıl, 2015).

Şekilde de görüldüğü üzere camsı geçiş sıcaklığı nem içermeyen gıdalarda en yüksek değerdeyken ürün nem aldıkça camsı geçiş sıcaklığı düşmektedir. Camsı yapı içeren gıdaları camsı geçiş sıcaklığının altında depolamak ve nem alışverişini önlemek ürünün hâl değişimini engellediği gibi ürünlerin yapısının korunmasını sağlar. Bu durum başta şeker içerikli gıdalar olmak üzere gıdaların muhafazasında nem absorpsiyonunun engellenmesinin önemini açıklamaktadır (Atıl, 2015). Tg arttıkça ürünlerin stabilitesi de artar (İlaslan, 2014). Camsı geçiş bilgisi sadece depolama sırasında kaliteyi sağlamak, depolama koşullarını belirlemek ve kristalleşme problemlerini önlemek için değil aynı zamanda sert şekerlerde soğutma aşamasında camsı yapıya ulaşmak için sıcaklık aralığını kontrol etmek açısından da önemlidir (Reinheimer vd. 2010). Çünkü camsı geçiş maddelerin soğutma, nem içeriği gibi üretim koşullarına bağlı olarak gerçekleşir. Camsı geçiş sıcaklığı altında sert şekerler aşırı soğutulmuş, katı, kristal olmayan sıvı görünümündedir. Sert şekerlemeler sakkaroz, glukoz veya maltoz şurubu, glukoz, fruktoz gibi tatlandırıcılar kullanılarak oluşan camsı yapıdaki amorf ürünlerdir (İlaslan, 2014). Tablo 2.3'te şekerleme imalatı için önemli olan farklı tatlandırıcılara ait camsı geçiş sıcaklıkları gösterilmektedir (Ergün vd. 2010).

Tablo 2.3 Şekerlemelerde bulunan tatlandırıcıların (kuru hal) camsı geçiş sıcaklığı (Tg)

Tatlandırıcı	**Tg (◦C)**
Fruktoz	5
Glikoz	31
Laktoz	101
Maltoz	87
Sakkaroz	62-70
Rafinoz	70
Sorbitol	-9
Ksilitol	-29
Maltitol	39
İzomalt	63,6
42 DE mısır şurubu katıları	79
20 DE mısır şurubu katıları	139
Polidekstroz	90,8
Hidrojenize nişasta hidrolizatı (MW 504)	54,6
Hidrojenize nişasta hidrolizatı (MW 644)	75

Camsı geçiş sıcaklığı gıdalar için referans sıcaklık olarak belirtilmesi gereken önemli bir paremetredir (Çağdaş ve Seydim, 2014). Karbonhidratların camsı geçiş sıcaklığı su içeriğinden etkilenir. Su içeriklerindeki bir artışın camsı geçiş sıcaklığını düşürdüğü bildirilmiştir (Roos, 2007). Tablo 2.4'te su içeriğinin camsı geçiş sıcaklığı üzerine etkisi gösterilmiştir.

Tablo 2.4 Su içeriğinin sakarozun camsı geçiş sıcaklığı üzerine etkisi (Ergün, 2010; Nowakowski, 2000).

Su İçeriği(%)	Tg (◦ C)
0	69
1	61
2	50
3	42
4	35
5	29

Artan su içeriği camsı geçiş sıcaklığı üzerinde düşüşe neden olduğu gibi tüm moleküllerin hareketliliğini artırır. Şekerlemelerde nem alımıyla birlikte yüzeyde bir yapışkanlık gözlenir ve nem yavaş yavaş iç kısma göç eder ve şekerin fiziksel olarak yumuşamasına neden olur (Ergün vd. 2010). Ayrıca camsı hâlin kauçuğumsu hâle

geçişi ile moleküller arası hareketlilik artarken difüzyona bağlı tüm bozulmaların hızlarında artış görülür ve fiziksel bozulmalar görülmeye başlanır. Depolama sıcaklığı, depo bağıl nemi ve ambalaj geçirgenliğine bağlı olarak oda sıcaklığında depolanan ürünlerde ürünün sıcaklığı ve neminde değişiklik görüldüğünde bozulmalar hızla gerçekleşir ve ürünün taze hâldeki yapısı korunamayabilir. Ürünü raf ömrü boyunca mevcut hâlinde ve yapısında tutmak ve ürünün hâl değişimlerini yavaşlatmak; üretim koşulları, ürünün bileşimi, ambalajı ve depolama şartlarının kontrolü ile mümkündür (Atıl vd. 2019; Kilcast ve Subramaniam, 2000).

Diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) analizi sert şekerlerde cam geçiş, erime ve kristalizason gibi faz geçişlerinin takip edilmesi yönüyle raf ömrü takibi ve tahmininde kullanılan güçlü ve yaygın bir tekniktir (Šmídová vd. 2003). Zamana karşı ürün homojen bir sıcaklık artışına maruz kalır ve camsı geçiş sıcaklığı değişimin bükülme noktasının sıcaklığı olarak ifade edilir. Camsı geçiş DSC taramasında belirli bir sıcaklık aralığında gözlenir. Bu bir adım değişikliği olarak görülür ve bu aralığı belirtmek için başlangıç, orta nokta ve bitiş sıcaklıkları da bildirilmelidir (Hartel vd. 2011). Camsı geçiş sıcaklığı, camsı geçiş bölgesinin orta noktası olarak belirlenen önemli bir paremetredir (Nowakowski ve Hartel, 2002). Camsı yapının kristalleşme oranının sıcaklığa bağlı olduğu bilinmektedir (Roe ve Labuza, 2015). Nişasta ve şekerleme ürünlerinde şeker moleküllerinin yeniden kristallenmesi doku ve kalite açısından üründe gerçekleşen önemli değişikliklerdir ve kontrol edilmesi gerekir. Polimer zincirlerinin yeniden düzenlenmesi camsı geçiş sıcaklığı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Retrogradasyon nişasta içeren gıdalarda meydana gelir ve termal enerji üzerinde etkisi vardır. Aynı zamanda elde edilen termogram nişasta jelatinizasyonunun tamamlanıp tamamlanmadığı incelemek için de yorumlanabilir çünkü jeletinizasyon esnasında da termogramda pik gözlenmektedir (İlhan, 2019).

Nem alımı engellendiği ve ürünler Tg sıcaklıkları altında depolandığı sürece uzun süre stabil kalabilir. Depolama sıcaklığı ve nem alımı ürünün karakteristik özelliklerini kaybetmesine yol açar. Bu değişim şeker içeren ürünlerde dokunun yapışkan hâle gelmesi ve lezzetini kaybetmesi şeklinde gerçekleşir (Nowakowski ve Hartel, 2002). Aynı zamanda sert şekerleme gibi düşük nem içeriğine sahip ürünlerin

tekstürel nitelikleri, ürünün nem seviyesindeki artış ve azalışlardan önemli düzeyde etkilenir (İlaslan, 2014).

2.6 Şekerli Mamüllerde Ambalajlama

Düşük nem içeriğine sahip unlu şekerlemelerde ürün bileşimi ve depolama koşullarının yanı sıra raf ömrünü etkileyen diğer bir faktör, kullanılacak ambalajın türüdür. Kullanılacak ambalajın raf ömrü süresince ürünün düşük nem içeriğini koruması, nem alımını engellemesi ve ambalajın yağ oksidasyonuna karşı oksijen geçirgenliğinin düşük olması oldukça önemlidir (Atıl, 2015).

Ambalaj, gıdayı dış etkenlerden koruyan, içine konulan ürünün bütünlüğünü bozmadan kolayca sevk edilmesini ve satışa sunulmasını sağlayan çeşitli materyaller kullanılarak yapılan kılıf olarak tanımlanabilmektedir. Gıdaları dış etkenlerden korumak ve raf ömrünü uzatabilmek için ambalajlama işlemleri gerçekleştirilir (Karagöz ve Demirdöven, 2017; Öcal ve Karapınar Çakmak, 2016). Gıda ambalajı koruyucu özelliği açısından içine konulan gıdaların, güvenilir bir şekilde, toplam maliyeti en az olacak şekilde son tüketiciye bozulmadan ulaştırılmasını ve tanıtılmasını sağlayan bir araçtır (Avinash ve Mittal, 2019; Fellows, 2005; Karagöz ve Demirdöven, 2017).

Doğru ambalaj seçimi, ürün ve çevre arasındaki nem transferini en aza indirmek için hayati önem taşımaktadır (Kilcast ve Subramaniam, 2000). Ambalaj raf ömrünün uzatılmasında önemli bir faktör olarak görülmektedir çünkü ambalaj; gıdaların oksijen, ısı ve ışığa maruz kalmasını engelleyen bir bariyer görevi görmektedir (Hu vd. 2020). Oksijen gıdalarda meydana gelen; pigment oksidasyonu, yağ oksidasyonu gibi çeşitli bozucu reaksiyonları teşvik etmektedir. Bu sebeple gıdaların raf ömrünün uzatılması için ambalaj atmosferi olabildiğince düşük oksijen konsantrasyonuna sahip olmalıdır (Karagöz ve Demirdöven, 2017; Sandhya, 2010).

Günümüzde teknolojik gelişmelerin hızla ilerlemesi ve bilinçli tüketicilerin artmasıyla geleneksel paketleme yöntemlerinin ihtiyaçları karşılamakta yetersiz kalması ve üreticilerin ise ürün kalitesinde azalma olmadan raf ömrünü uzatmak istemeleri sebebi ile ambalaj çeşitleri ve ambalajlama teknolojisinde yeni

uygulamalara başvurulmaktadır (Öcal ve Karapınar Çakmak, 2016; Özçandır ve Yetim, 2010). Gıda endüstrisinin eğilimleri ve tüketicilerin istekleri doğrultusunda gıda ambalajlarının fonksiyonları her geçen gün geliştirilmektedir. Tüketiciler gıdanın tazeliğini paketi açmadan görmeyi talep ederken, ambalaj üreticileri gıdayı daha uzun süre taze tutmak üzerinde çalışmaktadırlar (Çelik ve Tümer, 2016; Sürengil ve Kılınç, 2011).

Ambalaj sanayi dünyada endüstrinin çok büyük ve geniş bir kolu olup, plastik ambalaj sanayinin de ülkelerin ekonomileri içinde önemli bir yeri vardır. Plastik sanayinin hızlı bir şekilde gelişmesi plastik ambalajları günlük hayatımızın ana parçalarından biri hâline getirmiştir. Plastik ambalajlar gelişen teknolojiler sayesinde daha gelişmiş, fonksiyonel ve hafif bir hâle gelmiş böylece diğer geleneksel ambalaj materyallerinin yerini almıştır. Plastik ambalajların yaygın olarak kullanılması 1950 yılında polietilenin (PE) piyasaya sürülmesiyle başlamıştır. Polivinil klorür (PVC), polipropilen polistiren, polietilen ve polyester kopolimerlerin geliştirilmesi ile plastik kullanımındaki hızlı artış başlamıştır (Keleş, 2018; Pagev, 2017).

Polipropilen, ışığa ve oksidasyona karşı yüksek koruma sağlar ancak maliyetli olması nedeniyle alternatif olarakdüşük nem ve oksijen geçirgenliğine sahip polivinil klorür-polietilen (PVC/PE) kopolimeri kullanılabilir (Gebreselassie ve Clifford, 2016). Polyester tereftalat (PET), nem ve oksijene karşı düşük geçirgenliğe sahiptir (Talbot, 2010). Şekerleme ürünlerin ambalajlanmasında oksijen ve nemi geçirmemesi ürün kalitesinin korunması açısından oldukça önemlidir.

2.6.1 Vakum Ambalajlama

Vakumlu paketleme (VP), paketleme teknolojisindeki etkili paketleme yöntemlerinden biridir (Kung vd. 2017). Vakum paketleme ürün için oksidasyona, neme, kurumaya, korozyona ve kire karşı geniş korumalı bir bariyer oluşturur (Rana vd. 2018). Vakumlu paketleme, ambalaj içerisindeki havanın çıkmasını ve ambalajın hava geçirmez şekilde kapatılmasını sağlar. Bu durum gıdaları çevredeki havanın etkisinden korumak havasız bir ortamda saklamak ve muhafaza etmek anlamına gelir. Bu etkilerinden ötürü gıda endüstrisinde yaygın olarak tercih edilmektedir

(Patil vd. 2020). Yiyecekleri depolamak amacıyla ortaya çıkan vakum paketleme icadının 1940'lara kadar dayandığı ve ilk icat edilen endüstriyel vakum paketleyicilerin küçük olduğu bilinmektedir. Ev tipi vakum ürünleri ise ilk olarak 1963'te Karl Busch adlı bir Alman mucit tarafından icat edilmiş ve kullanılmıştır (Patil vd. 2020). Vakum paketleme tekniği, ambalaj malzemesi içerisindeki oksijenin uzaklaştırılmasına dayalı bir sistemdir ve bu teknik yüksek bir bariyer niteliği taşır böylece oksidasyonun önlenmesi mümkündür (Kumar ve Ganguly, 2014; Patil vd. 2020). Vakum paketlemenin amacı;

1. Oksidasyonun önlenmesi, renk değişikliği ve gıdaların korunması,
2. Mikroorganizmalar nedeniyle yapıdaki değişim ve bozulmaların önlenmesi,
3. Gıdaların içeriklerinin fiziksel olarak korunması (Patil vd. 2020),
4. Vakum ambalajlama tekniğinin raf ömrünü uzatmak için ambalaj içerisindeki oksijeni çıkarmasının yanı sıra esnek ambalaj formlarıyla gıda paketinin hacminin azaltılması (Avinash ve Mittal, 2019) şeklinde sıralanabilir.

Vakumlu paketleme tekniğinde ürün düşük oksijen geçirgenliğine sahip bir malzemeden yapılmış ambalaj ile hava sızdırmaz şekilde kapatılır. Vakumlu paketleme tekniğinin gıdalar üzerinde birçok avantajı vardır ve şu şekilde sıralanabilir (Patil vd. 2020):

1. Vakum paketleme yapılmış gıdaların kullanımı kolaydır.
2. Vakum paketleme aerobik gelişimi engeller.
3. Paketlerdeki oksijeni uzaklaştırarak, hava geçirmez şekilde ambalajlanması ile oksidatif reaksiyonlara karşı bir bariyeri olması sebebiyle depolamada iyi bir ambalajlama tekniğidir.
4. Vakum paketleme tekniği kimyasal olarak yağdan kaynaklı bozulmalara karşı daha dayanıklıdır (Kumar ve Ganguly, 2014; Patil vd. 2020).
5. Ürün kalitesi daha yüksektir.

2.6.2 Shrink Ambalajlama

Shrink naylonu olarak da bilinen shrink ambalaj filmi üretilen ürünlerin en sağlam şekilde tüketici veya kullanıcıya ulaşmasını sağlamak amacıyla kullanılan bir tür

koruyucu ambalajdır. Shrink kelime olarak; çekmek, büzmek, daraltmak, küçültmek, anlamlarına gelebilmektedir (Keleş, 2018). Shrink ambalajlamada ısıyla büzüşen shrink ambalaj filmleri üretiminde hammadde olarak genellikle LDPE (düşük yoğunluklu polietilen) kullanılmaktadır. LDPE hammaddeleri yüksek ısı ile eriyik hale getirilir ve co-extruder makinalarında bulunan kalıplar sayesinde istenilen boyutta üretilebilmektedirler. Shrink ambalajlama diğer bir tabiriyle shrinkleme işlemi ise; ürünler üzerine konulmuş esnek LDPE shrink filmlerin ısı etkisiyle büzüştürülerek, ürünlerin bir arada tutulmasını sağlayan termoplastik filmin sarıldığı bir sistemdir (Keleş, 2018; Kumar Roy vd. 2018).

Shrink film ambalajları başta gıda olmak üzere hemen hemen bütün sektörlerde kullanılmaktadır (Keleş, 2018). Konserve gıda ürünleri, her türden kavanozlar, şişeler shrink ambalajlanabilir. Shrink ambalaj malzemesi ambalaj maliyetinden, depolama alanından da tasarruf sağlar. Ambalaj materyali daha hafiftir. Shrink ambalaj ayrıca nakliye maliyetlerinden de tasarruf sağlar. Tüm boyut ve şekillerde kullanılabildiği için çok yönlüdür. Shrink ambalaj; toz ve neme karşı koruma sağlar. Gıdalar için tüketim esnasında açılması kolaydır (Kumar Roy vd. 2018).

Son zamanlarda shrink ambalaj, özellikle hasat sonrası bazı meyvelerin kalitenin bozulmasında nemden etkilenmemesi oksijen ile temasının önlenmesi ve böylece raf ömrünü artırmak için paketleme yöntemleri arasında yer almaktadır. Shrink ambalajlama, streç film ile kaplama, vakum ambalajlama gibi paketleme yöntemlerinin depo koşullarında saklanan gıdaların bozulmalarını geciktirme, fiziko-kimyasal bileşenlerin korunması ve gıdaların raf ömrünün uzatılmasında başarılı olduğu bildirilmiştir (Sahoo vd. 2015; Wu, 2010).

3. MATERYAL VE METOD

3.1 Materyal

Tez çalışmasında kullanılan 8 farklı çekme helva numunesi Kastamonu'daki yerel bir firmada bu çalışma için üretilmiştir. 120 g ve 280 g olarak 2 farklı ağırlıkta hazırlanan çekme helva kutuları vakum ve shrink olarak iki farklı teknikle paketlenmiştir. Vakum ambalaj tekniğinde kullanılan plastik ambalajın metaryeli PET-PE, EVOH (polietilen tereftalat, etilen vinil alkol)'dür. Yapıştırılan üst ambalaj ise PE LDPE EVOH (düşük yoğunluklu polietilen, etilen vinil alkol)'dur. Shrink ambalajlamada kutuların dışının shrinklenmesinde kullanılan ambalaj materyali ise PVC (Polivinil klorür)'dir.

Tez çalışmasında uygulanan numune üretim planı Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1 Tez çalışmasında kullanılacak olan çekme helva örneklerinin hazırlanma planı

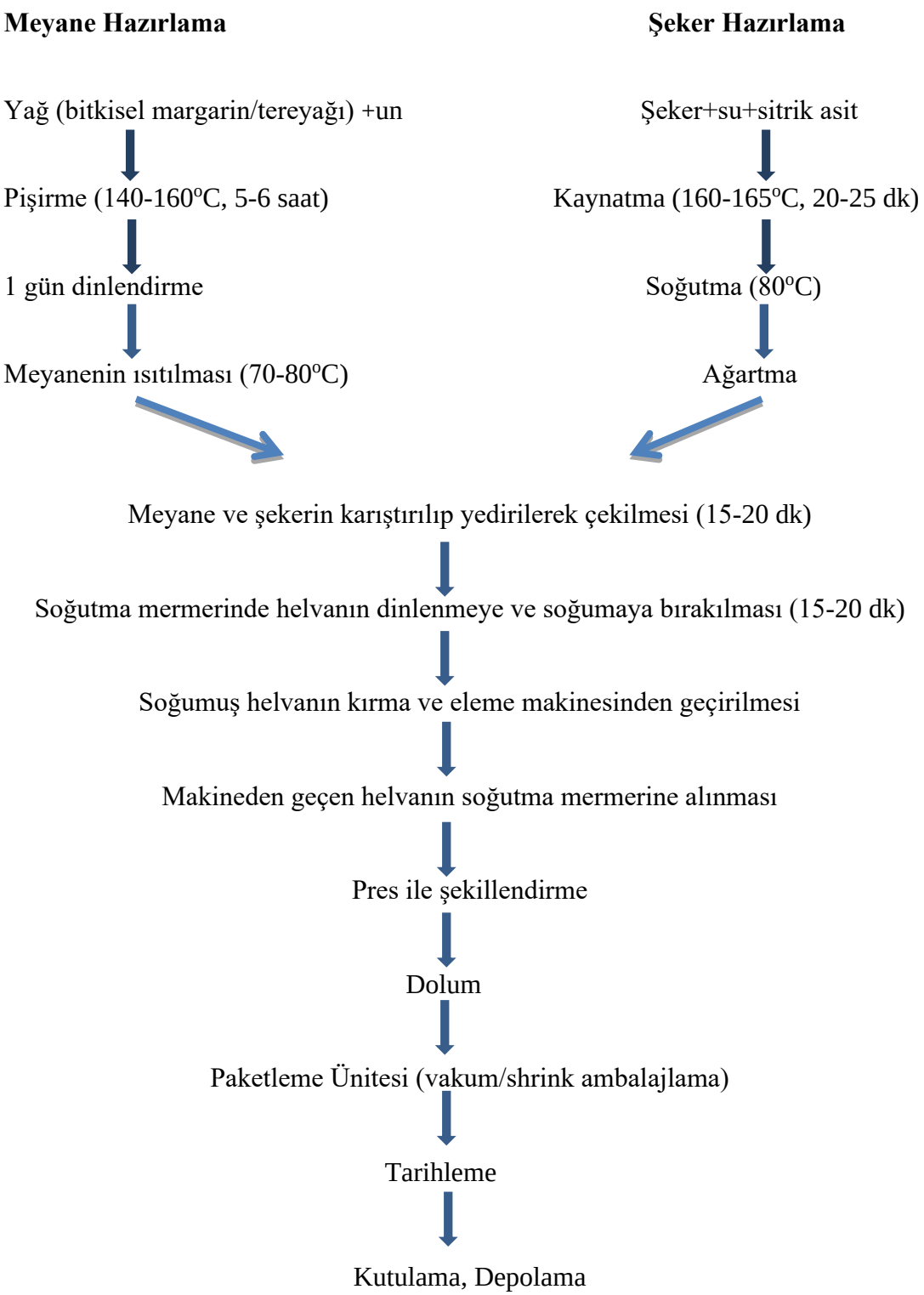
	Tereyağlı Çekme Helva	**Bitkisel Margarinli Çekme Helva**	**120 g Ambalaj**	**280 g Ambalaj**
Vakum Ambalaj	X	X	X	X
Shrink Ambalaj	X	X	X	X

Tez çalışması için örnekler, 2 Farklı ambalajlama tekniği X 2 Farklı yağ X 2 Farklı gramaj=8 kombinasyon olarak hazırlanmıştır. 2 paralel olarak üretim ve paketleme gerçekleştirilmiştir.

3.2 Metod

3.2.1 Çekme Helva Üretimi

Tez çalışmasında kullanılacak olan çekme helvaların üretim akış şeması Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1 Çekme helva üretim akış şeması

Tablo 3.2 Çekme helvada kullanılan başlıca hammaddeler ve oranları

Hammadde	Kullanım Oranı (%)
Tereyağı/Bitkisel Margarin	17
Buğday Unu	46,3
Şeker	32,7
Su	4
Sitrik Asit	0,004

3.2.1.1 Meyane hazırlama

Meyane pişirme kazanında tereyağı veya bitkisel margarinin erimesinden sonra kademeli olarak un ilavesi ile 160±15ºC arasında, 5-6 saat kavrularak pişirilmiştir. Kastamonu Çekme Helvası'na özgün lezzetini veren meyanenin kavrulma düzeyidir. Meyanenin yanmadan olabildiğince kavrulması gerekmektedir. Pişirilen meyane dinlenme teknelerine alınarak bir gün soğumaya bırakılmıştır.

3.2.1.2 İnvert şeker hazırlanması

Ürün formülasyonuna göre şeker, su ve sitrik asit ilavesi yapıldıktan sonra 160-165ºC'ye kadar 20-25 dakika kaynatılmıştır. Şeker karışımı belirtilen dereceye ulaştığında kaynatılan şeker, şeker soğutma mermerine ince bir tabaka şeklinde dökülmüştür (Şekil 3.2). Şekerin her yerinin eşit şekilde soğuması için tüm yüzeyleri spatula yardımıyla kazınıp şekerin üstüne katlanarak soğutulmuştur. Bu işlem sonrası şeker sıcaklığının 70-80 ºC'lere düşmesi sağlanmıştır. Şekerin son sıcaklığının, çekme işleminde şeker ile karıştılacak meyanenin sıcaklığına eşit şekilde olması gerekmektedir.



Şekil 3.2 Kaynatılmış şeker, su, sitrik asit karışımının şeker soğutma mermerinde soğutulması

Katlanarak soğutulan şeker karışımı, şeker ağartma makinesinin kollarına takılıp 2-3 dakika boyunca şekerin ağartılması sağlanıp arzu edilen renge geldiğinde ağartma işlemine son verilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Şeker ağartma makinesinde şekerin ağartılması

3.2.1.3 Helvanın çekilmesi

Isıtılan meyane helva çekme makinesi tepsisinin ortasına konulup, soğutulan şeker karışımı tepsinin bir kenarında uzatılarak uçları birleştirilerek halka şekline getirilip meyanenin üstüne ortasına atılmış (Şekil 3.4, Şekil 3.5), ardından da şeker ve meyane katlanarak karıştırılarak çekme işlemi yapılmıştır. Katlama işleminde bir kenardan şeker çekilip sekiz yapılıp katlanarak tekrar atılmış ve her bir atma işleminde çekme helvanın bir teli oluşmuştur (Şekil 3.6). Bu işlem ortalama 15-20 dakika arasında değişmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta çekilmiş

helvada sert şeker ve meyane topları kalmaması ve birbiri içerisinde iyice yedirilmesidir. Bunun için meyane ve şeker kütlesinin sıcaklıklarının eşit olması önemlidir (KATSO, 2017). Çekme işleminin ardından tel tel olan helva kopartılıp helva soğutma mermerine serilip vücut sıcaklığına gelene kadar soğutulması, bir kez helvanın çevrilmesi ve havalandırılması gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.7, Şekil 3.8, Şekil 3.9). Soğuyan helva kırma ve eleme makinesinden geçirilerek, boyutu küçültülüp, helva şekillendirme mermerine dökülmüştür.



Şekil 3.4 Isıtılan meyanenin çekim tepsisindeki görünümü



Şekil 3.5 Meyane ve şekerin karıştırılması



Şekil 3.6 Helvanın çekilmesi



Şekil 3.7 Helvanın çekildikten sonraki tel tel olmuş hâli



Şekil 3.8 Çekilmiş helvanın kopartılması



Şekil 3.9 Kopartılmış helvanın soğutma mermerinde soğutulması

3.2.1.4 Helvanın şekillendirilmesi

Boyutları küçültülen helvalar, helva şekillendirme mermerinde, belirli gramajlar için ayarlanan helva miktarı basım tepsisine alınıp, üzeri düzlenmiştir. Ardından pres adı verilen makineye helva dolum tepsisi yerleştirilirek preslenerek helva dilimlenmiştir. Böylece çekme helva, presleme işlemiyle kendine özgü pürüzsüz ve sıkı olan tekstürünü kazanmıştır (Şekil 3.10, Şekil 3.11).



Şekil 3.10 Helvanın basım tepsisindeki görüntüsü



Şekil 3.11 Preslenmiş helva

3.2.1.5 Helvanın dolumu

Preslenen helva, belirlenen gramajlarda tartılarak vakum ambalajlı ürün için plastik dolum kâsesine yerleştirilmiştir. Shrink ambalajlı ürünlerde ise helva direkt kutu içerisine dolum yapılmıştır.

3.2.1.6 Ambalajlama ve depolama

Dolumdan sonra içinde helva bulunan plastik kâse, vakum paketleme makinesine yerleştirilmiştir. Plastik kâseye üst ambalaj filminin yapıştırılması işlemi, 130^{o}C'de 1,1-1,2 saniye'de gerçekleştirilmiştir. Shrink ambalajlamada ise önce kutu içerisine direkt olarak helva dolumu yapılmıştır. Kutunun dışı shrink ambalaj malzemesi ile (PVC) 130^{o}C'de 3-4 s'de yapıştırılarak ambalajlama gerçekleştirilmiştir. Paketlenen helvalar son kontrolleri yapılarak %30±2 bağıl nem ve 20 ±2^{o}C depolama koşullarında muhafaza edilmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12 Tez çalışmasında kullanılan vakum ve shrink ambalajlı numuneler

3.2.2 Çekme Helvada Uygulanacak Analizler

3.2.2.1 Kül tayini

Yaklaşık 1 g numune sabit tartıma getirilmiş porselen krozelere tartılarak kül fırınında (JSR, JSMF-45T, Korea) 550°C'de beyaz kül oluşuncaya kadar yakılmıştır. Oda sıcaklığına kadar desikatörde soğutularak başlangıçtaki numune miktarına göre %kül oranı hesaplanmıştır (AACC Metot No: 08-01.01, 2000).

3.2.2.2 Yağ tayini

Örneklerin yağ içeriği otomatik Soxhlet düzeneği kullanılarak petrol eteri ekstraksiyonuyla gerçekleştirilmiştir (AACC Metot No: 30-25.01, 2000).

3.2.2.3 Rutubet tayini

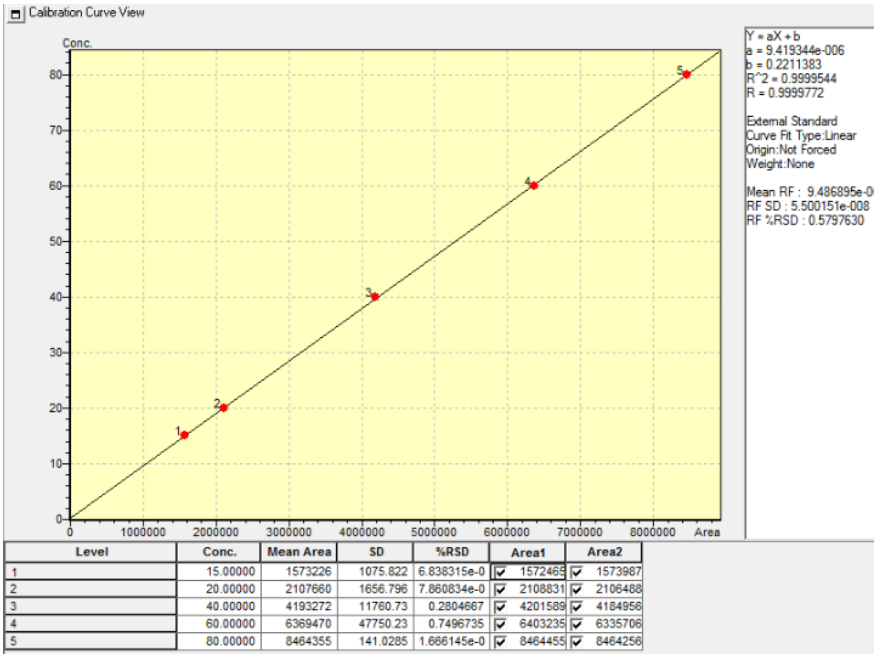
Ölçüm yapmak için homojen hâle getirilen numuneler 5 g tartılarak önceden 130°C'de kurutularak darası alınmış kaplara konulmuş ve 102±3°C'ye ayarlı etüvde (Mikrotest, MST, Türkiye) sabit tartıma (>3 saat) gelene kadar kurutulma işlemi gerçekleştirilmiştir. Rutubet kaybı, numunenin başlangıç ağırlığının yüzdesi olarak ağırlık kaybıyla hesaplanmıştır (Elgün, vd. 2001). Rutubet tayini 8 numune için 12 aylık depolama süresince 0. aydan itibaren her ay tekrar edilmiştir.

3.2.2.4 Şeker analizi

Örnekler 15 ml'lik santrifüj tüplerine 1'er g tartılmıştır. Ardından toplam hacim 10 ml olacak şekilde 0,5 ml Carrez I, 0,5 ml Carrez II çözeltisi ve 70°C'de 9 ml su eklenmiştir. Örnekler vortekste 3 dakika ekstrakte edilmiştir. Ardından 9.200 rpm 6 dakika santrifüj edildikten sonra örneklerin üzerinde kalan sıvı kısım toplanmıştır. Çökeltiye 70°C'de 10 ml su eklenerek ekstraksiyon ve santrifüj işlemleri tekrarlanmıştır. 2 aşamalı ekstraksiyon sonrası elde edilen süpernatantlar birleştirilerek 9200 rpm'de 10 dak. santrifüj edilmiştir. Elde edilen berrak ekstrakt 0,45 µm'lik filtreden geçirilmiştir (Basıncı, 2010). HPLC ile şeker analizi koşulları Tablo 3.3'te verilmiştir. Glikoz, fruktoz, sakkaroz ve maltoz şekerlerine ait kalibrasyon eğrileri Şekil 3.13, Şekil 3.14, Şekil 3.15 ve Şekil 3.16'da verilmiştir.

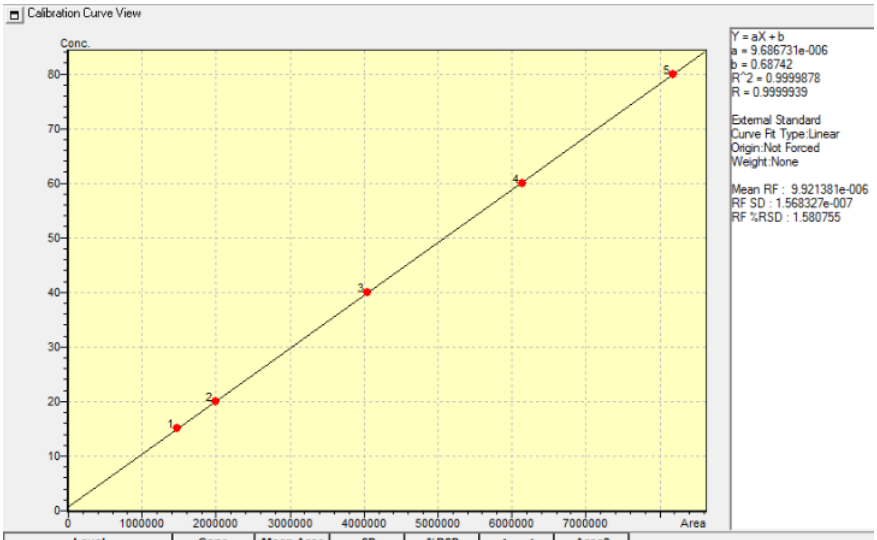
Tablo 3.3 HPLC koşulları

Ekipman:	Shimadzu
Degazör:	DGU-20 A 5R Prominence
Pompa:	LC-20 AT Prominence
Kontrol Ünitesi:	CBM-20A Prominence
Dedektör:	RID
Otomatik Örnek Enjeksiyon Ünitesi:	SIL-20AC HT
Kolon Fırını:	CTO-10AS VP
Kolon:	NH_2 (5µm, 250x 4,6mm)
Akış Hızı:	1,3 ml/dk
Mobil Faz:	ACN:ddH_2O (80:20)
Analiz Süresi:	35 dak.
Kalibrasyon Noktaları:	%0,5; 2,5; 5; 10; 20
Kolon Fırın Sıcaklığı:	40 ºC



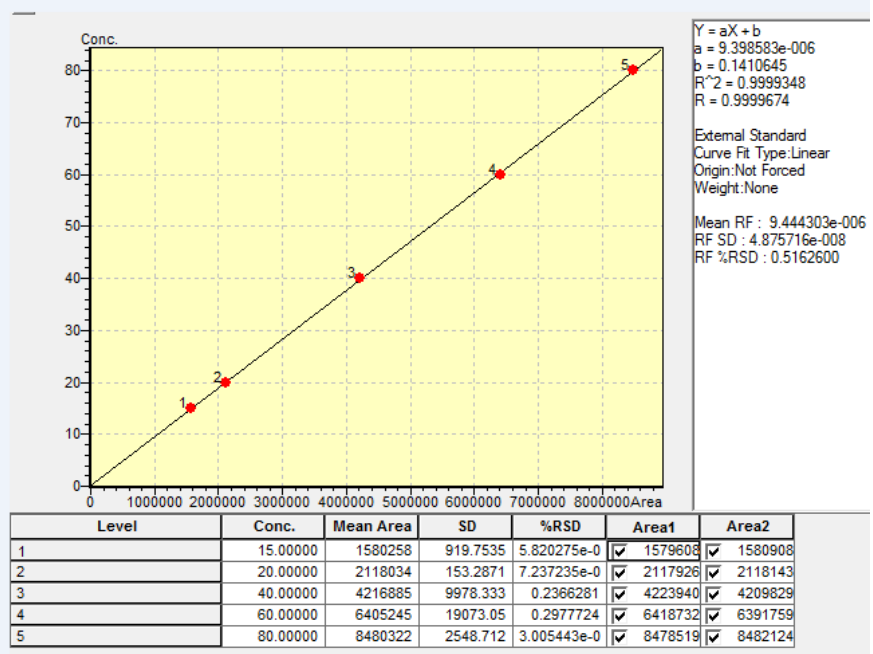
Level	Conc.	Mean Area	SD	%RSD	Area1	Area2
1	15.00000	1573226	1075.822	6.838315e-0	1572465	1573987
2	20.00000	2107660	1656.796	7.860834e-0	2108831	2106488
3	40.00000	4193272	11760.73	0.2804667	4201589	4184956
4	60.00000	6369470	47750.23	0.7496735	6403235	6335706
5	80.00000	8464355	141.0285	1.666145e-0	8464455	8464256

Şekil 3.13 Glikoza ait kalibrasyon eğrisi



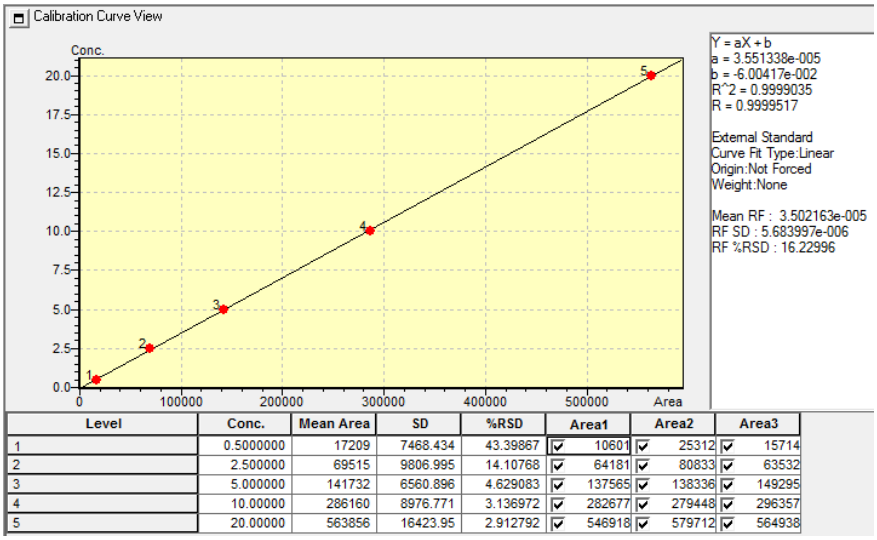
Level	Conc.	Mean Area	SD	%RSD	Area1	Area2
1	15.00000	1475296	327.8570	2.222314e-0	1475527	1475064
2	20.00000	2000578	7264.205	0.3631054	1995441	2005714
3	40.00000	4045625	2873.790	7.103452e-0	4047657	4043593
4	60.00000	6135527	23571.80	0.3841854	6152195	6118860
5	80.00000	8183461	24589.07	0.3004727	8166073	8200848

Şekil 3.14 Fruktoza ait kalibrasyon eğrisi



Level	Conc.	Mean Area	SD	%RSD	Area1	Area2
1	15.00000	1580258	919.7535	5.820275e-0	1579608	1580908
2	20.00000	2118034	153.2871	7.237235e-0	2117926	2118143
3	40.00000	4216885	9978.333	0.2366281	4223940	4209829
4	60.00000	6405245	19073.05	0.2977724	6418732	6391759
5	80.00000	8480322	2548.712	3.005443e-0	8478519	8482124

Şekil 3.15 Sakkaroza ait kalibrasyon eğrisi



Level	Conc.	Mean Area	SD	%RSD	Area1	Area2	Area3
1	0.5000000	17209	7468.434	43.39867	10601	25312	15714
2	2.500000	69515	9806.995	14.10768	64181	80833	63532
3	5.000000	141732	6560.896	4.629083	137565	138336	149295
4	10.00000	286160	8976.771	3.136972	282677	279448	296357
5	20.00000	563856	16423.95	2.912792	546918	579712	564938

Şekil 3.16 Maltoza ait kalibrasyon eğrisi

3.2.2.5 Peroksit analizi

Depolama süresince zamana bağlı karşılaştırılabilir sonuçlar elde edebilmek amacıyla peroksit analizi AOCS Official MethodCd 8b-90'de belirtilen yönteme göre yapılmıştır. Bu amaçla erlenmayer içerisine 0,5 g tartılan örnek 2,5 mL kloroform ile çözülerek, 7,5 mL asetik asit ve 0,5 mL doymuş potasyum iyodür ilavesinden sonra 10 dk karanlık ortamda ve oda sıcaklığında bekletilmiştir. Beklemenin ardından 37,5 mL destile su ve birkaç damla nişasta (%1'lik) indikatörlüğünde 0,01 N ayarlı

sodyum tiyosülfat ile titrasyon işlemine tabi tutulmuştur. Titrasyon bitiş noktası olan berrak renk oluşumuyla elde edilen sarfiyat aşağıdaki formülde yerine konulup peroksit sayıları hesaplanmıştır.

Peroksit sayısı = $[(V_1 - V_0) \times N] / M$ (3.1)

V_1 ve V_0 sırasıyla örnek ve kör için harcanan miktar,
N; titrasyon çözeltisinin normalitesi ve
M; örnek ağırlığı

Peroksit sayısı analiz sonuçları meq O_2/kg yağ şeklinde verilmiştir. Peroksit analizi 8 numune için de 0. aydan itibaren 12 ay boyunca yapılmıştır.

3.2.2.6 Diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) ile termogravimetrik analiz

Orjinal ambalajlarında ve depo koşullarında (%30±2 bağıl nem ve 20±2ºC) muhafaza edilen çekme helvaların, depolama süresince camsı geçiş noktası (Tg) gibi termal niteliklerini belirlemek amacıyla DSC analizleri yapılmıştır. Çekme helva numunelerinden 10 mg örnek alınıp, alüminyum DSC panlarına konularak hermetik olarak kapatılmıştır. DSC cihazına (Hitachi, STA7300) örnek panlarının yanı sıra standart olarak boş bir pan da konularak, tüm örnekler 0°C başlangıç sıcaklığından 200°C sıcaklığa kadar 5°C/dakika hız ile ısıtılmıştır. İnert gaz olarak kullanılan N gazı örnek haznesine 50 ml/dakika hızında gönderilmiştir (İlaslan, 2014). Camsı geçişin görüldüğü sıcaklıklarda örneklerin ısı alma kapasiteleri artarak, grafikte endotermik ani bir azalma görülmüştür. Elde edilen termogramlarda endotermik entalpi (ΔH) ve pik alanı (mj) belirlenerek depolama süresince etkili faktörlerin helvanın bayatlaması üzerindeki etkisi tespit edilmiştir. DSC analizi 8 numune için de 0; 3; 6; 9; 12. aylarda yapılmıştır.

3.2.2.7 Renk tayini

Renk değerleri kolorimetrik olarak (3nh Colorımeter, NR145, China) helva yüzeyinde 6 noktadan ölçüm yapılarak ve değerlerin ortalaması alınarak belirlenmiştir. Ölçümlenen *L**, *a** ve *b** değerleri kullanılarak helva örneklerinin *L** (parlaklık), *a** (kırmızılık), *b** (sarılık) değerlerindeki değişimler belirlenmiştir

(Rizzello vd. 2014). Çekme helva için renk tayini 0. aydan itibaren 8 numune için de 12 ay boyunca yapılmıştır.

3.2.2.8 Tekstür-Profil analizi (TPA)

TPA (Tekstür-Profil Analizi), tekstür analiz cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Depolama süresince analize alınan ürünlerde sertlik, elastikiyet, yapışkanlık ve çiğnenebilirlik değerleri saptanmıştır. TPA cihazında rakamsal olarak belirlenebilen bu 4 parametreye karşılık gelen fiziksel ve yeme sırasındaki duyusal tanımlar Tablo 3.3'te verilmiştir.

Tablo 3.4 TPA kontrol parametreleri

Parametre	Fiziksel tanım	Duyusal tanım
Sertlik (Hardness)	Deformasyon için gerekli olan güç	Maddeyi ön dişler arasında sıkıştırmak için gerekli olan güç
Esneklik (Springiness)	Deforme eden gücün ortadan kalkmasıyla birlikte materyalin deforme olmamış haline dönme oranı	Azı dişleriyle kısmi olarak sıkıştırılan maddenin orijinal yüksekliğine dönme oranı ve hızı
Yapışkanlık (Cohesiveness)	İç bağların dayanma gücü	Madde ısırılırken, kopmadan önceki deformasyon miktarı
Çiğnenme (Chewiness)	Katı gıdayı parçalara ayırıp yutma durumuna getirmek için gerekli olan enerji	Gıdayı yutmaya hazır hale getirinceye kadar gerekli çiğneme sayısı ve gücü

Literatürde çekme helvanın TPA cihazında analizine dair herhangi bir bulguya rastlanmadığından, ekmek ve kek gibi yumuşaklık ve tekstür açısından benzer nitelikteki gıdaların ölçümü referans olarak alınmıştır (Gerçekaslan, 2006 AACC Metod 74-09). (Bu çalışma için öngörülen cihaz (TA.XT plusC Texture Analyser, United Kingdom) çalışma koşulları Tablo 3.4'te verilmiştir;

Tablo 3.5 TPA analiz şartları

Prob çapı	36 mm
Ön test hız	1,0 mm/s
Test hızı	5,0 mm/s
Test sonrası hız	5,0 mm/s
Sıkıştırma oranı	Dilim kalınlığının %50'si
Triger gücü	5 g

Tekstür-profil analizi çekme helvanın 12 aylık depolama süresince 8 numune için 0; 2; 4; 6; 8;10;12. aylarda yapılmıştır.

3.2.2.9 Duyusal değerlendirme

Numunelerin depolama süresince değişimleri duyusal değerlendirme ve lezzet profil değişimi olarak değerlendirilmiştir. Panelistler tarafından duyusal değerlendirmede kullanılan puan skalası Tablo 3.5'te, lezzet profilindeki değişimi değerlendirmede kullanılan puan skalası Tablo 3.6'da verilmiştir. Duyusal değerlendirme ile çekme helva numuneleri üretim sonrasından itibaren depolama süresince aylık olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 3.6 Duyusal değerlendirmede kullanılan çekme helva için geliştirilmiş puanlama skalası

GÖRÜNÜŞ	
5 PUAN	Parlak beyaz, homojen renk dağılımı, düzgün kesit
4 PUAN	Hafif mat beyaz, homojen renk dağılımı, düzgün kesit
3 PUAN	Mat beyaz/krem rengi görünüm, homojen olmayan renk dağılımı, düzgün olmayan kesit
2 PUAN	Mat krem rengi görünüm, homojen olmayan belirgin renk dağılımları, leke oluşumları, şekil deformasyonu
1 PUAN	Kabul edilemeyecek renk koyulaşması, yüzeyde farklı renk dağılımları, ebatlarda değişim, şekil deformasyonu
DOKU	
5 PUAN	Dağılgan, yumuşak doku
4 PUAN	Kabul edilebilirlik yumuşaklıkta kısmen dağılgan doku
3 PUAN	Hafif sertleşme ve hafif sıkı yapı
2 PUAN	Dağılmayan, parçalar halinde bölünen, belirgin sakızımsı doku
1 PUAN	Aşırı sert, tüketilemez, parçalanmayan doku
LEZZET	
5 PUAN	Kendine özgü kavrulmuş un, yağ tat ve kokusunda
4 PUAN	Tüketilebilir düzeyde ancak kendine özgü kavrulmuşluk tat ve kokusunu kaybetmeye başlamış
3 PUAN	Tüketilebilir düzeyde ancak çekme helva karakteristik lezzetini kaybetmiş
2 PUAN	Aromatik yapısı ve lezzetini tamamen kaybolmuş, şeker tadı ön planda
1 PUAN	Kabul edilemez düzeyde, çekme helva lezzetini tamamen kaybetmiş yedikten sonra yabancı lezzet ve artık tat bırakıyor

Tablo 3.6'nın devamı

YEME KALİTESİ	
5 PUAN	Ağızda dağılan, eriyen, damağa yapışmayan, kolay yutulur
4 PUAN	Ağızda dağılır, daha az erir, kolay yutulur
3 PUAN	Ağızda dağılır, sıkışık dokuya sahiptir, damağa yapışır
2 PUAN	Ağızda zor dağılır, dil ve damak arasında zor erir, damağa yapışır
1 PUAN	Ağızda çiğnenebilir, dişler arasında zor ezilir, yutarken topaklar hissedilir

Tablo 3.7'de verilen tanımlara göre ise panelistlerden verilen tanımların hissedilme düzeyinin şiddetini 1'den 9'a kadar puanlamaları istenmiştir.

Tablo 3.7 Çekme helva için geliştirilmiş lezzet profili puanlama skalası

Şeker Tadı	Şeker tadı baskınlığı ve hissedilme düzeyi
Meyane(Kavrulmuşluk)	Un kavrulma tadının hissedilme düzeyi
Yağ	Yağ tadının baskınlığı ve hissedilme düzeyi
Acılık	Çekme helvanın damakta bıraktığı acılığın hissedilme düzeyi
Tuz	Tuz tadının hissedilme düzeyi

3.2.2.10 Kinetik parametrelerin hesabı

Gıdalarda raf ömrü tahminlemesinde "direkt" ve "indirekt" yöntemler kullanılmaktadır (Cemeroğlu, 2015; Seçer, 2019). Direkt yöntemde, ürün gerçek depolama ve dağıtım koşullarında tutularak belirli zaman aralıklarında üründe meydana gelen kritik bozulmalar izlenerek yapılmaktadır. Bu koşullarda elde edilen veriler, grafiğe aktarılarak doğrudan reaksiyon kinetiği açısından değerlendirilir. Bu şekilde bozulma parametresine ait reaksiyon derecesi, reaksiyon hız sabiti ve ürünün raf ömrü belirlenebilmektedir (Seçer, 2019). Kinetik modellemesi için belirlenmesi gereken ilk parametre reaksiyon derecesidir. Farklı yağ içeriğine sahip helvaların depo koşullarında da raf ömrü sürecindeki kalite parametrelerindeki değişimin kaçıncı dereceden reaksiyon kinetiğine uygun olduğu tespit edilmiştir. Bunun için zamana karşı kalite parametresinin reaksiyon hız sabiti ve korelasyon katsayısı belirlenmiştir.

Her bir niteliğe ait verilerin (rutubet, renk değişimi, tekstür-profil analizi (sertlik, esneklik, yapışkanlık ve çiğneme) ve peroksit sayısı) konsantrasyon (C), lnC ve 1/C

şeklinde zamana bağlı değişimleri dağılım grafiği ile ifade edilmiştir. Kalite niteliklerinin zamana bağlı korelasyon katsayıları ve regresyon denklemleri hesaplanmıştır. En yüksek korelasyon katsayısı, reaksiyonun derecesini belirlemiştir.

3.2.2.11 İstatistiksel analiz

Deneylerde elde edilen analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirmesi SPSS 17.0.1 paket programı (SPSS Inc., Chicago, Illinois, US) kullanılarak yapılmıştır. Analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde veriler çoklu varyans analizine tabi tutularak (ANOVA) numunelerin veri ortalamaları arasındaki fark $p<0,05$ anlamlılık düzeyinde Tukey çoklu karşılaştırma testi yapılarak belirlenmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Çekme Helva Numunelerinin Kül, Yağ ve Şeker İçerikleri

Çekme helva numunelerinin kimyasal nitelikleri Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1 Çekme helva numunelerinin kül, yağ ve şeker içerikleri

Numune	Kül (%)	Yağ (%)	Şeker Profili (%)				
			Glikoz	Fruktoz	Sakaroz	Maltoz	Toplam
TV1 TS1 TV2 TS2	0,36±0,18^{a}	16,10±0,80^{a}	4,34±0,30^{a}	2,03±0,40^{a}	21,87±0,2^{a}	5,56±0,10^{a}	33,88^{b}
BV1 BS1 BV2 BS2	0,30±0,09^{a}	16,80±0,50^{a}	5,17±0,10^{a}	2,28±0,10^{a}	21,32±0,30^{a}	3,29±0,40^{b}	32,06^{b}
TSE 13028 (Limit değer)	0,50^{a}	16,00^{a}					50,0^{a}

Aynı sutündaki küçük harflerdeki farklılık numuneler arasındaki farkın istatistiksel olarak ($p<0,05$) farklı olduğunu göstermektedir.

TV1: 120 g tereyağlı vakum ambalajlı çekme helva, TS1: 120 g tereyağlı shrink ambalajlı çekme helva, TV2: 280 g tereyağlı vakum ambalajlı çekme helva, TS2: 280 g tereyağlıshrink ambalajlı çekme helva, BV1: 120 g bitkisel margarinlivakum ambalajlı çekme helva, BS1: 120 g bitkisel margarinli shrink ambalajlı çekme helva, BV2: 280 g bitkisel margarinli vakum ambalajlı çekme helva, BS2: 280 g bitkisel margarinli shrink ambalajlı çekme helva

Tereyağlı çekme helva numunelerinin (TV1, TS1, TV2, TS2) kül miktarı (%0,36) ile bitkisel margarinli çekme helva numunelerinin (BV1, BS1, BV2, BS2) kül miktarı (%0,30) arasındaki farkın istatistiki olarak (p>0,05) önemli olmadığı tespit edilmiştir. TSE 13028 Çekme Helva Standardı'nda verilen en yüksek kül miktarı %0,50'dir. Yapılan bir çalışmada tereyağlı çekme helva örneklerinin kül miktarının ortalama %0,27 olduğunu, antep fıstıklı çekme helva örneklerinin kül içeriğinin ise ortalama %0,31 olduğu tespit edilmiştir (Karanfil Kelleci, 2017). Diğer bir çalışmada ise sade pişmaniye örneklerinin kül miktarı ortalama %0,18 bulunurken, kakaolu pişmaniye örneğinin kül miktarı %0,23 olarak tespit edilmiştir (Yılmaz Ersan vd. 2011). Bu çalışma kapsamında üretilen numunelerin TSE standardına uygun olduğu ve yapılan çalışmalardaki kül miktarı ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Helvanın kül

miktarı ürünün içerdiği mineral madde içeriği ile yakından ilgilir. Elde edilen farklılıkların formülasyonundaki buğday unu özelliklerinin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tereyağlı çekme helva numunelerinin (TV1, TS1, TV2, TS2) toplam yağ içeriği (%16,10) ile bitkisel margarinli çekme helva numunelerinin (BV1, BS1, BV2, BS2) toplam yağ içeriği (%16,80) arasındaki farkın istatistiki olarak (p>0,05) önemli olmadığı tespit edilmiştir. TSE 13028 Çekme Helva Standardı'nda verilen en yüksek yağ miktarı %16'dır. Yapılan bir çalışmada tereyağlı çekme helva örneklerinin toplam yağ içeriğinin %16,39 olduğu, antep fıstıklı çekme helva örneklerinin toplam yağ içeriğinin ise %17,69 olduğu ve tüm örneklerdeki yağ içeriği ortalamasının %17,26 olduğu tespit edilmiştir (Karanfil Kelleci, 2017). Diğer bir çalışmada ise sade pişmaniye örneklerinin yağ içeriği ortalaması %11,67 olarak, kakaolu pişmaniye örneklerinin yağ içeriği %11,87 olarak tespit edilmiştir (Yılmaz Ersan vd. 2011). Ürünlerdeki yağ miktarlarının farklı olmasının formülasyon farkından ve hammaddeden gelen yağ oranlarının farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Karanfil Kelleci, 2017). Bu çalışma kapsamında üretilen helvaların toplam yağ içeriği ile TSE 13028 Çekme Helva Standardı'nda verilen max. yağ içeriği (%16) arasındaki farkın istatistiki olarak anlamlı (p>0,05) olmadığı tespit edilmiştir.

Tereyağlı çekme helva numunelerinin (TV1, TS1, TV2, TS2) toplam şeker içeriği (%33,88) ile bitkisel margarinli çekme helva numunelerinin (BV1, BS1, BV2, BS2) toplam şeker içeriği (%32,06) arasındaki farkın istatistiki olarak (p>0,05) önemli olmadığı tespit edilmiştir. TSE 13028 Çekme Helva Standardı'nda verilen en yüksek şeker değeri %50'dir.Yapılan bir çalışmada tereyağlı çekme helva örneklerinin toplam şeker içeriği %40,61; antep fıstıklı çekme helva örneklerinin toplam şeker içeriği %34,53; tüm örneklerin toplam şeker içeriğinin ise %37,53 olduğu tespit edilmiştir (Karanfil Kelleci, 2017). Diğer bir çalışmada ise pişmaniye örneklerinin toplam şeker içerikleri sırasıyla sade pişmaniyede, %37,10-50,78 arasında, kakaolu pişmaniyede ise %35,72-51,73 olarak tespit edilmiştir (Yılmaz Ersan vd. 2011). Yapılan bu çalışmadaki numunelerin TSE standardında verilen max. şeker miktarından (%50) istatistiki olarak anlamlı düzeyde (p<0,05) düşük olduğu

belirlenmiştir. Şeker içeriklerinin ise pişmaniye örneklerinin şeker içeriklerinden düşük olduğu bulunmuştur. Ürünlerdeki toplam şeker içeriğindeki farklılığın, her ürünün üretim reçetesindeki şeker katılım oranlarının farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Karanfil Kelleci, 2017).

4.2 Kastamonu Çekme Helvasının Depolama Süresince Bazı Kalite Parametrelerinin Değişimi

4.2.1 Rutubet İçeriği

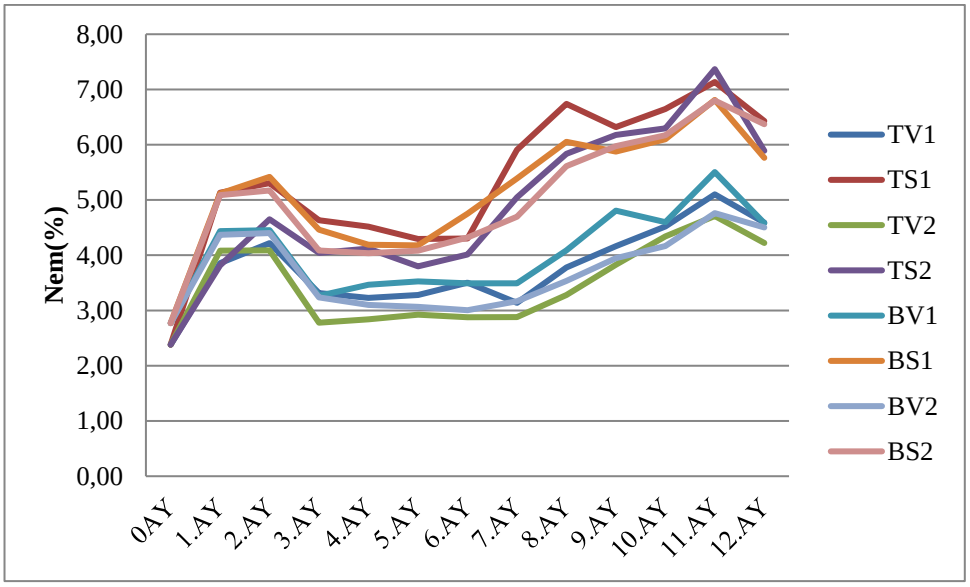
Bu tez çalışmasında 3 farklı bağımsız değişkenin (yağ, ambalaj tekniği ve gramaj) 12 aylık depolama süresince çekme helvanın rutubet değişimine etkisi incelenmiştir. Değerlerin istatistiksel değerlendirmesi Tablo 4.2'de rutubet değişim grafiği ise Şekil 4.1'de verilmiştir. Tablo 4.2'de görüldüğü üzere başlangıçta bitkisel margarinli (BV1, BS1, BV2, BS2) numunelerinin rutubet değerleri (%2,77) ile tereyağlı (TV1, TS1, TV2, TS2) numunelerinin rutubet değerleri (%2,38) arasındaki farkın istatistiki olarak (p<0,05) önemli olduğu tespit edilmiştir. TSE 13028 Çekme helva standardında verilen kabul edilebilir en yüksek rutubet değeri %6'dır. Yapılan bir çalışmada tereyağlı çekme helva örneklerinin ortalama rutubet değerinin %1,20 olduğu, 10 örneğe ait ortalama rutubet değerinin ise %1,49 olduğu tespit edilmiştir (Karanfil Kelleci, 2017). Farklı bir çalışmada ise pişmaniye örneklerinin rutubet değeri ortalama %3,24 olarak tespit edilmiştir (Yılmaz Ersan vd. 2011). Bu çalışma kapsamında üretilen numunelerin TSE standardına uygun olduğu ve yapılan çalışmalardaki rutubet değerleri ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Tablo 4.2 Çekme helva numunelerinin 12 aylık depolama süresince rutubet (%) değişimleri

Zaman (Ay)	Tereyağı				Bitkisel margarin			
	Vakum		Shrink		Vakum		Shrink	
	TV1	TV2	TS1	TS2	BV1	BV2	BS1	BS2
0.AY	2,38±0,03^{Bf}	2,38±0,03^{Bf}	2,38±0,03^{Bf}	2,38±0,03^{Bf}	2,77±0,01^{Ae}	2,77±0,01^{Af}	2,77±0,01^{Ag}	2,77±0,01^{Af}
1.AY	3,86±0,36^{Abcd}	4,08±0,75^{Aabc}	5,13±0,45^{Acde}	3,82±0,42^{Ae}	4,44±0,12^{Ab}	4,37±0,46^{Aab}	5,12±0,34^{Ade}	5,09±0,17^{Acd}
2.AY	4,22±0,17^{Abc}	4,09±0,53^{Aabc}	5,30±0,01^{Acd}	4,65±0,29^{Ade}	4,45±0,13^{Ab}	4,40±0,21^{Aab}	5,42±0,11^{Acd}	5,17±0,04^{Acd}
3.AY	3,32±0,03^{Bd}	2,78±0,02^{Bde}	4,63±0,00^{Ade}	4,04±0,15^{Ae}	3,27±0,11^{Bcd}	3,24±0,02^{Bde}	4,46±0,17^{Af}	4,09±0,16^{Ae}
4.AY	3,23±0,02^{CDd}	2,84±0,03^{Fcde}	4,52±0,02^{Ade}	4,12±0,12^{Be}	3,47±0,11^{Ccd}	3,10±0,22^{DFde}	4,19±0,02^{ABf}	4,04±0,08^{Be}
5.AY	3,28±0,10^{DEd}	2,92±0,03^{Fcde}	4,29±0,04^{Ae}	3,80±0,03^{BCe}	3,53±0,10^{CDcd}	3,07±0,04^{EFde}	4,18±0,09^{Af}	4,08±0,00^{ABe}
6.AY	3,50±0,40^{BCcd}	2,88±0,14^{Ccde}	4,30±0,04^{ABe}	4,01±0,07^{ABe}	3,49±0,00^{BCcd}	3,01±0,00^{Cde}	4,75±0,00^{Aef}	4,32±0,01^{ABde}
7.AY	3,14±0,02^{Fdf}	2,88±0,06^{Gcde}	5,91±0,01^{Abc}	5,05±0,08^{Ccd}	3,49±0,04^{Ecd}	3,17±0,02^{Fde}	5,39±0,01^{Bcd}	4,70±0,04^{Dde}
8.AY	3,78±0,04^{DEbcd}	3,28±0,01^{Gbcde}	6,74±0,23^{Aab}	5,83±0,01^{BCbc}	4,09±0,16^{Dbc}	3,54±0,02^{EFcd}	6,05±0,03^{Bb}	5,61±0,13^{Cbc}
9.AY	4,16±0,10^{Dbc}	3,83±0,01^{Dabcd}	6,36±0,05^{Aab}	6,18±0,02^{ABb}	4,81±0,10^{Cab}	3,95±0,01^{Dbc}	5,88±0,17^{Bbc}	5,97±0,05^{ABabc}
10.AY	4,52±0,07^{Bab}	4,34±0,31^{Bab}	6,65±0,16^{Aab}	6,30±0,18^{Ab}	4,60±0,10^{Bb}	4,17±0,02^{Bab}	6,10±0,00^{Ab}	6,17±0,04^{Aab}
11.AY	5,10±0,04^{Ba}	4,71±0,05^{Ba}	7,13±0,42^{Aa}	7,37±0,08^{Aa}	5,51±0,03^{Ba}	4,76±0,05^{Ba}	6,81±0,04^{Aa}	6,80±0,07^{Aa}
12.AY	4,59±0,06^{BCab}	4,22±0,07^{Cab}	6,43±0,08^{Aab}	5,89±0,28^{ABbc}	4,58±0,46^{BCb}	4,50±0,03^{BCab}	5,76±0,01^{ABbc}	6,37±0,52^{Aab}

Aynı satırdaki büyük harflerdeki (A-G) farklılık numuneler arasındaki farkın istatistiksel olarak ($p<0,05$) farklı olduğunu; aynı sütundaki küçük harflerdeki (a-g) farklılık numunelerin başlangıç değerine göre fark olup olmadığını göstermektedir.

TV1: 120 g tereyağlı vakum ambalajlı çekme helva, TS1: 120 g tereyağlı shrink ambalajlı çekme helva, TV2: 280 g tereyağlı vakum ambalajlı çekme helva, TS2: 280 g tereyağlı shrink ambalajlı çekme helva, BV1: 120 g bitkisel margarinlivakum ambalajlı çekme helva, BS1: 120 g bitkisel ambalajlı çekme helva, BV2: 280 g bitkisel margarinli vakum ambalajlı çekme helva, BS2: 280 g bitkisel margarinli shrink ambalajlı çekme helva



Şekil 4.1 Çekme helva örneklerinin 12 aylık rutubet değişim grafiği

Üretim sonrası (0.ay) başlangıca göre tüm numunelerde 1. ve 2. aylarda rutubet değerlerinin artış gösterdiği belirlenmiştir. 3. aydan itibaren bütün numunelerin rutubet değerlerinin düştüğü, 7. ve 8. aylardan itibaren tekrar artış gösterdiği tespit edilmiştir. 12. ayda ise numunelerin rutubet değerlerinin tekrar düştüğü tespit edilmiştir. Söz konusu bu değişim Şekil 4.1'deki grafikte açıkça görülmektedir. Çekme helvanın düşük rutubet içeriğine sahip olması ve yapısında bulunan invert şekerin higroskopik özellikte olması çekme helvayı rutubet almaya karşı eğilimli kılmaktadır. Ancak unlu şekerlemelerin yapısında bulunan un kaynaklı nişasta, gluten ve yağ, şeker liflerini kaplayarak dış ortamdan koruyup, birbirleri ile yapışmalarını engelleyerek koruyucu bir bariyer görevi görmektedir (Atıl vd. 2019). Bu durumun polisakkaritlerin yapılarındaki herbir şeker biriminin su bağlama özelliği nedeniyle suya karşı büyük afinite göstermesiyle (Saldamlı, 2017) önce nişanta granülleri tarafından nemin absorbe edilmesi ve nem değerlerinde hızlı bir artışın görülmesine, ardından nemin şekerin merkezine doğru ilerlemesi ve retgradasyonla nişastanın amiloz fraksiyonunun suyla olan geçici bağlarının sona ermesiyle yapıdan suyun uzaklaşması ile ürünün rutubet kaybetmesine yol açtığı düşünülmektedir. Bu tez çalışmasında ele alınan Kastamonu Çekme Helvası, hem şeker içeriği hem de un içeriği yüksek bir üründür. Bu özelliği itibariyle çekme helvanın rutubet ile olan ilişkisinin hem şeker hem de undan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Şekil 4.1'de görüldüğü üzere rutubet değişim eğrileri 2 grup hâlinde kümelenmiştir. Üst kümedeki 4 eğri shrink ile paketlenmiş numuneleri gösterirken, altta kümelenmiş 4 eğri vakum ile paketlenmiş numuneleri ifade etmektedir. Kümelenmiş eğrilerde numuneler aynı noktadan başlamalarına rağmen shrinkli numunelerin depolama süresince rutubet içeriklerinin daha yüksek olduğu, yükselişlerin ve düşüşlerin daha fazla olduğu görülmektedir. Alttaki kümeyi ifade eden vakumlu numunelere ait rutubet eğrileri en yüksek %5,5 rutubet değerinde kaldığı görülmektedir. Sonuç itibariyle vakumlu numunelerin 12 aylık depolama süresince TSE'de belirtilen max. %6 düzeyini aşmadığı tespit edilmiştir. 120 g shrink ambalajlı (TS1, BS1) numunelerin 8. aydan itibaren, 280 g shrink ambalajlı (TS2 ve BS2) numunelerin ise 9. ayda nem değerlerinin standartta (TSE, 13028) belirtilen en yüksek rutubet değerini (%6) aştığı tespit edilmiştir. Shrink ambalajlamada kullanılan ambalaj materyalinin (PVC), nem ve oksijen geçirgenliğinin düşük olduğu bilindiği hâlde shrink ambalaj tekniğinde kutu içerine dolum yapılması ve dışının shrinklenmesinin nem değerinin depolama süresince korunmasında yeterli olmadığı tespit edilmiştir. Vakum ambalajlama tekniğinde ise kullanılan üst film ve alt kâsenin düşük nem geçirgenliğine sahip olması ve üst filmin alt tabağa 130ºC' de yapıştırılmasının rutubet geçişini engellemede shrink ambalaja göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada 5 farklı yağ formülasyonuna sahip 15 adet tahin helvası örneklerinin duyusal, fiziksel ve kimyasal özelliklerinde meydana gelen değişimler 3 ay süreyle incelenmiştir. Çalışma sonucunda 1; 2 ve 3. aydaki ortalama rutubet değerlerinin sırasıyla %0,79; %2,20; %2,34 olduğu bulunmuştur (Karakahya, 2006). Bizim çalışmamızda olduğu gibi tahin helvası örneklerinin depolama süresince özellikle 2. ve 3. aylardaki rutubet değişimi çalışmamızla benzer bulunmuştur. Elyıldırım (2009), tarafından yapılan çalışmada 120 gün süreyle farklı sıcaklıklarda depolanan yaz helvalarında başlangıçta %9,54 olan rutubet oranının 8ºC'de arttığı, 20ºC ve 30ºC'de depolanan ürünlerde ise düştüğü tespit edilmiştir. Güneşer (2009) tarafından tahin helvası üzerine yapılan çalışmada ise farklı sıcaklılarda (20; 30; 40ºC) depolanan örneklerin başlangıç rutubeti %1,65 iken depolama süresi sonunda rutubet değerlerinin üç ayrı sıcaklıkta sırasıyla %3,39; 2,54; 2,11 olduğu tespit

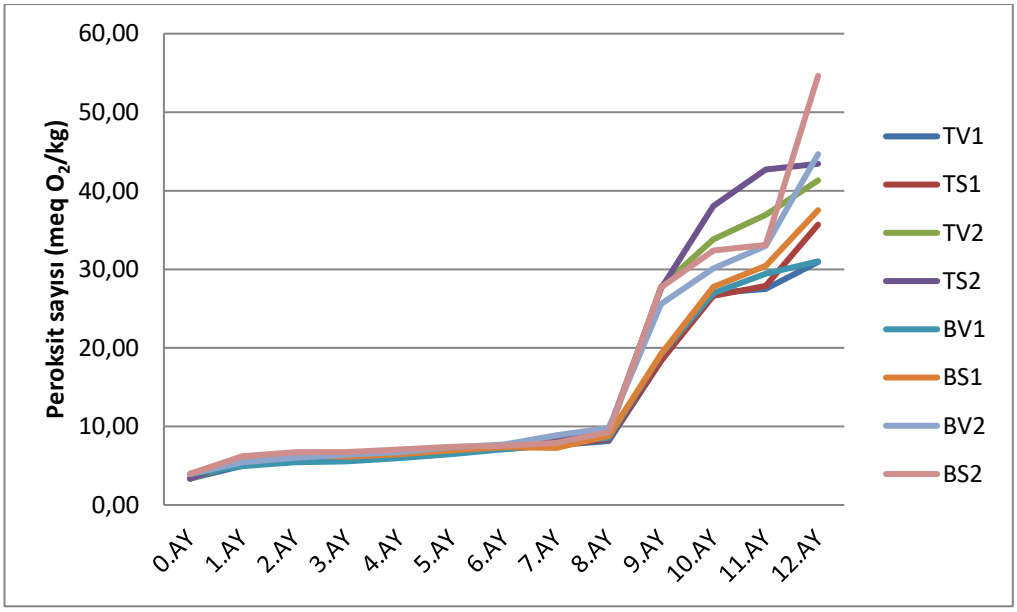
edilmiştir. Yapılan çalışmaların depo sıcaklığının ve depolama süresinin helva tipi şekerli ürünlerin rutubet değerleri üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

Çalışma sonucunda vakum ambalajlama tekniğinin shrink ambalajlama tekniğine göre nem değerinin depolama süresince korunması açısından daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Unlu şekerlemeler düşük nem içeriğine sahip oldukları için ortamdan rutubet almaya eğilimlidir (Atıl vd. 2019). Bu sebeple ürün bileşimi ve depolama koşullarının yanı sıra raf ömrünü etkileyen diğer bir faktör, kullanılacak ambalajın türüdür. Ürünlerin paketlemesinde kullanılan ambalajın, raf ömrü süresince ürünün düşük nem içeriğini koruması, nem alımını engellemesi ve yağ oksidasyonuna karşı ambalajın oksijen geçirgenliğinin düşük olması oldukça önemlidir (Atıl, 2015).

4.2.2 Peroksit Sayısı

Çekme helva numunelerinin 12 aylık depolamaya bağlı peroksit değerlerinin istatistiksel değerlendirmesi Tablo 4.3'te peroksit değişim grafiği ise Şekil 4.2'de verilmiştir. İçerdiği yüksek yağ sebebiyle çekme helvalarda depolama süresince oksidasyon oluşumu beklenen bir durumdur. Düşük nem içeren gıdalarda lipit oksidasyonunun raf ömrünü sınırlandıran bir faktör olduğu bilinmektedir (Gebreselassie ve Clifford, 2016). Yağ ve yağ içeren gıdalarda yağın havanın oksijeni ile temas etmesiyle başlayan oksidasyon otokatalitik olarak yürür buna "otooksidasyon" denir ve önce peroksitler, hemen ardından da hidroperoksitler oluşur. Hidroperoksitler de stabil bileşikler olmadıklarından aldehitleri, ketonları ve polimer türevlerini meydana getirirler. Bunların gıdanın renk, koku ve lezzetini olumsuz etkilediği bildirilmektedir (Tuğal, 2011). Peroksit sayısı 1 kg yağda bulunan peroksit oksijeninin miliekivalen gram olarak miktarı olup yağlarda bulunan aktif oksijen miktarının bir ölçüsüdür. Çekme helva bileşiminde yüksek yağ içeriğine sahip bir ürün olduğu için peroksit sayısı en çok 10 meq O_2/kg olarak sınırlandırılmıştır (TSE, 13028). Tablo 4.3'te görüldüğü üzere başlangıçtaki tereyağlı çekme helva numunelerinin (TV1, TS1, TV2, TS2) peroksit sayısı (3,36 meq O_2/kg) ile bitkisel margarinli çekme helva numunelerinin (BV1, BS1, BV2, BS2) peroksit sayısı (3,96 meq O_2/kg) arasındaki farkın istatistiki olarak önemli (p>0,05) olmadığı

ve TSE 13028 standardına uygun oldukları belirlenmiştir. Farklı ambalajlama tekniklerinin de oksijen geçirgenliklerinin farklı olmasına dayanarak peroksit sayısının değişimi ve artışı beklenen bir durumdur. Genel olarak tüm numunelerde depolama süresince peroksit değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Bu artışın ilk 8 aylık dönemde tereyağlı numunelerde 3,36-9,47 meq O_2/kg (TS2), bitkisel margarinli numunelerde ise 3,96-9,79 meq O_2/kg (BS1) aralığında değişim gösterdiği, 9. aydan sonra peroksit değerlerinde önemli düzeyde artış meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu artışlar istatistiki olarak önemli (p<0,05) bulunurken, 9. ay itibariyle tüm örneklerin TSE standardında en yüksek limit olarak kabul edilen 10 meq O_2/kg değerini aştığı belirlenmiştir.



Şekil 4.2 Çekme helva numunelerinin 12 aylık peroksit sayısı değişim grafiği

Tablo 4.3 Çekme helva numunelerinin 12 aylık depolama süresince peroksit sayısı (meq O_2/kg) değişimleri

Zaman (Ay)	Tereyağı				Bitkisel margarin			
	Vakum		Shrink		Vakum		Shrink	
	TV1	TV2	TS1	TS2	BV1	BV2	BS1	BS2
0.AY	3,36±0,22^{Af}	3,36±0,22^{Ae}	3,36±0,22^{Af}	3,36±0,22^{Ae}	3,96±0,60^{Af}	3,96±0,60^{Ag}	3,96±0,60^{Af}	3,96±0,60^{Ae}
1.AY	4,98±0,73^{Aef}	5,97±0,77^{Ade}	5,49±0,30^{Aef}	5,75±0,57^{Ade}	4,95±0,44^{Aef}	6,12±0,29^{Afg}	5,43±0,64^{Aef}	6,21±0,10^{Ade}
2.AY	5,81±0,01^{Adef}	6,54±0,00^{Ade}	6,01±0,15^{Adef}	6,37±0,06^{Ade}	5,44±0,44^{Adef}	6,33±0,47^{Aefg}	6,00±0,04^{Aef}	6,73±0,06^{Ade}
3.AY	6,29±0,23^{ABdef}	6,22±0,05^{ABde}	6,63±0,03^{Adef}	6,68±0,03^{Ade}	5,57±0,14^{Bdef}	6,15±0,21^{ABefg}	6,41±0,39^{Adef}	6,75±0,04^{Ade}
4.AY	6,44±0,11^{Ade}	6,64±0,40^{Ade}	6,68±0,15^{Adef}	6,82±0,23^{Ade}	5,97±0,18^{Adef}	6,46±0,33^{Aefg}	6,75±0,31^{Adef}	7,06±0,15^{Ade}
5.AY	7,09±0,48^{Ade}	7,24±0,04^{Ade}	7,37±0,14^{Ade}	7,00±0,15^{Ade}	6,48±0,05^{Adef}	6,97±0,05^{Aef}	7,36±0,06^{Adef}	7,42±0,29^{Ade}
6.AY	7,11±0,06^{Ade}	7,48±0,11^{Ade}	7,40±0,19^{Ade}	7,39±0,03^{Ade}	7,10±0,02^{Adef}	7,38±0,01^{Aef}	7,69±0,33^{Ade}	7,54±0,05^{Ade}
7.AY	7,62±0,13^{CDde}	7,61±0,05^{CDde}	8,55±0,11^{ABde}	8,05±0,16^{BCd}	7,78±0,09^{CDde}	7,28±0,01^{Def}	8,88±0,14^{Ade}	7,90±0,07^{Cde}
8.AY	8,14±1,17^{Ad}	8,40±0,21^{Ad}	9,09±0,68^{Ad}	9,47±0,23^{Ad}	8,56±0,87^{Ad}	8,79±0,05^{Ae}	9,79±0,31^{Ad}	9,28±0,39^{Ad}
9.AY	18,34±0,25^{Bc}	18,37±1,00^{Bc}	27,76±1,88^{Ac}	27,54±0,45^{Ac}	19,15±0,14^{Bc}	19,21±0,07^{Bd}	25,58±1,16^{Ac}	27,70±1,31^{Ac}
10.AY	26,98±0,55^{Db}	26,62±0,12^{Db}	33,83±0,46^{ABb}	38,05±1,75^{Ab}	26,97±0,25^{Db}	27,76±0,86^{CDc}	30,12±0,47^{BCDb}	32,40±1,10^{BCb}
11.AY	27,50±0,22^{Cb}	27,90±2,80^{Cb}	36,93±0,65^{ABb}	42,71±0,52^{Aa}	29,45±0,93^{Cab}	30,44±1,04^{BCb}	32,99±0,85^{BCb}	33,11±1,64^{BCb}
12.AY	30,95±1,37^{Da}	35,70±0,82^{CDa}	41,32±0,75^{BCa}	43,44±1,93^{Ba}	31,02±1,59^{Da}	37,53±0,75^{BCDa}	44,66±1,53^{Ba}	54,63±1,07^{Aa}

Aynı satırdaki büyük harflerdeki (A-D) farklılık numuneler arasındaki farkın istatistiksel olarak ($p<0,05$) farklı olduğunu, aynı sütundaki küçük harflerdeki (a-g) farklılık numunelerin başlangıç değerine göre fark olup olmadığını göstermektedir.

TV1: 120 g tereyağlı vakum ambalajlı çekme helva, TS1: 120 g tereyağlı shrink ambalajlı çekme helva, TV2: 280 g tereyağlı vakum ambalajlı çekme helva, TS2: 280 g tereyağlı shrink ambalajlı çekme helva, BV1: 120 g bitkisel margarinli vakum ambalajlı çekme helva, BS1: 120 g bitkisel margarinlishrink ambalajlı çekme helva, BV2: 280 g bitkisel margarinli vakum ambalajlı çekme helva, BS2: 280 g bitkisel margarinli shrink ambalajlı çekme helva

Kullanılan yağ çeşiti açısından 12 aylık depolama süresi sonununda numuneler kendi içerisinde incelendiğinde peroksit sayıları arasında istatistiki olarak (p<0,05) farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Tereyağlı numuneler *paketleme tekniği açısından* incelendiğinde ise tereyağlı shrink ambalajlı numunelerin (TS1, TS2) peroksit sayılarının, vakum ambalajlı (TV1, TV2) numunelerin peroksit sayılarından anlamlı şekilde (p<0,05) yüksek olduğu tespit edilmiştir. *Gramaj farklılığı açısından* incelendiğinde, vakum ambalajlı (TV1 ve TV2) numunelerin peroksit sayıları arasında istatistiki olarak anlamlı (p>0,05) fark olmadığı tespit edilmiştir. Shrink ambalajlı (TS1 ve TS2) numunelerin peroksit sayıları arasında da aynı şekilde istatistiki olarak anlamlı (p>0,05) fark olmadığı tespit edilmiştir. Aynı durum bitkisel margarin ile üretilmiş vakum ve shrinkleme tekniğiyle ambalajlanmış numuneler için de geçerlidir.

12. ay itibariyle elde edilen bu sonuç ambalajlama tekniğinin peroksit değeri üzerinde önemli etkisinin olduğunu, vakum ambalajlamanın peroksit değeri artışında shrink ambalajlama tekniğine göre daha olumlu etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Tablo 4.3'te görüleceği üzere tereyağ ve bitkisel margarin değişiminin depolama süresi sonunda vakum ambalajlı numunelerde önemli bir etkiye sahip olmadığı ancak daha fazla oksijen geçirgenliği olan shrink ambalajlama tekniği ile paketlenen numunelerin bitkisel yağla üretilmesi durumunda (BS2) tereyağlı numunelere göre daha yüksek (p<0,05) peroksit değerine ulaştıkları belirlenmiştir. Margarinlerin doymuş yağ asidi içermesi oksidatif stabilitelerini arttırsa da oksijen, uzun süre depolama vb. faktörler margarinlerde oksidasyona yol açar ve fiziksel, kimyasal ve duyusal özelliklerinde kalite kaybına ve bozulmaya neden olarak raf ömürlerini sınırlandırır (Tuğal, 2011). Bu kayıpların temel sebebi margarin gibi yağ içeren birçok ürünün bozulmasında etkili olan oksidasyondur. Margarinin bileşimindeki doymamış yağ asitlerinin oksijen ile tepkimeye girmesiyle peroksitler oluşur. (Bozkurt ve Baştürk, 2018). Söz konusu bu durumun depolama süresi sonunda shrink ambalajlı bitkisel margarinli çekme helvaların peroksit sayısında artışa sebep olduğu düşünülmektedir.

Yapılan bir çalışmada Atıl vd. (2019), saray helvası örneklerinin depolama sırasında TBARS (tiyobarbitürik asit ile reaksiyona giren madde) değerindeki değişimleri incelemiştir. Başlangıçta taze saray helvası 0,134 mg TBARS/1.000 g değerine sahipken, yağ oksidasyonu %44-53 bağıl nem aralığında en düşük düzeyde, %75'ten yüksek bağıl nemlerde ise ani ve yüksek bir artış gösterdiği tespit edilmiştir. Bu durum oksidasyon üzerinde ambalajın oksijen geçirgenliğinin yanı sıra depo bağıl nemi dolayısıyla rutubet değerlerindeki artışların da etkili olabileceğini göstermektedir. Şekerli bir üründe camsı hâlde yapı içerisindeki yağın oksijenden korunduğu ancak yüksek bağıl nemlerde moleküler hareketliliğin artması ve yapının hâl değiştirmeye başlaması ile yağın oksijene daha açık hâle gelmesi reaksiyon hızının önemli düzeyde artırıcı etkisi olduğu belirtilmiştir (Atıl, 2019). Bu yönüyle yapılan bu çalışmadaki peroksit sayısı değişimleri incelendiğinde çekme helva numunelerinin 9. aydan itibaren peroksit sayısındaki ani artış yapılan çalışma ile benzerlik göstermektedir. Söz konusu bu durum üzerinde 8. aydan itibaren numunelerin rutubet değerlerindeki artışın (Şekil 4.1) oksidasyon üzerinde ani bir artışa sebep olduğu düşünülmektedir.

Yapılan bu çalışmada numunelerin ilk 6 aylık peroksit değişiminin 3,96-7,69 meq O_2/kg, 9 aylık peroksit değişiminin ise 3,96-27,76 meq O_2/kg arasında olduğu belirlenmiştir. Soydinç (2006), tarafından yapılan çalışmada farklı oranlarda (%10, %15 ve %20) kuru kayısı ve kuru üzüm ilavesi yapılarak helva üretimi gerçekleştirilmiş, 6 aylık depolama süresi sonunda peroksit sayısının 0,80-8,64 meq O_2/kg arasında değiştiği tespit edilmiştir. Farklı bir çalışmada ise hint geleneğinin kendine özgü helvasının inci darı esaslı kuru helva karışımı hazırlanmıştır. Örneklerin yağ içeriği ise %18,3 olarak belirtilmiş ve örnekler polietilen torbalarda 20-35°C ortam koşullarında muhafaza edilmiştir. 0. ayda 6,64 meq O_2/kg belirlenen peroksit sayısının 6 aylık depolama sonunda 21,35 meq O_2/kg yükseldiği tespit edilmiştir (Yadav vd. 2011). Bu çalışma kapsamında üretilen çekme helva numunelerinin 6. ve 9. aydaki değişimleri yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

Peroksit sayısının tüm depolama koşullarında zamanla arttığını bildirilmiştir (Baker vd. 2002). Peroksit sayısı, oksidasyonun (acılaşmanın) göstergesidir. Yağ asitleri

oksijen, ısı, ışık, sıcaklık ve ağır metaller gibi ortam kosullarına bağlı olarak parçalanarak arzu edilmeyen tat ve aroma oluşabilmektedir (Meydani, 2008). Peroksit oluşumu ürünün muhafaza koşulları, ambalaj geçirgenliği, hakkında fikir verebilir.

4.2.3 Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC) İle Termogravimetrik Analiz Sonuçları

Orjinal ambalajlarında ve depo koşullarında (%30±2 bağıl nem ve 20 ±2°C) muhafaza edilen çekme helvaların, camsı geçiş sıcaklığındaki değişimlerden etkileneceği düşünülmüştür. Bu amaçla 3 farklı bağımsız değişkenin (yağ, ambalaj tekniği ve gramaj) depolama süresince çekme helvanın termal nitelikleri üzerine etkisi incelenmiştir.

Bu çalışmada çekme helva numunelerinin DSC analizi termogramlarında iki farklı endotermik pik bölgesi görülmüştür. Bunların sırasıyla 40-80°C arası nişasta granülleri ile ilgili gelişmelerin izlenebileceği bir aralık olduğu belirtilmiştir (Hendek Ertop, 2014). 120-186°C arası şekerler ile ilgili değişimlerin izlenebileceği bir aralık olarak ifade edilmiştir (Jawad vd. 2018). Dolayısıyla çekme helva örneklerinde elde edilen termogramlarda iki pik oluşumu karbonhidrat ve şeker varlığını kanıtlarken aynı zamanda raf ömrü niteliklerinin de şeker ve şeker dışı karbonhidratlara bağlı olduğunu göstermektedir. Nişasta retrogradasyonuna bağlı birinci piklerin görüldüğü değişimlere ait değerler Tablo 4.4'te, termogramlar ise Şekil 4.3; 4.4; 4.5; 4.6; 4.7; 4.8; 4.9; 4.10'da verilmiştir.

Bu çalışmada numunelerin termogramlarında birinci bölge endotermik pik alanlarının zamana bağlı olarak küçüldüğü tespit edilmiştir. Hendek Ertop (2014) tarafından yapılan çalışmada raf ömrü süresince rutubet kaybeden ekmek numunelerinde nişasta retrogradasyonuna bağlı endotermik pik alanlarının arttığı belirtilmektedir. Benzer bir çalışmada da ekmek ve kek numunelerinde 7 günlük raf ömrü süresince retregradasyona bağlı olarak endotermik pik alanlarında arttığı belirtilmektedir (Kaplan, 2020). Bu durum rutubet kaybederek nişasta retrogradasyonu gerçekleşen un ve şeker içerikli ürünlerde endotermik pik

alanlarının artacağı şeklinde yorumlanabilir. Ancak çekme helva bu ürünlerden farklı olarak yüksek şeker, yüksek yağ ve nişasta içeriği ile farklı bir karakter göstermektedir. Zamana bağlı artış ve azalış göstermekle birlikte rutubet alan bir üründür. Termogramlardan görüleceği üzere endotermik pik alanlarının azalışı olağan bir durumdur.

Birinci endotermik pik bölgesinde (Tablo 4.4) tereyağlı tüm numunelerde (TV1, TV2, TS1, TS2) rutubet artışına bağlı olarak entalpi değeri (ΔH) 6. aya kadar azalış göstermiş, 6. ayda shrink ambalajlı (TS1, TS2) numunelerde pik oluşumu tespit edilememiştir. 9. ayda ise vakum ambalajlı (TV1, TV2) çekme helva numunelerinde nişasta retrogradasyonuna bağlı pik tespit edilememiştir. Bitkisel margarinli çekme helva numunelerinde ise BV1, BS1, BS2 numuneleri nişasta retrogradasyonuna ait pikleri 12. ayda tespit edilememiştir. BV2 numunesinde ise retrogradasyonu daha geç meydana gelmiştir.

Bu çalışmada yağ kullanımının nişasta davranışlarını etkilediği tespit edilmiştir. Çekme helvanın bitkisel margarinle üretilmesi durumunda tereyağlı helvaya göre nişasta retrogradasyonunu geciktirici etkisi olduğu belirlenmiştir. Bu durumun tereyağına göre erime noktası yüksek olan bitkisel margarinin, nişasta granülleri yüzeyinde bariyer etkisi gösterdiği ve suyla interaksiyonunu engellediği şeklinde yorumlanmıştır. Aynı zamanda kullanılan bitkisel margarinin içeriğinde bulunan emülgatörlerin yüzey aktif ajanlar olarak, helvada absorbe edilen suyun bağlanması ve retrogradasyon sırasında nişasta amilozundan bırakılan suyun yapıda tutulması ile nişasta retrogradasyonunu engelleyici etki oluşturduğu düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmada emülgatörlerin eklenmesiyle nişasta retrogradasyonunun, engellendiğini tespit edilmiştir (Din vd. 2017). Bu sonuç düşüncemizi destekler niteliktedir.

Tablo 4.4 DSC analizinde çekme helva numunelerinde gözlenen birinci endotermik pik bölgesine ait analiz sonuçları

		Bitkisel margarin				Tereyağı			
		Vakum		Shrink		Vakum		Shrink	
		BV1	**BV2**	**BS1**	**BS2**	**TV1**	**TV2**	**TS1**	**TS2**
0.ay	ΔH (mj/mg)	2,94	2,94	2,94	2,94	2,45	2,45	2,45	2,45
	T0 (°C)	33,80	33,80	33,80	33,80	39,00	39,00	39,00	39,00
	TPk (°C)	46,60	46,60	46,60	46,60	49,70	49,70	49,70	49,70
	Tm (°C)	58,20	58,20	58,20	58,20	56,20	56,20	56,20	56,20
3.ay	ΔH (mj/mg)	2,87	2,02	2,40	0,69	1,91	1,83	1,29	1,34
	T0 (°C)	34,60	42,70	28,70	28,20	43,60	44,70	26,80	33,90
	TPk (°C)	47,70	50,40	38,70	40,40	51,60	53,60	35,80	43,30
	Tm (°C)	55,80	57,00	54,40	54,40	58,40	59,30	49,70	50,00
6.ay	ΔH (mj/mg)	0,41	1,95	1,06	0,65	1,53	1,55	-	-
	T0 (°C)	41,00	37,90	37,30	35,20	39,50	41,00	-	-
	TPk (°C)	47,30	46,40	46,00	45,70	48,00	50,30	-	-
	Tm (°C)	52,40	52,70	56,10	54,50	57,00	58,10	-	-
9.ay	ΔH (mj/mg)	0,13	0,23	0,35	0,19	-	-	-	-
	T0 (°C)	43,90	40,70	42,60	43,00	-	-	-	-
	TPk (°C)	48,30	46,70	48,30	48,60	-	-	-	-
	Tm (°C)	53,80	53,30	54,70	54,00	-	-	-	-
12.ay	ΔH (mj/mg)	-	0,18	-	-	-	-	-	-
	T0 (°C)	-	45,60	-	-	-	-	-	-
	TPk (°C)	-	49,50	-	-	-	-	-	-
	Tm (°C)	-	55,30	-	-	-	-	-	-

Tablo 4.5 DSC analizinde çekme helva numunelerinde gözlenen ikinci endotermik pik bölgesine ait analiz sonuçları

		Bitkisel margarin				**Tereyağı**			
		Vakum		**Shrink**		**Vakum**		**Shrink**	
		BV1	**BV2**	**BS1**	**BS2**	**TV1**	**TV2**	**TS1**	**TS2**
0.ay	ΔH (mj/mg)	5,42	5,42	5,42	5,42	8,37	8,37	8,37	8,37
	T0 (°C)	138,20	138,20	138,20	138,20	141,30	141,30	141,30	141,30
	TPk (°C)	149,60	149,60	149,60	149,60	153,90	153,90	153,90	153,90
	Tm (°C)	160,60	160,60	160,60	160,60	159,90	159,90	159,90	159,90
3.ay	ΔH (mj/mg)	4,93	4,84	5,25	5,07	3,45	2,59	3,63	2,51
	T0 (°C)	139,40	141,30	130,70	131,10	143,10	145,40	128,00	137,90
	TPk (°C)	150,70	151,30	143,40	143,10	153,00	153,90	140,10	145,00
	Tm (°C)	157,40	158,30	151,90	151,70	160,00	160,70	149,00	150,70
6.ay	ΔH (mj/mg)	4,58	2,80	2,30	2,74	2,80	1,68	2,60	2,37
	T0 (°C)	131,90	138,70	127,10	122,20	137,80	141,50	116,90	123,80
	TPk (°C)	143,10	145,40	134,00	132,00	146,80	149,00	129,10	134,10
	Tm (°C)	151,30	152,60	135,50	138,50	154,70	157,90	135,60	142,50
9.ay	ΔH (mj/mg)	3,82	2,56	1,91	1,91	2,67	1,48	1,67	1,42
	T0 (°C)	124,00	131,20	115,40	114,70	128,10	133,30	112,30	115,10
	TPk (°C)	134,70	139,30	124,00	124,30	137,40	141,10	120,90	122,30
	Tm (°C)	142,70	146,40	136,70	136,00	143,20	146,50	129,30	131,70
12.ay	ΔH (mj/mg)	2,99	2,16	1,05	1,00	2,02	1,18	1,31	0,62
	T0 (°C)	124,60	129,10	119,40	118,10	125,40	135,20	114,70	111,30
	TPk (°C)	135,60	139,50	131,70	128,80	137,00	140,80	126,70	124,00
	Tm (°C)	142,30	146,70	139,10	135,90	143,40	148,60	134,80	131,40

TV1: 120 g tereyağlı vakum ambalajlı çekme helva, TS1: 120 g tereyağlı shrink ambalajlı çekme helva, TV2: 280 g tereyağlı vakum ambalajlı çekme helva, TS2: 280 g tereyağlı shrink ambalajlı çekme helva, BV1: 120 g bitkisel margarinli vakum ambalajlı çekme helva, BS1: 120 g bitkisel margarinlishrink ambalajlı çekme helva, BV2: 280 g bitkisel margarinli vakum ambalajlı çekme helva, BS2: 280 g bitkisel margarinli shrink ambalajlı çekme helva

Şeker ile ilgili piklerin görüldüğü değişimlere ait değerler Tablo 4.5'te verilmiştir. Literatürde nem miktarı artışının camsı geçiş sıcaklığını düşürdüğü bildirilmiştir (Ergün, 2010). Bu çalışmada da tüm numunelerde şekerlerle ilgili değişimler ikinci endotermik pik bölgesinde 12 aylık depolama süresi boyunca devam etmiş ve rutubet artışına bağlı olarak entalpi değerleri ve camsı geçiş sıcaklıklarının (Tpk) literatüre paralel olarak düştüğü tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada lokumda camsı geçiş sıcaklığının nem içeriğine göre değiştiği ve aralarında ters bir ilişki olduğu tespit edilmiş ve camsı geçiş sıcaklığının bağıl nem arttıkça düştüğü belirtilmiştir (Özkaleli, 2015).

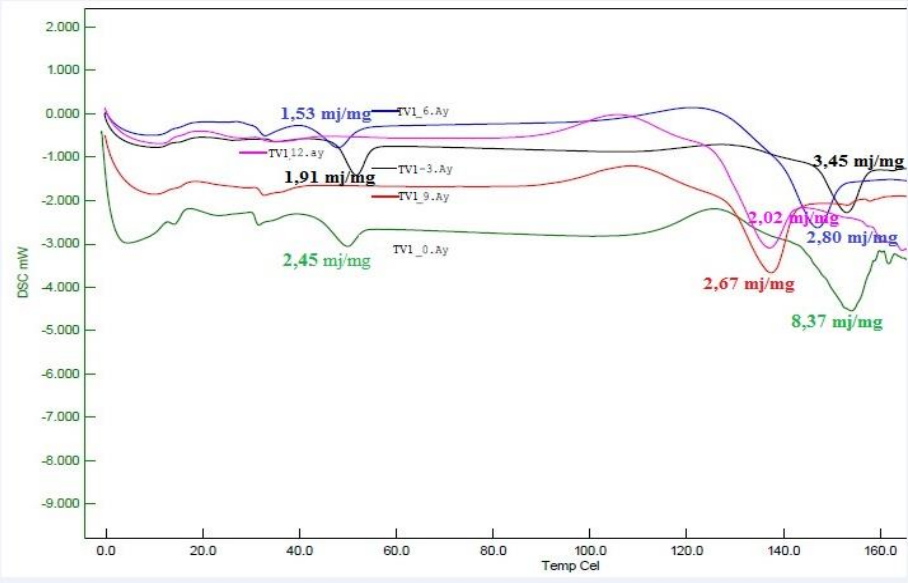
Tereyağlı ve bitkisel margarinli numunelerde başlangıç camsı geçiş sıcaklıkları (TPk) sırasıyla 153,90°C ve 149,60°C olduğu tespit edilmiştir. 12 aylık depolama süresi sonunda vakum ambalajlı ürünlerin (TV1, TV2, BV1, BV2) camsı geçiş sıcaklıklarının (TPk) sırasıyla 137,00; 140,80; 135,60; 139,50°C'ye düştüğü tespit edilmiştir. Shrink ambalajlı ürünlerin (TS1, TS2, BS1, BS2) ise camsı geçiş sıcaklıklarının vakum ambalajlı ürünlere göre çok daha düşük (sırasıyla 126,70; 124,00; 131,70; 128,80°C) olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılık shrink ambalajlı numunelerin daha fazla nem aldığını ve nem miktarı arttıkça camsı geçiş sıcaklığının düştüğünü kanıtlamaktadır. Tablo 4.1'de verilen rutubet içerikleri incelendiğinde vakum paketlemenin rutubet geçişi için bariyer etkisi gösterdiği açıkça görülmektedir. Bu durumun sonucu olarak vakum ambalajlı helvaların Tpk değerlerinde, shrink ambalajlı ürünlere göre daha az düşme olduğu tespit edilmiştir. Shrink ambalajlı ürünler yağ farklılığı açısından kendi içerisinde değerlendirildiğinde, 12. ay sonunda Tpk sıcaklığının tereyağlılarda, bitkisel margarinli helvalara göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bitkisel margarinden gelen emülgatörlerin nişasta ve şeker yapısını koruduğu, nişasta ve şeker arasında bariyer görevi gördüğü tezimizle doğrulanmaktadır. Bu çalışma ile termal nitelikler üzerinde ambalajlama ve yağ farklılığının önemli olduğu tespit edilmiştir.

Şekerli ürünlerde nem alımının ürünün iç moleküler hareketliliğini artırdığı şekerin fiziksel olarak yumuşamasına neden olduğu literatürde bildirilmiştir (Ergün, 2010). Aynı zamanda düşük nem içeriğine sahip sert şekerleme tipi ürünlerde nem seviyesi ürünün tekstür özelliklerini önemli düzeyde etkilemektedir (İlaslan, 2014).

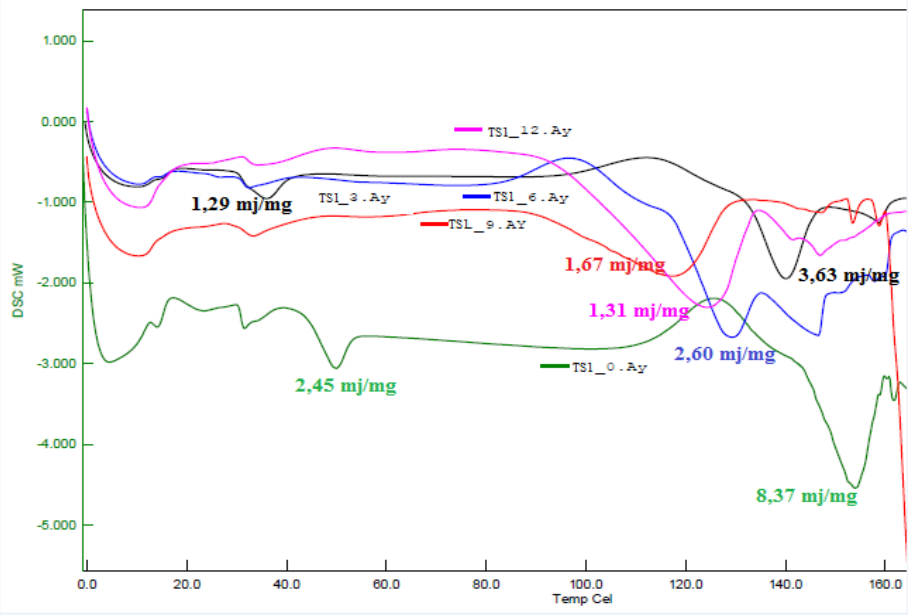
Dolayısıyla shrink ambalajlı ürünlerde daha fazla yapısal ve tekstürel değişiklikler gözlenmiştir. Rutubet değerlerinde artış ve azalışlara bağlı olarak camsı geçiş sıcaklığının 134°C ve altına düşmesi ile ürünlerde hâl değişimlerinin başladığı gözlenmiştir. Bu sıcaklığa ulaşma süresi, shrink ambalajlı numunelerde 6 ayken, vakum ambalajlı numunelerin 120 g bitkisel margarinle (BV1) üretilmesi durumunda 9. ayda düşmekte ve 10. ay itibariyle de hâl değişimlerinin başladığı görülmektedir. Yapısında bulunan sert şekerin camsı hâlinin korunması için depolama süresince ürünün nem alışının engellenmesi, çekme helvanın ağızda dağılan tekstürünün korunması açısından önemli olacağı düşünülmektedir.

Literatürde çekme helvada depolama süresince gözlenen değişimler üzerine yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Yapılan bir çalışmada pamuk şekerin %11 bağıl nemde tutulduğunda bir yılı aşkın bir süre stabil kaldığı ancak %33 bağıl nemde üç gün içinde kristalleştiği gözlenmiştir. Bu bağıl nem aralığında ve 23°C depolama sıcaklığında pamuk şekerin yeterli nemi aldığı ve artan nem miktarının TPk değerinde düşüşe yol açtığı belirtilmiştir (Labuza ve Labuza, 2004). Diğer bir çalışmada gofretin %6-11 arasındaki nem seviyelerinde ürünün camsı hâlde olduğu ve istenilen sert gevrek ve kırılgan fiziksel özelliklerinin korunduğu tespit edilmiştir. Bu aralığının dışında ürünün kendine özgü özelliklerini kaybettiği tespit edilmiştir. Çalışmada artan nem değerlerinde camsı geçiş sıcaklığının düştüğü belirtilmiştir (Martinez Navarrete vd. 2004).

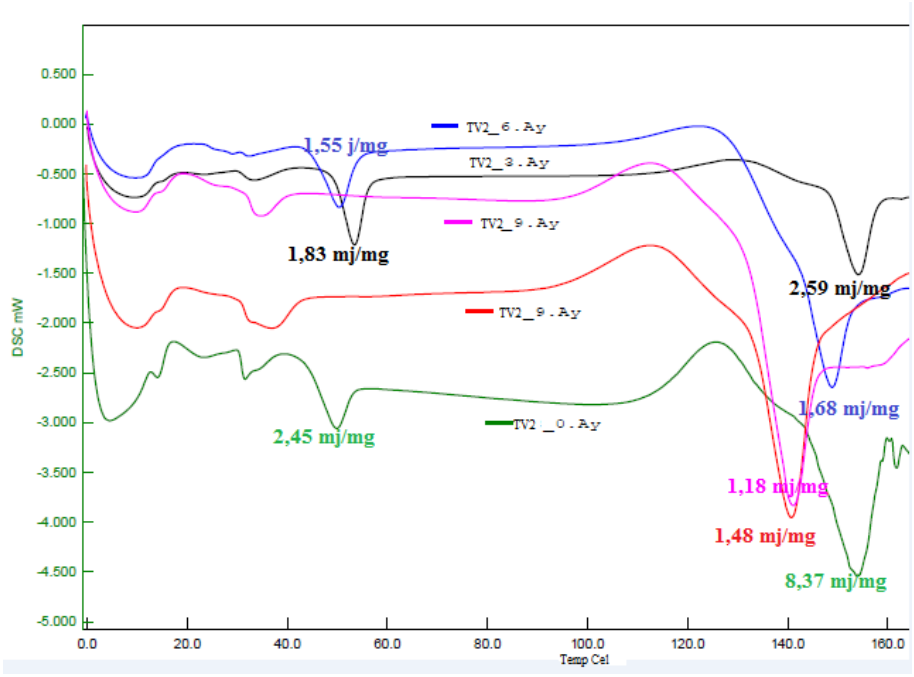
Bu çalışma kapsamında üretilen çekme helva numuneleri de yapılan çalışmalar ile benzer bir davranış göstermiş ve rutubet artışına bağlı olarak camsı geçiş sıcaklıklarının düştüğü tespit edilmiştir. Aynı zamanda camsı geçiş teorisi ve rutubet değerindeki değişimlerin çekme helvanın fiziksel ve duyusal değişiklikleri üzerinde etkisi olduğu belirlenmiştir.



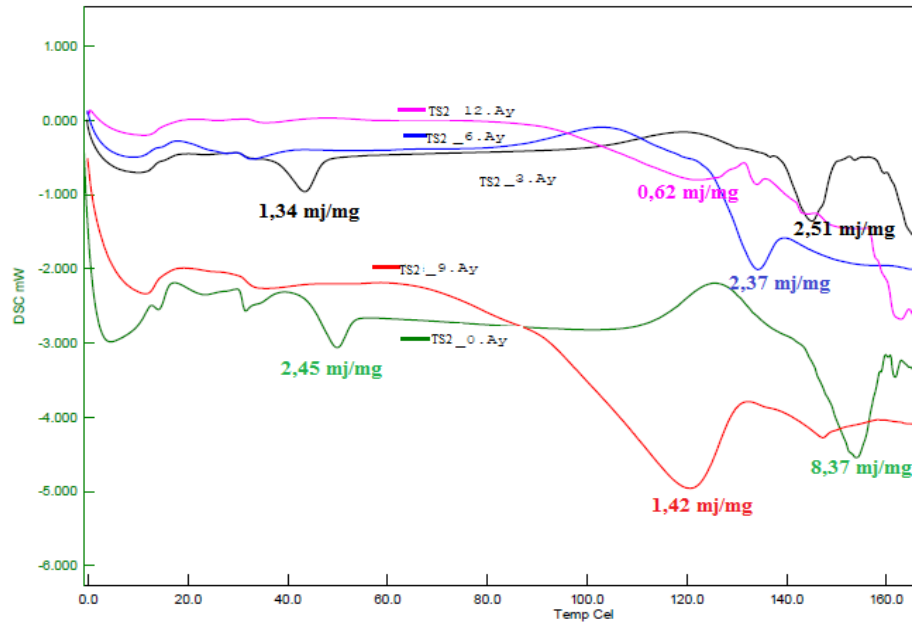
Şekil 4.3 TV1 numunesinin 0; 3; 6; 9; 12. aylarına ait termogramları



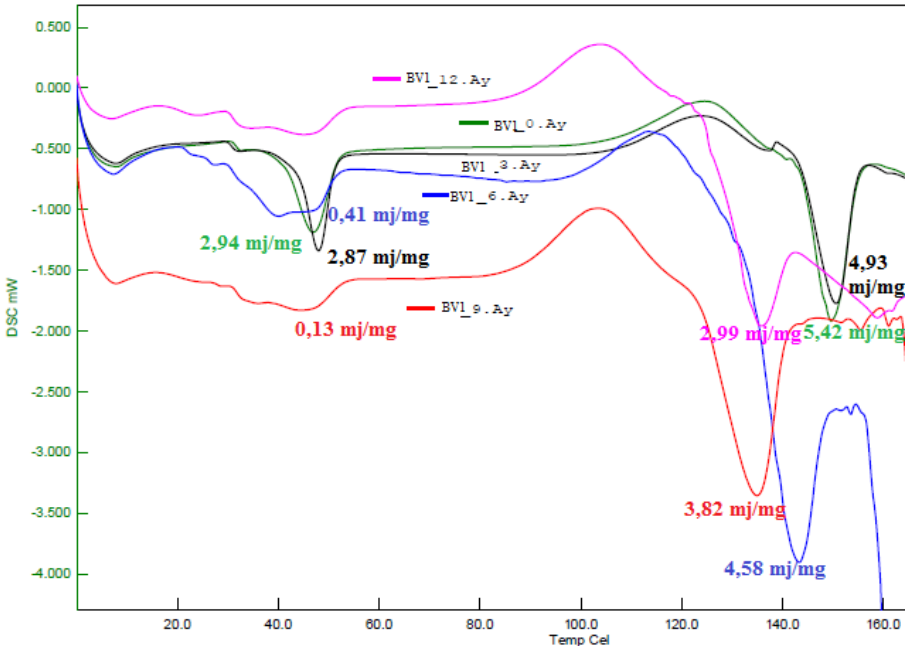
Şekil 4.4 TS1 numunesinin 0; 3; 6; 9; 12. aylarına ait termogramları



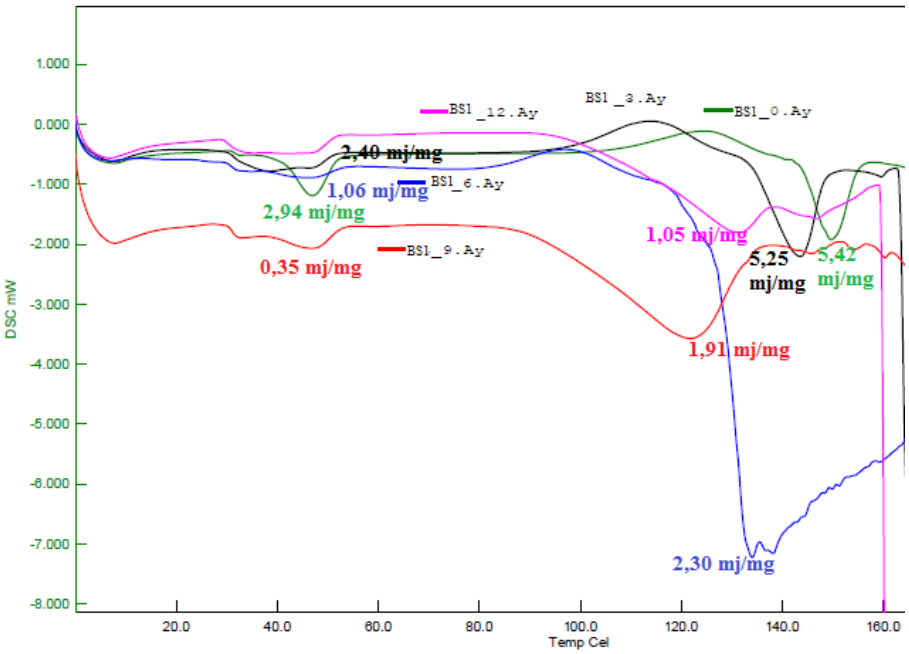
Şekil 4.5 TV2 numunesinin 0; 3; 6; 9; 12. aylarına ait termogramları



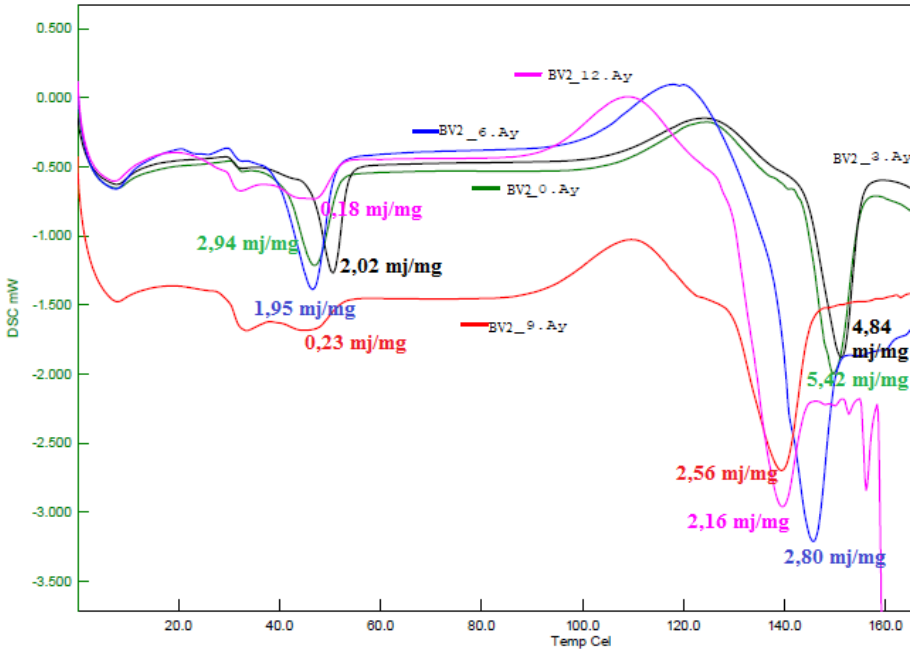
Şekil 4.6 TS2 numunesinin 0; 3; 6; 9; 12. aylarına ait termogramları



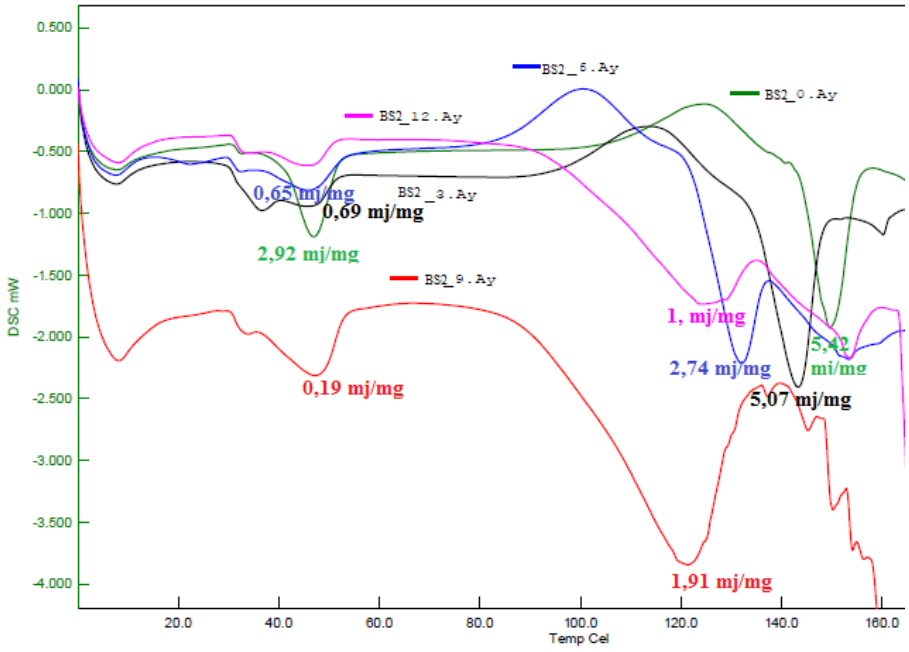
Şekil 4.7 BV1 numunesinin 0; 3; 6; 9; 12. aylarına ait termogramları



Şekil 4.8 BS1 numunesinin 0; 3; 6; 9; 12. aylarına ait termogramları



Şekil 4.9 BV2 numunesinin 0; 3; 6; 9; 12. aylarına ait termogramları



Şekil 4.10 BS2 numunesinin 0; 3; 6; 9; 12. aylarına ait termogramları

4.2.4 Tekstür Profil Analizi Sonuçları

Doku şekerlemeler için çok önemli bir özelliktir. Tüketici memnuniyeti için sertlik, yapışkanlık, esneklik ve çiğneme önemli parametrelerdir çünkü bunlar şekerli ürünler tüketilirken kaliteyi doğrudan etkilemektedir (Uğuz, 2020). Kastamonu

Çekme Helvası'nın presleme işleminin ardından sıkıştırılmış yapısı itibariyle sertlik düzeyi nispeten yüksek gibi algılanan, ancak duyusal olarak ağızda dağılan, çiğnemeye karşı direnç göstermeyen, damağa yapışmayan/az yapışan, yumuşak ve pürüzsüz bir tesktüre sahip olduğu bildirilmiştir (KATSO, 2018). Sonrasında ise yapısının daha sıkı zamanla dağılmayan sıkışık bir yapıya dönüştüğü ardından sakızımsı bir hâl aldığı/sertleştiği ve bu hâl değişimlerinden sonra elle ufalanır duruma geldiği sektör iade ürün şikâyetleri arasında yer almakta ancak bununla ilgili literatürde yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Bu tez çalışmasında 3 farklı bağımsız değişkenin (yağ, ambalaj tekniği ve gramaj) 12 aylık depolama süresince çekme helvanın tekstürel niteliklerindeki değişimi incelenmiştir. Çekme helva numunelerine ait tekstür analizi sonuçlarının istatistiksel değerlendirmesi Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.6'da verilen tekstür analizi sonuçları incelendiğinde başlangıçta bitkisel margarinli çekme helva numunelerinin (BV1, BS1, BV2, BS2) sertlik değerlerinin (1.361,74) tereyağlı numunelerin (TV1, TS1, TV2, TS2) sertlik değerlerinden (990,26) istatistiki olarak (p<0,05) yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılığın çekme helvada kullanılan yağ farklılığından kaynaklandığı, tereyağlı çekme helvanın soğuduğunda presleme işleminde tam olarak sıkıştırılamamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Tereyağlı numunelerin esneklik (0,191) değeri ve yapışkanlık (0,059) değerleri, bitkisel margarinli numunelerin esneklik değerleri (0,160) ve yapışkanlık değerlerinden (0,046) istatistiki olarak (p<0,05) yüksek bulunmuştur. Tereyağlı numunelerin ve bitkisel margarinli numunelerin çiğneme değerleri (11,046; 10,018) arasında ise istatistiki olarak (p>0,05) fark olmadığı tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada çekme helvanın sertlik değeri 546,55; esneklik değeri 0,159; yapışkanlık değeri 0,046; çiğneme değeri ise 4,636 olarak tespit edilmiştir (KATSO, 2018). Bu çalışma sonucunda elde edilen esneklik ve yapışkanlık değerleri yapılan çalışma ile benzerlik gösterirken, sertlik ve çiğneme değerleri arasındaki farklılığın presleme işlemlerinden, firmalar arası yağ ve soğutma süresi farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Başlangıç tekstür analizi sonuçları incelendiğinde yağ farklılığının, çekme helvanın tekstürel özellikleri üzerinde istatistiki olarak (p<0,05) önemli olduğu tespit

edilmiştir. Bu farklılığın özellikle helvaların sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerleri üzerinde etkili olduğu ancak bu durumun çiğneme kabiliyetini etkilemediği belirlenmiştir. Tereyağlı çekme helva numunelerinin söz konusu tekstür paremetreleri üzerindeki farklılığının tereyağının yapıyı yumuşatmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 4.6 Depolama süresince çekme helva numunelerinin tekstür profil analizi değerleri

Numune	Zaman (Ay)	Sertlik (Hardness) (g)	Esneklik (Springiness) (mm)	Yapışkanlık (Cohesiveness)	Çiğneme (Chewiness) (gmm)
TV1	**0**	990,26±76,94^{Bb}	0,191±0,02^{abA}	0,059±0,01^{bA}	11,01±1,13^{aA}
	2	848,45±119,83^{bcF}	0,182±0,01^{bcA}	0,058±0,01^{bA}	8,51±0,83^{bCD}
	4	719,38±124,92^{cdD}	0,159±0,01^{cdC}	0,060±0,01^{bAB}	6,05±0,05^{cEF}
	6	524,47±56,99^{eF}	0,186±0,02^{bcBCD}	0,067±0,01^{bB}	6,24±0,477^{cE}
	8	530,36±25,60^{deE}	0,217±0,03^{aAB}	0,091±0,01^{aA}	10,52±1,12^{aD}
	10	984,17±39,21^{bE}	0,147±0,01^{dBC}	0,037±0,00^{cB}	5,88±1,33^{cD}
	12	1.398,79±262,65^{aE}	0,140±0,01^{dCD}	0,033±0,01^{cBC}	5,76±1,16^{cCD}
TS1	**0**	990,26±76,94^{deB}	0,191±0,02^{aA}	0,059±0,01^{bcA}	11,05±1,13^{bA}
	2	1.030,40±108,24^{deEF}	0,139±0,01^{bD}	0,050±0,00^{dB}	7,09±0,82^{cD}
	4	725,76±93,97^{eD}	0,204±0,02^{aB}	0,063±0,01^{abA}	8,52±0,55^{cBC}
	6	1.312,31±67,64^{dC}	0,215±0,03^{aABC}	0,054±0,00^{cdC}	13,59±1,53^{aC}
	8	2.828,09±269,67^{cC}	0,064±0,00^{cD}	0,069±0,00^{aC}	12,79±1,40^{abCD}
	10	6.621,44±472,28^{aA}	0,212±0,03^{aA}	0,011±0,01^{eC}	12,87±2,75^{abBC}
	12	4.657,08±345,86^{bB}	0,089±0,02^{cE}	0,009±0,00^{eD}	3,70±0,06^{dCD}
TV2	**0**	990,26±76,94^{cB}	0,191±0,02^{bA}	0,059±0,01^{cA}	11,05±1,13^{aA}
	2	1.157,50±45,67^{bDE}	0,162±0,01^{cBC}	0,047±0,00^{dBC}	8,43±0,49^{bCD}
	4	738,93±38,26^{dD}	0,161±0,01^{cC}	0,058±0,00^{cAB}	7,12±0,19^{bcDE}
	6	440,53±36,44^{eF}	0,219±0,03^{aAB}	0,071±0,00^{bB}	7,23±1,20^{bcE}
	8	553,97±38,87^{eE}	0,244±0,02^{aA}	0,081±0,01^{aB}	10,28±0,88^{aD}
	10	840,70±78,40^{dE}	0,169±0,02^{bcB}	0,045±0,01^{dA}	6,41±1,32^{dD}
	12	1.308,36±121,55^{aE}	0,157±0,01^{cBCD}	0,038±0,00^{eAB}	7,06±0,89^{bcC}

Tablo 4.6'nın devamı

Numune	Zaman (Ay)	Sertlik (Hardness) (g)	Esneklik (Springiness) (mm)	Yapışkanlık (Cohesiveness)	Çiğneme (Chewiness) (gmm)
TS2	**0**	990,26±76,93^{eB}	0,191±0,02^{aA}	0,059±0,01^{abA}	11,05±1,13^{bA}
	2	1.331,87±168,95^{dCD}	0,149±0,01^{bCD}	0,043±0,00^{cCD}	8,84±1,06^{cBC}
	4	623,77±27,21^{fD}	0,156±0,01^{bC}	0,056±0,01^{bAB}	5,44±0,223^{dF}
	6	550,29±27,45^{fEF}	0,208±0,02^{aABC}	0,054±0,00^{bC}	6,40±0,70^{dE}
	8	2.927,17±425,71^{aB}	0,064±0,00^{cD}	0,063±0,00^{aD}	24,16±2,84^{aB}
	10	3.631,57±268,55^{bC}	0,135±0,02^{bC}	0,012±0,01^{dC}	4,77±1,14^{dD}
	12	3.188,05±192,70^{cC}	0,060±0,01^{cF}	0,010±0,00^{dD}	1,74±0,58^{eD}
BV1	**0**	1.362,74±201,85^{cdA}	0,160±0,01^{cB}	0,046±0,01^{bcB}	10,02±1,88^{cA}
	2	1.480,36±127,54^{cdC}	0,168±0,01^{cAB}	0,046±0,00^{bcBC}	11,56±1,32^{cA}
	4	1.278,55±90,12^{dC}	0,151±0,02^{cCD}	0,041±0,00^{cC}	9,22±0,67^{cB}
	6	753,45±30,37^{eDE}	0,229±0,03^{aA}	0,068±0,01^{aB}	11,28±1,26^{cCD}
	8	1.584,58±65,46^{cD}	0,204±0,02^{abB}	0,048±0,00^{bcE}	14,49±2,47^{cC}
	10	6.892,52±124,86^{aA}	0,224±0,02^{aA}	0,052±0,00^{bA}	73,26±5,92^{aA}
	12	5.577,59±303,77^{bA}	0,176±0,02^{bcB}	0,043±0,01^{cA}	47,10±5,91^{bA}
BS1	**0**	1.361,74±201,85^{fA}	0,160±0,01^{bB}	0,046±0,01^{bB}	10,02±1,88^{dA}
	2	1.828,36±141,04^{eB}	0,160±0,01^{bBC}	0,036±0,01^{cD}	10,36±0,86^{dAB}
	4	2.288,98±155,34^{dA}	0,225±0,01^{aA}	0,053±0,01^{bB}	26,63±1,73^{bA}
	6	7.500±103,27^{aA}	0,113±0,01^{cE}	0,128±0,01^{aA}	52,33±3,78^{aA}
	8	1.357,17±114,2f^{eD}	0,167±0,03^{bC}	0,023±0,00^{dF}	5,47±1,13^{eE}
	10	5.366,17±96,81^{bB}	0,210±0,02^{aA}	0,015±0,01^{eC}	14,38±2,00^{cB}
	12	2.848,68±491,31^{cC}	0,158±0,02^{bBC}	0,011±0,00^{eD}	5,79±1,60^{eCD}

Tablo 4.6'nın devamı

Numune	Zaman (Ay)	Sertlik (Hardness) (g)	Esneklik (Springiness) (mm)	Yapışkanlık (Cohesiveness)	Çiğneme (Chewiness) (gmm)
BV2	**0**	1.361,74±201,85^{cA}	0,160±0,01^{bcB}	0,046±0,01^{bB}	10,02±1,98^{abA}
	2	2.273,16±136,40^{aA}	0,138±0,01^{cdD}	0,037±0,00^{cdD}	11,56±1,61^{aA}
	4	1.364,57±34,24^{cC}	0,134±0,01^{cdD}	0,041±0,00^{bcC}	7,31±0,48^{cCD}
	6	832,23±70,10^{dD}	0,180±0,00^{bCD}	0,057±0,01^{aC}	8,32±0,54^{abcDE}
	8	814,10±42,30^{dE}	0,220±0,03^{aAB}	0,061±0,00^{aD}	10,83±1,38^{aD}
	10	1.904,04±142,68^{bD}	0,144±0,02^{cdBC}	0,033±0,01^{deB}	9,09±2,82^{abcCD}
	12	2.160,83±157,42^{aD}	0,133±0,01^{dD}	0,028±0,01^{eC}	8,09±1,32^{abcC}
BS2	**0**	1.361,74±201,85^{eA}	0,160±0,01^{bB}	0,046±0,01^{bB}	10,02±1,88^{dA}
	2	1.692,16±133,44^{eB}	0,148±0,01^{bCD}	0,038±0,01^{cD}	9,90±1,18^{dABC}
	4	1.571,29±55,55^{eB}	0,146±0,01^{bCD}	0,040±0,00^{bcC}	9,00±0,66^{dB}
	6	3.645,60±133,93^{dB}	0,155±0,03^{bD}	0,042±0,01^{bcD}	19,88±3,96^{cB}
	8	7.473,05±172,74^{aA}	0,076±0,00^{bD}	0,065±0,00^{aCD}	36,73±2,65^{aA}
	10	6.735,72±400,90^{bA}	0,168±0,02^{bB}	0,014±0,00^{dC}	15,56±2,72^{cC}
	12	6.032,67±320,99^{cA}	0,269±0,02^{aA}	0,016±0,00^{dD}	29,95±5,16^{bB}

Aynı sütundaki büyük harflerdeki (A-F) farklılık numuneler arasındaki farkın istatistiki olarak ($p<0,05$) farklı olduğunu, aynı sutündaki küçük harflerdeki (a-e) farklılık numunenin başlangıç değerine göre fark olup olmadığı göstermektedir.

TV1: 120 g tereyağlı vakum ambalajlı çekme helva, TS1: 120 g tereyağlı shrink ambalajlı çekme helva, TV2: 280 g tereyağlı vakum ambalajlı çekme helva, TS2: 280 g tereyağlı shrink ambalajlı çekme helva, BV1: 120 g bitkisel margarinlivakum ambalajlı çekme helva, BS1: 120 g bitkisel margarinlishrink ambalajlı çekme helva, BV2: 280 g bitkisel margarinli vakum ambalajlı çekme helva, BS2: 280 g bitkisel margarinli shrink ambalajlı çekme helva

12 aylık depolama süresi sonununda tereyağlı ve bitkisel margarinli numuneler kendi içerisinde incelendiğinde tekstür analizi sonuçlarında istatistiki olarak anlamlı (p<0,05) farklılıkların olduğu tespit edilmiştir.

Sertlik niteliği açısından tüm numunelerde iki farklı değişim noktası gözlenmiştir. İlk değişim noktası olan 2. ayda sertlik değerleri artış gösterirken, bu aydan sonra sertlik değerlerinde düşme olduğu tespit edilmiştir. İkinci değişim noktasına gelindiğinde ise numunelerin rutubet alıp verme özelliklerine göre vakum ve shrink ambalajlı ürünler arasında farklılık olduğu tespit edilmiştir. Shrink ambalajlı numunelerde sırasıyla TS1, BS1 ve BS2 6. ayda, TS2 numunesinde ise 8. ayda sertlik değerlerinde artış gözlenirken, vakum ambalajlı numunelerde ise 2. sertleşme değişiminin 8. aydan sonra gerçekleştiği gözlenmiştir. Özellikle 10. aydan itibaren vakum ambalajlı numunelerin sertlik değerlerinde istatistiki olarak (p<0,05) artışların olduğu belirlenmiştir. Şekerli bir üründe rutubet artışı şekerin merkezine ulaştığında, şekeri fiziksel olarak yumuşatmaktadır. Yumuşayan şeker, ürünlerin tektürel niteliklerinde değişime ve yapının yumuşamasına yol açar. İç yapışkanlığın artması şeker liflerinin birbiriyle birleşmesi ile yapının bütünleşip sertlik değerlerinde artışa yol açtığı düşünülmektedir (Atıl, 2019). Tablo 4.2'de verilen rutubet içeriği tablosunda son ayda tüm numunelerin rutubet değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir. Söz konusu bu durum tekstür niteliklerinin korunması açısından en iyi kombinasyona sahip TV1, TV2, BV2 numuneleri hariç diğer tüm numunelerin 12. aydaki sertlik değerlerinin düşmesiyle gözlenmiştir. Bu durum son aydaki rutubet kaybıyla ilişkilendirilmiştir.

Yine yağ değişiminin daha fazla rutubet geçirgenliği olan shrink ambalajlama tekniği ile paketlenen numunelerin bitkisel yağla üretilmesi durumunda (BS1) özellikle 6. ayda tereyağlı numunelere göre daha yüksek (p<0,05) sertlik değerlerine ulaştıkları belirlenmiştir. Aynı durum vakum ambalajlı numunelerin bitkisel margarinle üretilmesi (BV1) durumunda gramaj farklılığının 10. aydan itibaren önemli olmaya başladığı tespit edilmiştir. Bu durum üzerinde ürünlerin rutubet artışının fazla olması, camsı geçiş sıcaklığının düşmesi ile de desteklenmekte ve shrınk ambalajlı numunelerde daha fazla hâl değişimlerine yol açtığı gözlenmiştir. Camsı geçiş

sıcaklığının 134 ºC ve altına düşmesi çekme helva örneklerinde tekstürel değişimlerin başlamasına ve üründe kalite kayıplarının oluşmasına yol açmıştır.

Esneklik ve yapışkanlık değerlerinin başlangıç değerlerinin önce düşme eğiliminde olduğu 6 ve 8. ayda ise istatistiki olarak (p<0,05) artış gösterdiği tespit edilmiştir. Ardından tekrar düşüş olduğu tespit edilmiştir. Şekerleme ürünlerinde nem değerindeki artışın yapışkanlık değerlerinde artışa yol açtığı da belirtilmiştir (Ergün vd. 2010). Söz konusu bu durum Tablo 4.6'da görüldüğü üzere sertlik değerlerinin yükseldiği aylardan önceki ayda yapışkanlık değerlerinin en yüksek değerde olması, ürünlerin sertleşmeden önce iç yapışkanlığının arttığını göstermektedir. Yine Tablo 4.6'da görüldüğü üzere numunelerin sertlik değerlerinde istatistiki olarak (p<0,05) artışların olduğu değerlerden önceki ayda esneklik değerleri de genellikle yükselmiştir. Sertleşmeden önce fiziksel olarak yumuşayan içyapı, ürünün sıkıştırıldığında tekrar eski hâline dönme süresinde de artışa yol açmıştır. Tüm bu durumlar sertleşmeden önce içyapının yumuşadığını kanıtlar niteliktedir.

Çiğneme değerleri incelendiğinde tereyağlı ürünlerde başlangıç değerine göre önce düştüğü 6. ve 8. aylarda artış gösterdiği ardından tekrar düştüğü tespit edilmiştir. BV2 numunesi hariç, diğer bitkisel margarinli ürünlerde ise çiğneme değerlerinin istatistiki olarak anlamlı şekilde (p<0,05) tereyağlı numunelere göre daha yüksek değerlere çıktığı tespit edilmiştir.

12. ay itibariyle elde edilen sonuçlar yağ değişimi ve ambalajlama tekniğinin tekstür nitelikleri üzerinde önemli etkisinin olduğunu, gramaj farklılığının da etki ettiği tespit edilmiştir. Vakum ambalajlamanın özellikle sertlik ve çiğneme değerlerindeki artışlar üzerinde shrink ambalajlama tekniğine göre daha olumlu etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Yağ değişiminin etkisi incelendiğinde Tablo 4.6'da görüleceği üzere tereyağlı numunelerin sertlik ve çiğneme değerlerinin, bitkisel margarinli numunelere göre yüksek değerlere çıkmadığı tespit edilmiştir. Bu durum üzerinde tereyağının erime noktasına bağlı olarak yapının yumuşamasına yol açmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Rutubet artışının engellenmesi söz konusu değişimlerin süresini uzatacak dolayısıyla depolama süresince çekme helvanın kalite kaybına uğramasını geciktirecektir. Nitekim bu durum üzerinde ambalajlama tekniği

devreye girmektedir. Aynı zamanda ambalaj materyalinin nem geçirgenliğinin düşük olması şekerli bir ürünün başlangıç tekstür niteliklerinin korunması üzerinde etkili olacağı düşünülmektedir.

Bu çalışma sonucunda tereyağlı numuneler arasında vakum ambalajlı (TV1, TV2) ve bitkisel margarinli numuneler arasında ise BV2 numunelerinin tekstürel niteliklerin korunması açısından en iyi kombinasyona sahip olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada saray helvası farklı sıcaklık (25ºC ve 35ºC) ve bağıl nemlerde depolanmış ve bu durumun sertlik değerine etkisi incelenmiştir. Sertlik değerinin başlangıçta 1,2 Newton (N) olduğu ve ürün rutubet alımına bağlı olarak sertlik değerinde önce hızlı bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Örneklerin ulaştıkları en yüksek sertlik değerleri ise 25ºC ve %44 bağıl nemde 11,15 N iken 35ºC'de %32 bağıl nemde 52,16 N'dur. En yüksek sertlik değerlerine ulaşmalarının ardından bağıl nem arttıkça sertlik değerlerinde azalış olduğu görülmüştür. En yüksek bağıl neme ulaşıldığında ise başlangıç değeri ile benzerlik gösterdiği gözlenmiştir (Atıl, 2015). Yapılan bu tez çalışmasında 6. ayda BS1 numunesinin istatistiki olarak anlamlı şekilde (p<0,05) numuneler arasındaki en yüksek sertlik değerine çıktığı ve ardından sertlik değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir. Bu tez çalışması sonunda shrink ambalajlı BS1 numunesinin sertlik değerlerindeki değişim yapılan çalışma ile benzerlik göstermektedir. Elyıldırım (2009) tarafından yapılan çalışmada 120 gün süreyle farklı sıcaklıklarda (8; 20; 30ºC) depolanan yaz helvalarında başlangıçta 869 N olan sertlik değerinin 20ºC'de arttığı tespit edilmiştir. Güneşer (2009) tarafından tahin helvası üzerine yapılan çalışmada farklı sıcaklılarda (20; 30; 40ºC) depolanan örneklerin başlangıç sertlik değeri ortalaması 251,402 iken depolama süresi sonunda 20ºC'de 309,510 olarak tespit etmiştir. Yapılan çalışmalar depo sıcaklığı, depo bağıl neminin ve depolama süresinin helva tipi şekerli ürünlerin sertlik değerleri üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Uzun zamandır tekstür gıdaların kabul edilebilirliğinde duyusal olarak ikincil bir özellik olarak değerlendirilirken, son zamanlarda yapılan çalışmalar tekstürün gıdanın kabul edilebilirliği yönünden, tadından daha önemli bir özellik hâline geldiğini göstermektedir (İlaslan, 2014). Diğer taraftan, bir gıda ürününün nem alımı veya nem kaybının doku ve kalite

üzerindeki yol açtığı değişimler çoğu durumda raf ömrünü sona erdirici ana sorundur (Tireki, 2017).

4.2.5 Renk Analizi Sonuçları

Tüketici tarafından ürünün beğenilmesinde ilk göze çarpan özellik renktir ve gıdaların kabul edilebilirliğinde önemli bir parametredir (Atıl, 2015). Kastamonu Çekme Helvası, üretim prosesinde yüksek sıcaklıklarda kaynatılan şeker, soğutma mermerinde katlanarak soğutulmasının ardından beyaz renk alıncaya kadar şeker ağartma makinesinde havalandırılarak ağartılır. Ağartılan şeker kütlesinin kavrulmuş meyane ile homojen karışım oluşuncaya kadar tekrar çekilmesi ile oluşan tel tel çekme helvanın boyut küçültülmesi amacıyla öğütme makinasından geçirilmesinin ardından kendine özgü tekstürle beraber rengini de kazanır. İçeriğinde oldukça kavrulmuş bir meyane olmasına rağmen son ürün rengi uğradığı işlem basamakları sayesinde beyaza yakın bir renkte olur (KATSO, 2018). Bu tez çalışmasında 3 farklı bağımsız değişkenin (yağ çeşidi, ambalaj ve gramaj) 12 aylık depolama süresince çekme helvanın renk değişimlerine etkisi incelenmiştir.

Tablo 4.7'de verilen renk değerleri incelendiğinde başlangıçta tereyağlı çekme helva numunelerinin (TV1, TS1, TV2, TS2) parlaklık *(L*)* değeri (91,37) ile bitkisel margarinli çekme helva numunelerinin (BV1, BS1, BV2, BS2) parlaklık *(L*)* değeri (89,45) arasında istatistiki olarak anlamlı (p>0,05) fark olmadığı tespit edilmiştir. Bitkisel margarinli numunelerinin kırmızılık (a^*) değerleri (2,31) ilk ay için tereyağlı numunelerin kırmızılık (a^*) değerlerinden (1,84) istatistiki olarak (p<0,05) yüksek bulunmuştur. Bu farklılığın yağ farklılığından ve meyane pişirme işlemi sonundaki kavrulma düzeyinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Numunelerin sarılık (b^*) değerleri (14,83; 14,89) arasındaki farkın ise istatistiki olarak (p>0,05) önemli olmadığı tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada çekme helvanın parlaklık *(L*)* değeri 90,16; kırmızılık (a^*) değeri 0,90; sarılık (b^*) değeri ise 16,18 olarak tespit edilmiştir (KATSO, 2018). Başlangıç parlaklık *(L*)* değeri yapılan çalışma ile benzerlik göstermektedir. Kırmızılık (a^*) ve sarılık (b^*) değerleri arasındaki farkın ise çekme helva üretim aşamalarındaki meyane kavrulma düzeyindeki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 4.7 Çekme helva numunelerinin depolama süresince *L*, a*, b** değerleri

Numune	Zaman(Ay)	*L**	*a**	*b**
TV1	**0.AY**	91,37±1,40^{Aa}	1,84±0,15^{Bab}	14,83±0,46^{Abc}
	1.AY	90,21±1,53^{Aab}	1,88±0,14^{Bab}	15,37±0,28^{Aab}
	2.AY	89,49±1,34^{Aab}	1,91±0,14^{Bab}	15,65±0,20^{Aab}
	3.AY	88,44±0,42^{Abc}	1,71±0,14^{Bab}	15,66±0,17^{Aab}
	4.AY	88,40±0,86^{ABbc}	1,89±0,08^{ABab}	15,67±0,13^{ABCDab}
	5.AY	85,90±0,83^{Bcd}	2,01±0,17^{BCa}	15,71±0,28^{ABCa}
	6.AY	86,80±0,40^{Acd}	1,89±0,04^{Bab}	15,69±0,27^{ABa}
	7.AY	86,42±0,88^{BCcd}	1,99±0,15^{Ca}	15,31±0,66^{Bab}
	8.AY	85,82±1,39^{Ad}	1,99±0,24^{Ca}	15,61±0,40^{BCab}
	9.AY	86,48±1,73^{ABcd}	2,03±0,15^{DEa}	15,34±0,30^{Bab}
	10.AY	86,22±0,51^{Acd}	1,99±0,08^{Da}	14,41±0,28^{Cc}
	11.AY	84,30±0,77^{ABd}	1,56±0,27^{Db}	14,06±0,65^{Bc}
	12.AY	85,54±2,01^{ABd}	1,61±0,26^{DEb}	15,55±0,55^{Bab}
TS1	**0.AY**	91,37±1,40^{Aa}	1,84±0,15^{Be}	14,83±0,46^{Ac}
	1.AY	90,26±0,40^{Aab}	1,79±0,17^{Be}	15,60±0,46^{Ac}
	2.AY	89,13±1,11^{Aabc}	1,90±0,11^{Bde}	15,62±0,16^{Ac}
	3.AY	87,39±0,58^{ABbc}	1,78±0,04^{Be}	15,56±0,12^{Ac}
	4.AY	82,72±0,88^{Cd}	2,13±0,29^{Ad}	15,23±0,68^{Dc}
	5.AY	87,28±1,27^{ABbc}	1,80±0,07^{CDe}	15,21±0,26^{BCc}
	6.AY	87,70±0,36^{Abc}	1,80±0,05^{Be}	15,16±0,24^{CDc}
	7.AY	86,19±0,89^{Cc}	2,17±0,06^{Bd}	16,92±0,42^{Ab}
	8.AY	81,07±2,42^{BCd}	2,80±0,20^{Ab}	16,92±0,71^{Ab}
	9.AY	82,68±1,94^{CDd}	2,62±0,06^{BCbc}	17,03±0,44^{Ab}
	10.AY	79,66±2,11^{Bd}	2,59±0,62^{ABCbc}	16,73±0,47^{Bb}
	11.AY	82,53±2,31^{ABd}	2,47±0,10^{ABc}	16,84±0,53^{Ab}
	12.AY	75,83±2,83^{Ce}	3,10±0,12^{Aa}	18,90±0,92^{Aa}
TV2	**0.AY**	91,37±1,40^{Aa}	1,84±0,15^{Bab}	14,83±0,46^{Abc}
	1.AY	89,99±0,89^{Aab}	1,87±0,09^{Bab}	15,56±0,26^{Aab}
	2.AY	89,70±1,01^{Aabc}	1,86±0,09^{Bab}	15,44±0,41^{Aab}
	3.AY	87,93±0,59^{ABcde}	1,77±0,06^{Bb}	15,55±0,25^{Aab}
	4.AY	87,15±0,71^{Bde}	1,93±0,14^{ABab}	15,25±0,39^{CDabc}
	5.AY	88,25±0,36^{Abcd}	1,78±0,06^{CDb}	15,15±0,19^{Cabc}
	6.AY	87,41±0,64^{Ade}	1,80±0,05^{Bab}	15,28±0,22^{BCDabc}
	7.AY	87,90±0,64^{ABcde}	1,83±0,12^{Cab}	15,10±0,28^{Babc}
	8.AY	85,98±1,17^{Ae}	2,03±0,11^{Ca}	14,63±0,53^{Cc}
	9.AY	87,48±1,22^{Ade}	1,92±0,14^{Eab}	14,91±0,62^{Babc}
	10.AY	86,74±0,82^{Ade}	1,95±0,11^{Dab}	14,52±0,30^{Cc}
	11.AY	86,34±1,19^{Ade}	1,50±0,12^{Dc}	15,16±0,36^{Babc}
	12.AY	86,64±1,08^{Ade}	1,40±0,09^{Ec}	15,68±0,15^{Ba}

Tablo 4.7'nin devamı

Numune	Zaman(Ay)	*L**	*a**	*b**
	0.AY	91,37±1,40^{Aa}	1,84±0,15^{Bb}	14,83±0,46^{Ae}
	1.AY	89,70±1,14^{ABab}	1,86±0,06^{Bb}	15,72±0,17^{Ade}
	2.AY	90,26±1,05^{Aab}	1,77±0,18^{Bb}	15,65±0,58^{Ade}
	3.AY	87,78±0,53^{ABab}	1,79±0,13^{Bb}	15,62±0,39^{Ade}
	4.AY	88,98±0,44^{Aab}	1,72±0,58^{Bb}	15,37±0,27^{BCDde}
	5.AY	87,04±1,05^{ABab}	1,63±0,19^{Db}	15,51±0,22^{ABCde}
TS2	**6.AY**	87,45±0,90^{Aab}	1,75±0,09^{Bb}	15,22±0,22^{BCDde}
	7.AY	86,96±0,64^{ABCab}	1,87±0,10^{Cb}	15,47±0,59^{Bde}
	8.AY	79,07±2,49^{Ccd}	2,59±0,21^{Aa}	16,05±0,87^{ABcd}
	9.AY	82,38±2,64^{Dc}	2,61±0,23^{BCa}	17,17±0,38^{Ab}
	10.AY	80,17±1,40^{Bcd}	2,58±0,36^{ABCa}	17,00±0,20^{ABbc}
	11.AY	82,35±2,54^{ABc}	2,37±0,71^{Ba}	17,59±0,76^{Ab}
	12.AY	77,88±2,31^{BCd}	2,73±0,21^{Ba}	18,96±0,81^{Aa}
	0.AY	89,45±2,09^{Aa}	2,31±0,14^{Aab}	14,89±0,44^{Aab}
	1.AY	89,25±2,27^{ABa}	2,19±0,18^{Abc}	15,08±0,65^{Aab}
	2.AY	89,38±1,18^{Aa}	2,30±0,10^{Aab}	15,61±0,29^{Aa}
	3.AY	87,07±1,08^{Babc}	2,09±0,13^{Abc}	15,69±0,40^{Aa}
	4.AY	87,27±0,99^{Babc}	2,17±0,12^{Abc}	15,49±0,45^{ABCDa}
	5.AY	86,96±1,07^{ABabc}	2,23±0,12^{ABbc}	15,77±0,25^{ABa}
BV1	**6.AY**	86,30±0,66^{Abcd}	2,13±0,08^{Abc}	15,25±0,31^{BCDab}
	7.AY	87,79±1,18^{ABab}	2,27±0,08^{ABabc}	15,00±0,51^{Bab}
	8.AY	84,88±1,37^{Acd}	2,21±0,13^{Cbc}	15,08±0,29^{BC}
	9.AY	85,35±1,24^{ABCDbcd}	2,56±0,18^{Ca}	15,55±0,25^{Ba}
	10.AY	85,22±0,89^{Abcd}	2,31±0,09^{BCDab}	14,39±0,59^{Cab}
	11.AY	83,78±1,76^{ABd}	1,97±0,25^{Cc}	14,53±0,40^{Bab}
	12.AY	84,55±1,26^{ABcd}	2,01±0,19^{Cbc}	15,58±0,37^{Ba}
	0.AY	89,45±2,09^{Aab}	2,31±0,14^{Acd}	14,89±0,44^{Af}
	1.AY	87,04±1,96^{Babc}	2,31±0,10^{Acd}	15,45±0,37^{Af}
	2.AY	89,87±0,93^{Aa}	2,19±0,10^{Acd}	15,68±0,31^{Adf}
	3.AY	86,99±0,67^{Babc}	2,16±0,09^{Acd}	15,73±0,44^{Adf}
	4.AY	88,18±0,76^{ABab}	2,10±0,21^{Ad}	16,16±0,22^{Acdef}
	5.AY	86,82±0,97^{ABabc}	2,30±0,13^{Acd}	15,88±0,54^{Adf}
BS1	**6.AY**	86,51±0,50^{Aabc}	2,22±0,13^{Acd}	16,04±0,24^{Adef}
	7.AY	86,74±0,45^{ABCabc}	2,43±0,05^{Abc}	16,84±0,08^{Abcde}
	8.AY	83,63±1,61^{ABcde}	2,80±0,17^{Aa}	16,80±0,73^{Abcde}
	9.AY	85,46±0,83^{ABCbcd}	2,92±0,10^{Aa}	17,40±0,15^{Aabc}
	10.AY	79,84±1,53^{Bef}	2,86±0,27^{Aa}	17,16±0,39^{ABabcd}
	11.AY	81,91±4,48^{ABde}	2,79±0,14^{Aa}	17,61±0,92^{Aab}
	12.AY	77,43±2,95^{BCf}	2,64±0,21^{Bab}	18,21±1,53^{Aa}

Tablo 4.7' nin devamı

Numune	Zaman(Ay)	*L**	*a**	*b**
	0.AY	89,45±2,09^{Aabc}	2,31±0,14^{Aa}	14,89±0,44^{Acd}
	1.AY	91,08±0,62^{Aa}	2,14±0,11^{Aabc}	15,23±0,29^{Abcd}
	2.AY	90,35±0,42^{Aab}	2,25±0,05^{Aab}	15,66±0,22^{Aab}
	3.AY	87,62±0,35^{ABcd}	2,13±0,09^{Aabc}	15,66±0,34^{Aab}
	4.AY	88,28±0,59^{ABbcd}	2,06±0,04^{Abcd}	16,00±0,31^{ABa}
	5.AY	86,90±0,99^{ABd}	2,13±0,11^{ABabc}	15,26±0,28^{BCabcd}
BV2	**6.AY**	86,33±1,12^{Ad}	2,10±0,14^{Aabc}	15,09±0,26^{Dbcd}
	7.AY	88,14±0,28^{Acd}	1,99±0,04^{Ccde}	15,04±0,14^{Bbcd}
	8.AY	86,25±0,69^{Ad}	2,24±0,09^{BCabc}	15,49±0,31^{BCabc}
	9.AY	86,94±0,66^{ABd}	2,24±0,10^{Dab}	15,37±0,32^{Babcd}
	10.AY	86,57±1,51^{Ad}	2,22±0,22^{CDabc}	14,98±0,35^{Cbcd}
	11.AY	86,22±1,58^{Ad}	1,75±0,17^{CDe}	14,62±0,64^{Bd}
	12.AY	86,12±0,32^{ABd}	1,84±0,08^{CDde}	15,25±0,40^{Babcd}
	0.AY	89,45±2,09^{Aab}	2,31±0,14^{Acd}	14,89±0,44^{Af}
	1.AY	89,90±1,62^{Aa}	2,28±0,14^{Ac}	15,60±0,23^{Adef}
	2.AY	90,11±0,42^{Aa}	2,20±0,12^{Ac}	15,65±0,22^{Adef}
	3.AY	87,39±0,33^{ABabc}	2,09±0,09^{Ac}	15,70±0,24^{Adef}
	4.AY	88,42±0,72^{ABab}	2,11±0,03^{Ac}	15,96±0,13^{ABCcde}
	5.AY	87,69±0,43^{ABabc}	2,13±0,06^{ABc}	15,47±0,30^{ABCef}
BS2	**6.AY**	86,33±0,73^{Abcd}	2,25±0,09^{Ac}	15,64±0,28^{ABCdef}
	7.AY	86,98±0,64^{ABCabc}	2,22±0,07^{Bc}	15,75±0,34^{Bdef}
	8.AY	83,25±2,17^{ABde}	2,57±0,14^{ABbc}	16,91±0,59^{Aabc}
	9.AY	84,37±1,02^{BCDde}	2,87±0,16^{ABa}	17,05±0,23^{Aab}
	10.AY	80,45±1,17^{Be}	2,71±0,23^{ABab}	16,56±0,79^{Abcd}
	11.AY	80,61±3,93^{Be}	2,60±0,12^{ABab}	16,58±1,15^{Abcd}
	12.AY	80,53±1,33^{Be}	2,65±0,14^{Bab}	17,89±0,35^{Aa}

Aynı sutündaki büyük harflerdeki (A-E) farklılı numuneler arasındaki farkın istatistiksel olarak (p<0,05) farklı olduğunu, aynı sütundaki küçük harflerdeki (a-h) farklılık numunenin başlangıç değerine göre fark olup olmadığını göstermektedir.

TV1: 120 g tereyağlı vakum ambalajlı çekme helva, TS1: 120 g tereyağlı shrink ambalajlı çekme helva, TV2: 280 g tereyağlı vakum ambalajlı çekme helva, TS2: 280 g tereyağlı shrink ambalajlı çekme helva, BV1: 120 g bitkisel margarinli vakum ambalajlı çekme helva, BS1: 120 g bitkisel margarinli shrink ambalajlı çekme helva, BV2: 280 g bitkisel margarinli vakum ambalajlı çekme helva, BS2: 280 g bitkisel margarinli shrink ambalajlı çekme helva

12 aylık depolama süresi sonununda tereyağlı numuneler kendi içerisinde incelendiğinde *(L*),* (a^*) ve (b^*) değerleri arasında istatistiki olarak (p<0,05) farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Paketleme tekniği açısından incelendiğinde ise tereyağlı vakum ambalajlı (TV1, TV2) numunelerin depolama süresi sonunda parlaklık *(L*)* değerlerinin, shrink ambalajlı numunelerin (TS1, TS2) parlaklık *(L*)*

değerlerinden istatistiki olarak anlamlı düzeyde (p<0,05) yüksek olduğu tespit edilmiştir. Shrink ambalajlı numunelerin (TS1, TS2) kırmızılık (a^*) ve sarılık (b^*) değerlerinin vakum ambalajlı numunelerin kırmızılık (a^*) ve sarılık (b^*) değerlerinden istatistiki olarak anlamlı şekilde (p<0,05) yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun ambalajlama farklılığından ve shrink ambalajlı numunelerin daha fazla nem almasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Gramaj farklılığı olarak incelendiğinde, TV1 ve TV2 numunelerinin parlaklık *(L*),* kırmızılık (a^*) ve sarılık (b^*) değerleri arasında istatistiki olarak anlamlı fark (p>0,05) olmadığı tespit edilmiştir. TS1 ve TS2 numuneleri arasında parlaklık *(L*)*ve sarılık (b^*) değerleri arasında istatistiki olarak anlamlı (p>0,05) fark olmadığı, TS1 numunesinin kırmızılık (a^*) değerinin (3,25), TS2 numunesinin kırmızlık (a^*) değerinden (2,73) istatistiki olarak anlamlı derecede (p<0,05) yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun TS1 numunesinin daha fazla nem almasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Depolama süresi sonunda bitkisel margarinli numuneler kendi içerisinde incelendiğinde ise paketleme tekniği açısından vakum ambalajlı (BV1 ve BV2) numunelerinin parlaklık *(L*)* değerlerinin, shrink ambalajlı numunelerin (BS1, BS2) parlaklık *(L*)* değerlerinden istatistiki olarak anlamlı düzeyde (p<0,05) yüksek olduğu tespit edilmiştir. Shrink ambalajlı numunelerin (BS1, BS2) kırmızılık (a^*) ve sarılık (b^*) değerlerinin vakum ambalajlı numunelerin kırmızılık (a^*) ve sarılık (b^*) değerlerinden istatistiki olarak anlamlı düzeyde (p<0,05) yüksek olduğu tespit edilmiştir. Gramaj farklılığı açısından BV1 ve BV2 numuneleri arasında, BS1 ve BS2 numunelerinin de kendi aralarında parlaklık (L^*), kırmızılık (a^*), sarılık (b^*) değerleri arasında istatistiki olarak fark olmadığı (p>0,05) tespit edilmiştir.

Tereyağlı ve bitkisel margarinli ürünlerin depolama süresi sonunda renk değerleri incelendiğinde kendi içerisinde değişken olduğu ve renk değerleri değişimi üzerinde yağ ve gramaj farklılığından çok ambalajlama tekniğinin istatistiki olarak anlamlı şekilde (p<0,05) etkili olduğu tespit edilmiştir. Tereyağlı ve bitkisel margarinli farketmeksizin bütün numunelerin depolama süresi sonunda parlaklık (L^*) değerinin düştüğü ancak vakum ambalajlı numunelerin parlaklık (L^*) değerinin shrink ambalajlı numunelerin parlaklık (L^*) değerlerinden istatistiki olarak (p<0,05) yüksek

olduğu tespit edilmiştir. Shrink ambalajlı numunelerin (TS1, TS2, BS1, BS2) kırmızılık (a^*) ve sarılık (b^*) değerlerinin vakum ambalajlı numunelerin (TV1, TV2, BV1, BV2) kırmızılık (a^*) ve sarılık (b^*) değerlerinden istatistiki olarak anlamlı düzeyde (p<0,05) yüksek olduğu tespit edilmiştir.

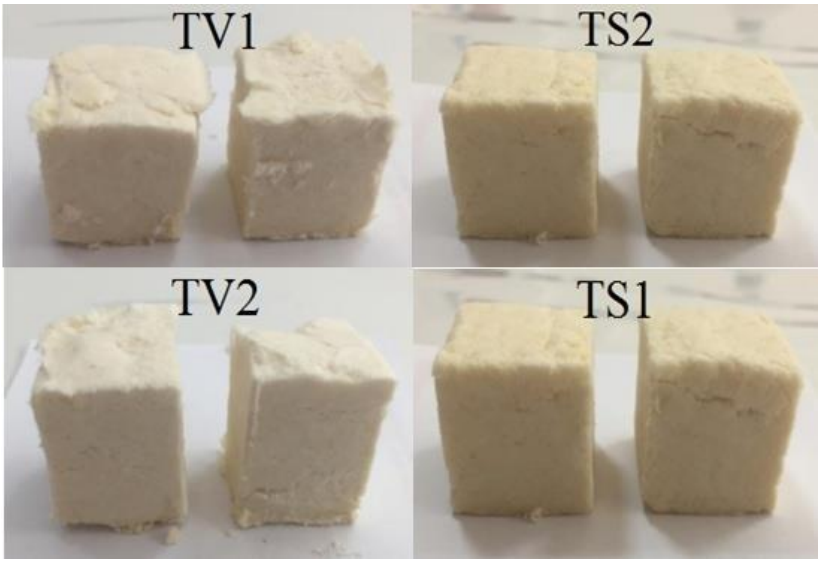
Yapılan bir çalışmada Atıl (2015), farklı sıcaklıklarda (25ºC ve 35ºC) tutulan saray helvasının bağıl nem arttıkça her iki sıcaklık değerinde de parlaklık (L^*) değerinin düştüğü, kırmızılık (a^*) değerinin arttığı tespit etmiştir. Sarılık (b^*) değerinin ise %22-65 bağıl nem aralığında artarken, bu bağıl nem değerinden sonra ise düştüğünü gözlemlemiştir. Bu tez çalışması için üretilen çekme helva örnekleri yapılan çalışma ile benzer bir davranış göstermiştir. Özellikle shrink ambalajlı numunelerde rutubet artışının fazla olması sarılık (b^*) ve kırmızılık (a^*) değerlerindeki artışın ve parlaklık (L^*) değerindeki düşüşün vakum ambalajlı ürünlere göre daha fazla olduğu ve bu durum üzerinde rutubet değerlerinin etkili olduğu tespit edilmiştir. Şeker içeren ürünlerin yapısındaki indirgen şekerler, amin içeren protein grubu ve su varlığında depolama sırasında zamanla maillard reaksiyonlarına girebilir. Bu durum özellikle shrink ambalajlı çekme helvaların renginin daha fazla sararmasının nedeni olduğu düşünülmektedir. Yüksek nemlerde koyulaşmanın kırmızılık (a^*) değerlerinde de artışa yol açtığı düşünülmektedir. Helvanın renginin koyulaşmasının da depolama süresince (L^*) değerinde düşüşe yol açtığı düşünülmektedir. Yapılan diğer bir çalışmada Güneşer (2009), sıcaklık artışına bağlı olarak tahin helvası örneklerinin sarılık (b^*) değerinin 36 günlük depolama süresi sonunda arttığı tespit etmiştir. Yapılan çalışmalarda ve bu tez çalışması sonucunda görüldüğü üzere şekerli bir üründe sıcaklık ve rutubet değerlerinin depolama süresince renk değerleri değişimi üzerinde etkisi olağan bir durumdur.

Kastamonu Çekme Helvası vb. ürünlerin depolama süresince beklenen kendine özgü karakteristik renginin korunması, kolorimetrik olarak parlaklık (L^*) değerinin düşmemesi, kırmızılık (a^*) ve sarılık (b^*) değerlerin de artmaması yönündedir. Değerler bu açıdan değerlendirildiğinde depolama süresince parlaklık (L^*), kırmızılık (a^*) ve sarılık (b^*) değerlerinin korunması açısından vakum ambalajlama tekniğinin shrink ambalajlama tekniğine göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

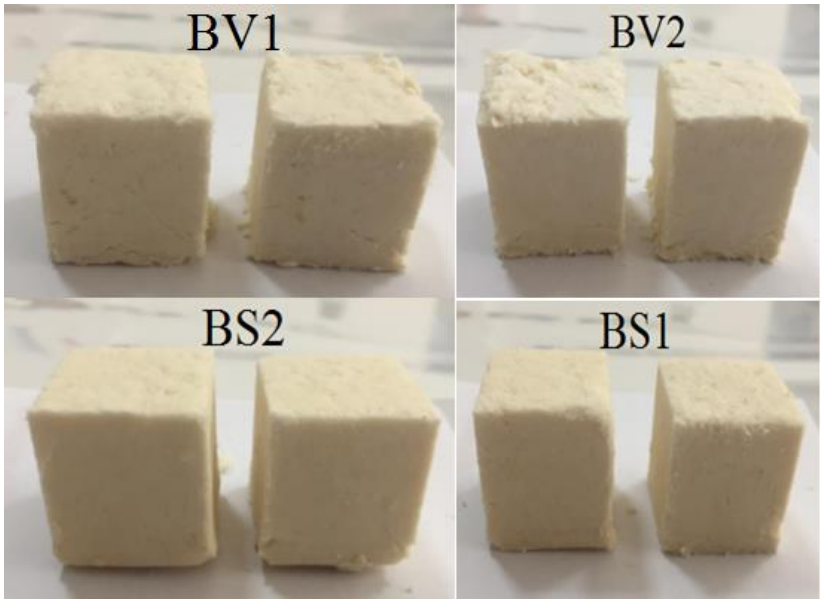
Çekme helva numunelerinin depolama süresince renk değerlerine ait değişim grafiği eğrileri Şekil 4.14; 4.15; 4.16'da verilmiştir. Renk değişimlerini gösteren görüntüleri ise Şekil 4.17; 4.18; 4.19; 4.20; 4.21; 4.22; 4.23'te verilmiştir.



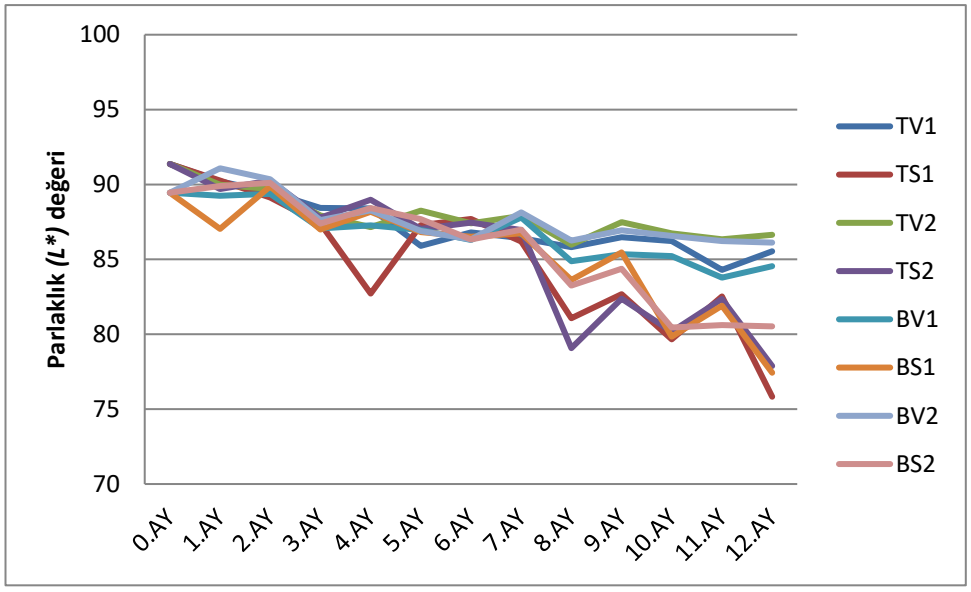
Şekil 4.11 Çekme helva numunelerinin başlangıç görüntüleri



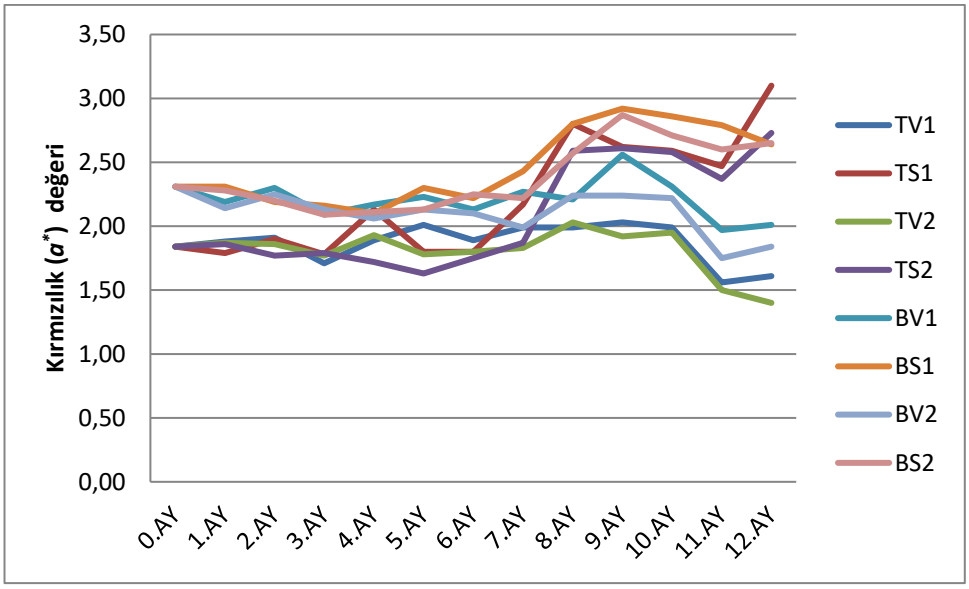
Şekil 4.12 Tereyağlı numunelerin 12 aylık depolama sonundaki görüntüleri



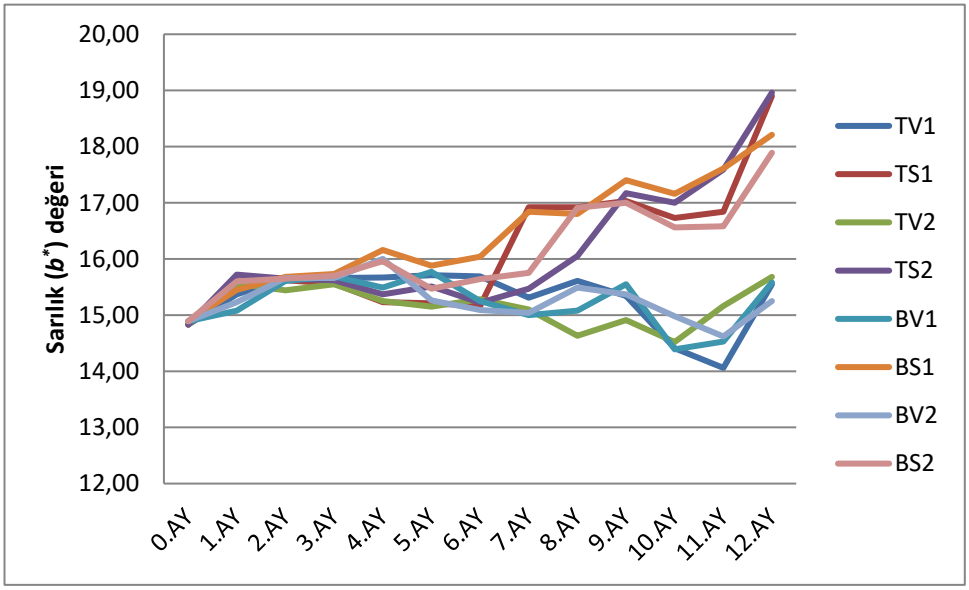
Şekil 4.13 Bitkisel margarinli numunelerin 12 aylık depolama sonundaki görüntüleri



Şekil 4.14 Çekme helva numunelerinin 12 aylık depolama süresince parlaklık *(L*)* değeri değişimleri



Şekil 4.15 Çekme helva numunelerinin 12 aylık depolama süresince kırmızılık (a^*) değeri değişimleri



Şekil 4.16 Çekme helva numunelerini 12 aylık depolama süresince sarılık (b^*) değerideğişimleri

4.2.6 Duyusal Değerlendirme Sonuçları

Gıdalarda bozulmayı tespit etmek için birçok yöntem kullanılır. Yeme kalitesini ölçmek için duyusal analiz kullanılan en yaygın tekniktir (Gebresellassie ve Clifford, 2016). Bir gıdanın duyusal özelliği onun rengi, tadı, dış görünüşü ve tekstürüyle doğrudan ilişkilidir (İlaslan, 2014). Bu tez çalışmasında 3 farklı bağımsız değişkenin (yağ çeşidi, ambalaj ve gramaj) 12 aylık depolama süresince çekme helvanın duyusal

değişimlerine etkisi incelenmiştir. Tablo 4.8'de görüldüğü üzere başlangıçta tereyağıyla ve bitkisel margarinle üretilen çekme helva numuneleri arasında görünüş, doku, lezzet ve yeme kalitesi genel duyusal nitelikleri arasında istatistiki olarak anlamlı (p>0,05) fark olmadığı tespit edilmiştir. İki farklı yağ çeşidinin genel beğeni açısından fark oluşturmadığı gözlenmiştir.

12 aylık depolama sonunda genel duyusal özelliklerde kayıplar olduğu ve kayıp üzerinde yağ farklılığından çok ambalajlama tekniğinin istatistiki olarak anlamlı (p<0,05) farklılık oluşturduğu belirlenmiştir. Özellikle shrink ambalajlı numuneler ve vakum ambalajlı numunelerin duyusal niteliklerinde istatistiki olarak anlamlı (p<0,05) fark olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak 7 aylık depolama süresi içerisinde tereyağlı ve bitkisel margarinli vakum ambalajlı numunelerin duyusal niteliklerini kaybetmediği ancak 8. aydan sonra istatistiki olarak anlamlı (p<0,05) düşme olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.8 Duyusal değerlendirme sonuçları

Numune	Analiz Süresi	Görünüş	Doku	Lezzet	Yeme kalitesi
	0.AY	5,00±0,00^{Aa}	4,90±0,30^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	1.AY	5,00±0,00^{Aa}	4,90±0,30^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	2.AY	5,00±0,00^{Aa}	4,90±0,30^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	3.AY	5,00±0,00^{Aa}	4,90±0,50^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	4.AY	4,90±0,30^{Ab}	4,90±0,40^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	5.AY	4,90±0,30^{Ab}	4,90±0,50^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
TV1	**6.AY**	4,80±0,40^{Ac}	4,80±0,40^{Ab}	5,00±0,30^{Aa}	4,90±0,30^{Ab}
	7.AY	4,70±0,50^{Bd}	4,70±0,50^{Bc}	4,90±0,30^{Ab}	4,90±0,30^{Ab}
	8.AY	4,50±0,50^{Be}	4,00±0,50^{Be}	4,50±0,50^{Cc}	4,00±,0,00^{Bc}
	9.AY	4,50±0,50^{Ae}	4,00±0,50^{Be}	4,40±0,50^{Bd}	4,00±0,00^{Bc}
	10.AY	4,30±0,50^{Bf}	4,00±0,50^{Be}	4,40±0,50^{Ad}	4,00±0,00^{Bc}
	11.AY	4,00±0,80^{Ag}	4,10±0,80^{Bd}	3,80±0,10^{Be}	3,80±1,00^{Cd}
	12.AY	3,00±0,80^{Bg}	3,20±0,40^{Bf}	3,00±0,00^{Bf}	3,00±0,00^{Cf}
	0.AY	5,00±0,00^{Aa}	4,90±0,30^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	1.AY	5,00±0,00^{Aa}	4,90±0,30^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	2.AY	4,90±0,30^{Ab}	4,90±0,30^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	3.AY	4,90±0,30^{Ab}	4,90±0,50^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}	4,90±0,10^{Ab}
	4.AY	4,80±0,40^{Ac}	4,80±0,50^{Ab}	5,00±0,00^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	5.AY	4,80±0,40^{Ac}	4,80±0,50^{Ab}	5,00±0,00^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
TS1	**6.AY**	4,50±0,50^{Cd}	3,00±0,00^{Cc}	4,50±0,50^{Db}	3,00±0,00^{Ac}
	7.AY	3,30±0,50^{Ee}	2,00±0,00^{Ee}	3,00±0,00^{Ec}	1,00±0,00^{Ef}
	8.AY	3,00±0,00^{Df}	3,00±0,00^{Cc}	3,00±0,00^{Dc}	2,80±0,40^{Cd}
	9.AY	2,00±0,00^{Ch}	3,00±0,00^{Cc}	1,00±0,00^{De}	3,00±0,00^{Cc}
	10.AY	2,50±0,50^{Eg}	3,00±0,00^{Cc}	2,00±0,50^{Cd}	3,00±0,00^{Cc}
	11.AY	2,00±0,00^{Ch}	2,90±0,30^{Dd}	2,00±0,20^{Dd}	3,00±0,00^{Dc}
	12.AY	1,50±0,00^{Ch}	3,00±0,00^{Cd}	1,00±0,00^{De}	2,00±0,00^{Ee}
	0.AY	5,00±0,00^{Aa}	4,90±0,30^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	1.AY	5,00±0,00^{Aa}	4,90±0,30^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	2.AY	5,00±0,00^{Aa}	4,90±0,30^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	3.AY	5,00±0,00^{Aa}	4,90±0,50^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	4.AY	4,90±0,30^{Ab}	4,90±0,50^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	5.AY	4,90±0,30^{Ab}	4,90±0,50^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
TV2	**6.AY**	4,80±0,40^{Ac}	4,80±0,40^{Ab}	4,90±0,30^{Ab}	4,90±0,30^{Ab}
	7.AY	4,70±0,50^{Bd}	4,70±0,80^{Bc}	4,80±0,40^{Bc}	4,90±0,30^{Ab}
	8.AY	4,70±0,50^{Ad}	4,70±0,50^{Ac}	4,80±0,30^{Ac}	4,80±0,40^{Ac}
	9.AY	4,50±0,50^{Ae}	4,50±0,50^{Ad}	4,50±0,50^{Ad}	4,50±0,50^{Ad}
	10.AY	4,40±0,0^{Af}	4,40±0,50^{Ae}	4,40±0,50^{Ae}	4,40±0,50^{Ae}
	11.AY	3,70±0,50^{Bg}	4,20±0,80^{Af}	4,30±0,10^{Af}	4,00±0,70^{Bf}
	12.AY	3,70±0,50^{Bg}	4,00±0,00^{Ag}	4,00±0,00^{Ag}	4,00±0,00^{Bg}

Tablo 4.8'in devamı

Numune	Analiz Süresi	Görünüş	Doku	Lezzet	Yeme kalitesi
	0.AY	5,00±0,00^{Aa}	4,90±0,30^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	1.AY	5,00±0,00^{Aa}	4,90±0,30^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	2.AY	4,90±0,30^{Ab}	4,90±0,30^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	3.AY	4,90±0,30^{Ab}	4,90±0,50^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	4.AY	4,80±0,40^{Ac}	4,80±0,50^{Ab}	5,00±0,00^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	5.AY	4,80±0,40^{Ac}	4,80±0,50^{Ab}	5,00±0,00^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
TS2	**6.AY**	4,70±0,50^{Bd}	4,70±0,50^{Bc}	4,90±0,30^{Ab}	4,90±0,30^{Ab}
	7.AY	4,60±0,50^{Cd}	4,20±0,40^{Cd}	4,70±,0,50^{Cc}	4,60±0,50^{Cc}
	8.AY	3,30±0,50^{Ce}	2,00±0,00^{Df}	3,00±0,10^{Dd}	1,00±0,50^{Dg}
	9.AY	2,00±0,00^{Cg}	3,00±0,50^{Ce}	1,00±0,00^{Dg}	2,90±0,50^{Dd}
	10.AY	2,50±0,50^{Ef}	2,00±0,00^{Df}	1,50±0,50^{Df}	1,00±0,00^{Eg}
	11.AY	2,00±0,00^{Cg}	2,00±0,00^{Ff}	1,80±0,40^{Ee}	1,10±0,30^{Ff}
	12.AY	2,00±0,00^{Cg}	3,00±0,00^{Ce}	1,00±0,00^{Dg}	2,00±0,00^{Fe}
	0.AY	5,00±0,00^{Aa}	4,90±0,30^{Aa}	4,80±0,40^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	1.AY	5,00±0,00^{Aa}	4,90±0,30^{Aa}	4,80±0,40^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	2.AY	4,90±0,30^{Ab}	4,90±0,30^{Aa}	4,80±0,40^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	3.AY	4,90±0,30^{Ab}	4,90±0,50^{Aa}	4,80±0,40^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	4.AY	4,90±0,30^{Ab}	4,90±0,50^{Aa}	4,80±0,40^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	5.AY	4,90±0,30^{Ab}	4,90±0,50^{Aa}	4,80±0,40^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
BV1	**6.AY**	4,80±0,40^{Ac}	4,80±0,50^{Ab}	4,70±0,50^{Cb}	4,90±0,30^{Ab}
	7.AY	4,80±0,40^{Ac}	4,80±0,50^{Ab}	4,70±0,50^{Cb}	4,80±0,40^{Bb}
	8.AY	4,70±0,50^{Ad}	4,00±0,30^{Bc}	4,70±0,50^{Bb}	4,00±0,00^{Bc}
	9.AY	4,50±0,50^{Ae}	4,00±0,00^{Bc}	4,50±0,50^{Ac}	4,00±0,00^{Bc}
	10.AY	4,00±0,00^{Cf}	3,00±0,00^{Cd}	3,00±0,50^{Bd}	2,00±0,00^{De}
	11.AY	4,00±0,00^{Af}	2,60±1,20^{Ee}	3,00±0,00^{Cd}	3,00±1,50^{Dd}
	12.AY	4,00±0,00^{Af}	3,00±0,00^{Cd}	2,00±0,00^{Ce}	3,00±0,00^{Dd}
	0.AY	5,00±0,00^{Aa}	4,90±0,30^{Aa}	4,80±0,40^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	1.AY	5,00±0,00^{Aa}	4,90±0,30^{Aa}	4,80±0,40^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	2.AY	4,90±0,30^{Ab}	4,90±0,30^{Aa}	4,80±0,40^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	3.AY	4,90±0,30^{Ab}	4,90±0,50^{Aa}	4,80±0,40^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	4.AY	4,80±0,40^{Ac}	4,80±0,50^{Ab}	4,80±0,40^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	5.AY	4,90±0,30^{Ab}	4,80±0,50^{Ab}	4,80±0,40^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
BS1	**6.AY**	4,00±0,00^{Dd}	1,00±0,50^{Ee}	4,40±0,50^{Eb}	1,00±0,40^{Cc}
	7.AY	4,00±0,00^{Dd}	2,00±0,00^{Ed}	3,70±0,50^{Dc}	1,00±0,00^{Ec}
	8.AY	3,30±0,50^{Ce}	2,00±0,00^{Dd}	3,00±0,00^{Dd}	1,00±0,50^{Dc}
	9.AY	2,00±0,00^{Cf}	3,00±0,00^{Cc}	1,00±0,10^{Df}	2,00±0,0^{Eb}
	10.AY	2,00±0,00^{Ff}	3,00±0,00^{Cc}	1,00±0,10^{Ef}	2,00±0,0^{Db}
	11.AY	2,00±0,00^{Cf}	3,00±0,00^{Cc}	2,00±0,00^{De}	2,00±0,00^{Eb}
	12.AY	2,00±0,10^{Cf}	3,00±0,00^{Cc}	1,00±0,00^{Df}	2,00±0,00^{Eb}

Tablo 4.8'in devamı

Numune	Analiz Süresi	Görünüş	Doku	Lezzet	Yeme kalitesi
	0.AY	5,00±0,00^{Aa}	4,90±0,30^{Aa}	4,80±0,40^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	1.AY	5,00±0,00^{Aa}	4,90±0,30^{Aa}	4,80±0,40^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	2.AY	4,90±0,30^{Ab}	4,90±0,50^{Aa}	4,80±0,40^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	3.AY	4,90±0,30^{Ab}	4,90±0,50^{Aa}	4,80±0,40^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	4.AY	4,90±0,30^{Ab}	4,90±0,30^{Aa}	4,80±0,40^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	5.AY	4,90±0,30^{Ab}	4,90±0,40^{Aa}	4,80±0,40^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
BV2	**6.AY**	4,80±0,40^{Ac}	4,80±0,50^{Ab}	4,80±0,40^{Ba}	4,90±0,30^{Ab}
	7.AY	4,70±0,50^{Bd}	4,70±0,50^{Bc}	4,70±0,50^{Cb}	4,80±0,40^{Bc}
	8.AY	4,70±0,50^{Ad}	4,70±0,50^{Ac}	4,70±0,50^{Bb}	4,70±0,50^{Ad}
	9.AY	4,50±0,50^{Ae}	4,50±0,5^{Ae}	4,50±0,50^{Ac}	4,50±0,50^{Ae}
	10.AY	4,40±0,50^{Af}	4,40±0,80^{Af}	4,40±0,50^{Cd}	4,40±0,50^{Af}
	11.AY	4,00±0,00^{Ag}	4,10±0,30^{Bg}	4,30±0,50^{Ae}	4,20±0,40^{Ag}
	12.AY	4,00±0,00^{Ag}	4,00±0,00^{Ah}	3,00±0,00^{Bf}	3,00±0,00^{Ah}
	0.AY	5,00±0,00^{Aa}	4,90±0,30^{Aa}	4,80±0,40^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	1.AY	5,00±0,00^{Aa}	4,90±0,30^{Aa}	4,80±0,40^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	2.AY	4,90±0,30^{Ab}	4,90±0,30^{Aa}	4,80±0,40^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	3.AY	4,90±0,30^{Ab}	4,90±0,50^{Aa}	4,80±0,40^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
	4.AY	4,80±0,40^{Ac}	4,90±0,30^{Aa}	4,80±0,40^{Aa}	4,80±0,40^{Bb}
	5.AY	4,80±0,40^{Ac}	4,80±0,50^{Aa}	4,80±0,40^{Aa}	5,00±0,00^{Aa}
BS2	**6.AY**	4,00±0,00^{Dd}	2,00±0,50^{Dc}	4,00±0,10^{Fb}	1,00±0,50^{Cd}
	7.AY	4,00±0,00^{Dd}	3,00±0,00^{Db}	3,00±0,10^{Ec}	2,00±0,00^{Dc}
	8.AY	3,30±0,50^{Ce}	2,00±0,00^{Dc}	3,00±0,10^{Dc}	1,00±0,50^{Dd}
	9.AY	3,30±0,50^{Be}	2,00±0,00^{Dc}	3,00±1,00^{Cc}	1,00±0,50^{Fd}
	10.AY	2,60±0,50^{Df}	2,00±0,00^{Dc}	2,00±0,50^{Cd}	1,00±0,50^{Ed}
	11.AY	2,00±0,00^{Cg}	3,00±0,00^{Cb}	2,00±1,40^{Dd}	2,00±0,00^{Ec}
	12.AY	2,00±0,00^{Ch}	2,00±0,00^{Dc}	1,00±0,00^{De}	2,00±0,00^{Ed}

Aynı sütundaki büyük harflerdeki (A-F) farklılık numuneler arasındaki farkın istatistiki olarak ($p<0,05$) önemli olduğunu, aynı sutündaki küçük harflerdeki (a-h) farklılık numunenin başlangıç değerine göre fark olup olmadığı göstermektedir.

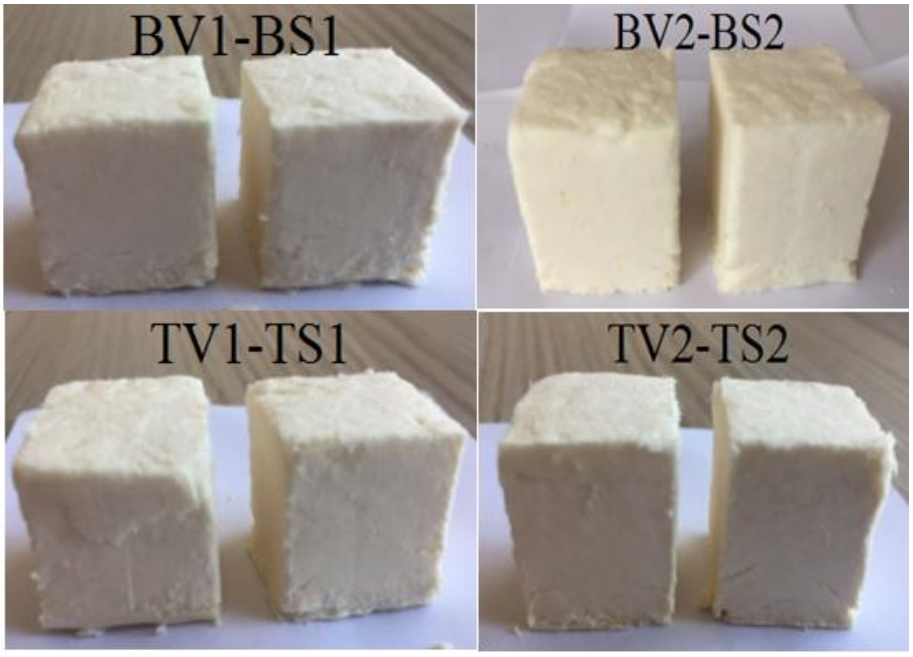
TV1: 120 g tereyağlı vakum ambalajlı çekme helva, TS1: 120 g tereyağlı shrink ambalajlı çekme helva, TV2: 280 g tereyağlı vakum ambalajlı çekme helva, TS2: 280 g tereyağlı shrink ambalajlı çekme helva, BV1: 120 g bitkisel margarinlivakum ambalajlı çekme helva, BS1: 120 g bitkisel margarinlishrink ambalajlı çekme helva, BV2: 280 g bitkisel margarinli vakum ambalajlı çekme helva, BS2: 280 g bitkisel margarinli shrink ambalajlı çekme helva

Shrink ambalajlı numunelerde kalite kaybının özellikle lezzet, yeme kalitesi ve doku olarak belirgin düzeyde algılandığı belirlenmiştir. Özellikle BS1 numunesinin yapılan panelde doku ve yeme kalitesinin 6 ve 8. aylarda çok düştüğü Tablo 4.8'de görülmektedir. Bu duyusal değerlendirmede bu numunenin 6. ayda çok yüksek derecede sertleştiği ve yeme kalitesinin düştüğü belirlenmiştir. Tablo 4.6'da verilen

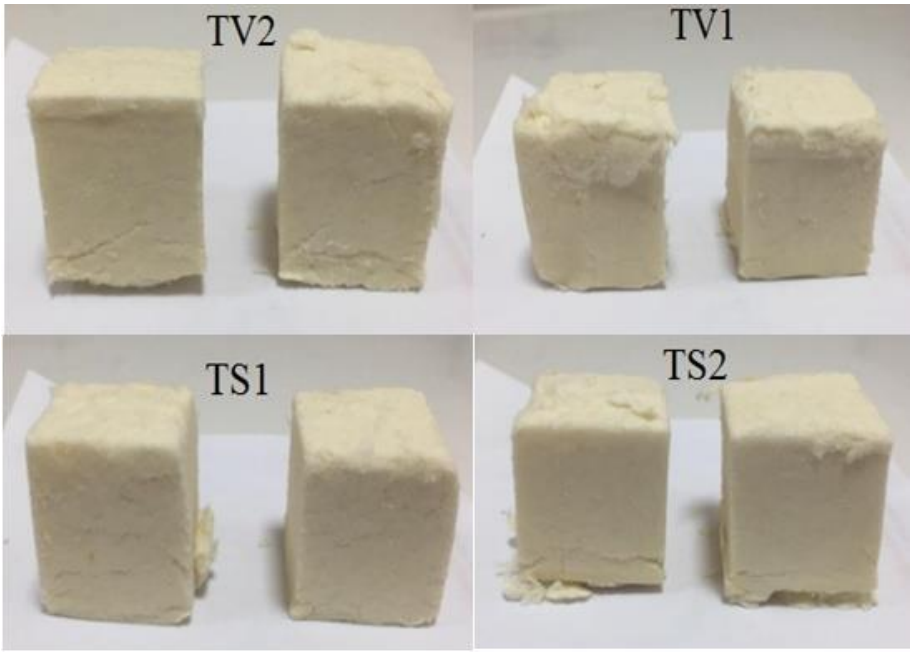
TPA değerlerinde de BS1 numunesinin 6. aydaki sertlik ve çiğneme değerinin de istatistiki olarak (p<0,05) yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun duyusal nitelikleri de düşürdüğü açıkça görülmektedir. Bu aydan sonra Tablo 4.1'de görüldüğü üzere rutubet değerlerinin arttığı ve 8. aydan itibaren TSE 13028'de belirtilen en yüksek %6 rutubet değerini aştığı tespit edilmiştir. Rutubet alışına bağlı olarak yapısı yumuşamış 8. ayda numune sakızlaşmış, 9. ayda ise ufalanır bir yapıya dönüşmüştür. Tüm bu değişimler çiğneme ve sertlik değerlerinde de değişim oluşturmuştur. Numunenin ufalanır yapıya dönüşmesi tat panelde doku ve yeme kalitesini de nispeten artırmıştır. Bu artış istatistiki olarak önemli (p<0,05) bulunmuştur. Benzer hâl değişimleri diğer shrink ambajlı numunlerde (TS1, TS2, BS2) de gözlenmiş ve başta doku ve yeme kalitesini önemli düzeyde düşürdüğü tespit edilmiştir.

Yapılan bu çalışma sonucunda Kastamonu Çekme Helvası'nın genel duyusal niteliklerini zamanla kaybettiği tespit edilmiştir. Depolama süresi sonunda vakum ambalajlı ürünlerin kalite özelliklerini shrink ambajlı numunelere göre anlamlı düzeyde korunduğu tespit edilmiştir. Shrink ambalajlı numunelerin duyusal nitelikleri üzerinde depolama süresince geçirdiği kalite paremetrelerindeki değişikliklerin etkili olduğu tespit edilmiştir. Özellikle Şekil 4.16'da verilen renk değişimlerinde açıkça görüldüğü üzere shrink ambalajlı numunelerin sarılık değerinin vakum ambalajlı numunelere göre istatistiki olarak (p<0,05) yüksek olması depolama süresi sonunda ürünlerin görünüş özelliğinin kabul edilebilirliğinde istatistiki olarak (p<0,05) düşüşe yol açtığı tespit edilmiştir. Rutubet artış ve azalışlarına bağlı olarak gelişen dokusal ve yapısal değişiklerinin ise numunelerin tat panelde doku, yeme kalitesi ve lezzet üzerinde düşüşe yol açtığı tespit edilmiştir. Kastamonu Çekme Helvası geleneksel hâli ile tereyağıyla üretilirken, yüksek maliyeti ve ürün şikâyetleri neticesinde coğrafi işaret başvurusu tereyağ/bitkisel margarin olarak yapılmış ve bitkisel margarin kullanımına dönülmüştür. Bu çalışmada tereyağlı numunelerin vakum paketleme tekniği ile kabul edilebilirliğinin depolama süresince devam ettiği gözlenmiştir. 12 aylık duyusal değerlendirme sonucunda ise panelistler tarafından en beğenilen helvanın 280 g tereyağlı vakum ambalajlı (TV2) numune olduğu tespit edilmiştir.

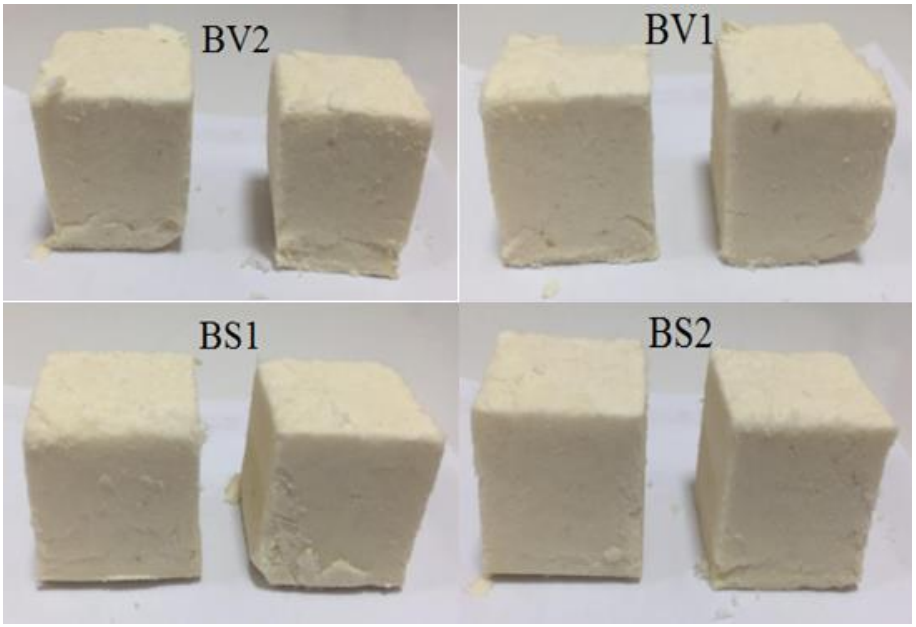
Çekme helva numunelerinin depolama süresince değişimlerini gösteren görüntüleri Şekil 4.17; 4.18; 4.19; 4.20; 4.21; 4.22; 4.23'te verilmiştir.



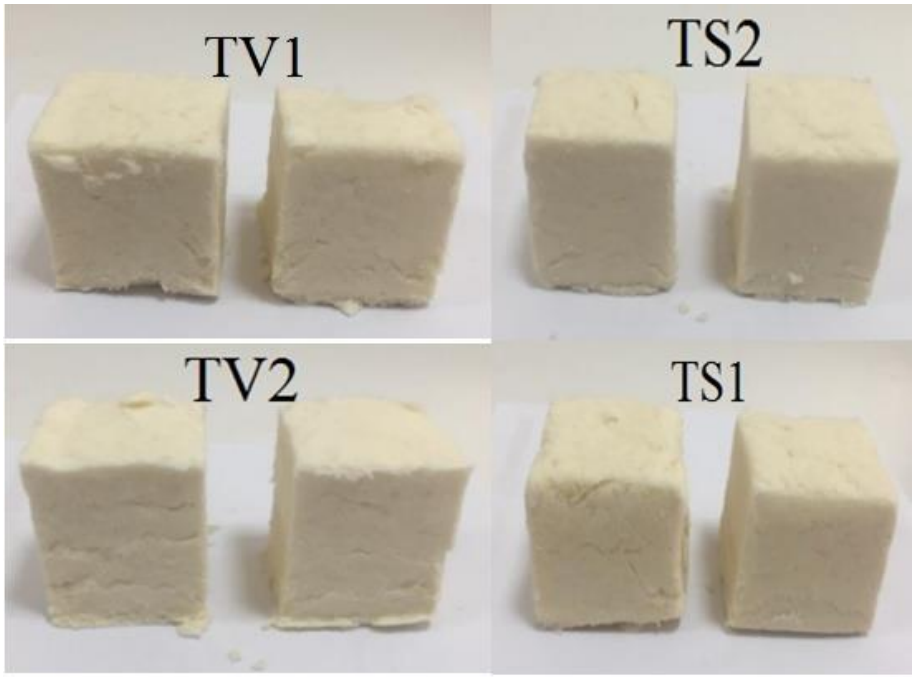
Şekil 4.17 Çekme helva numunelerinin başlangıç görüntüleri



Şekil 4.18 Tereyağlı çekme helva numunelerinin 3. aydaki görüntüleri



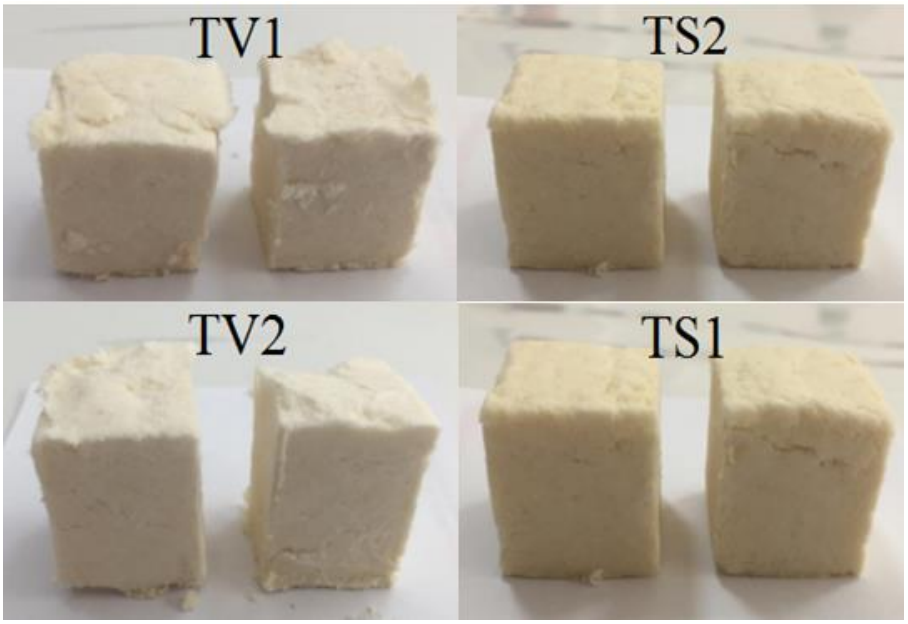
Şekil 4.19 Bitkisel margarinli çekme helva numunelerinin 3. aydaki görüntüleri



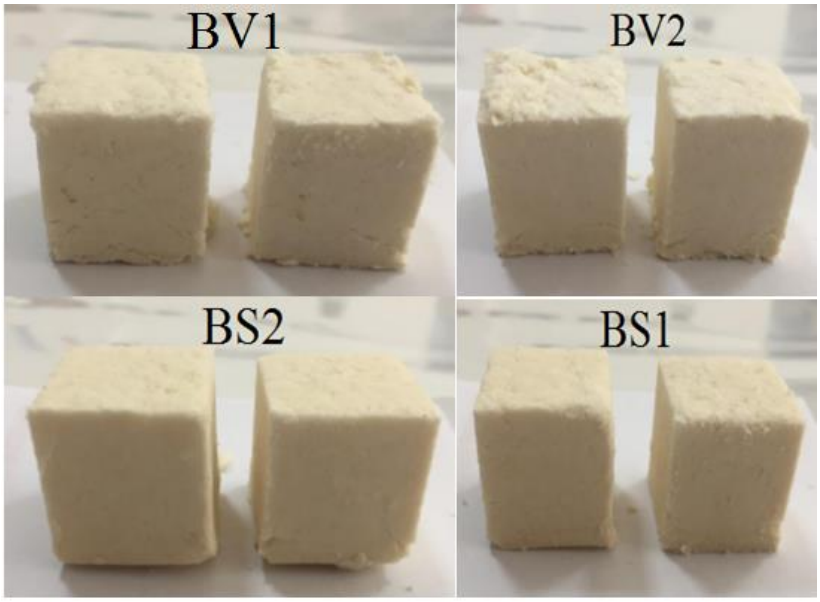
Şekil 4.20 Tereyağlı çekme helva numunelerinin 6. aydaki görüntüleri



Şekil 4.21 Bitkisel margarinli çekme helva numunelerinin 6. aydaki görüntüleri

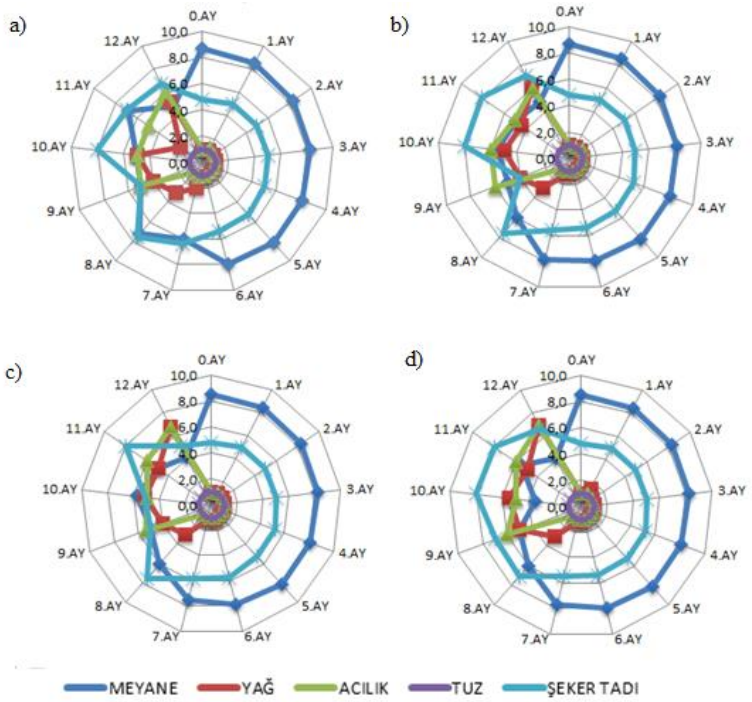


Şekil 4.22 Tereyağlı çekme helva numunelerinin12. aydaki görüntüleri



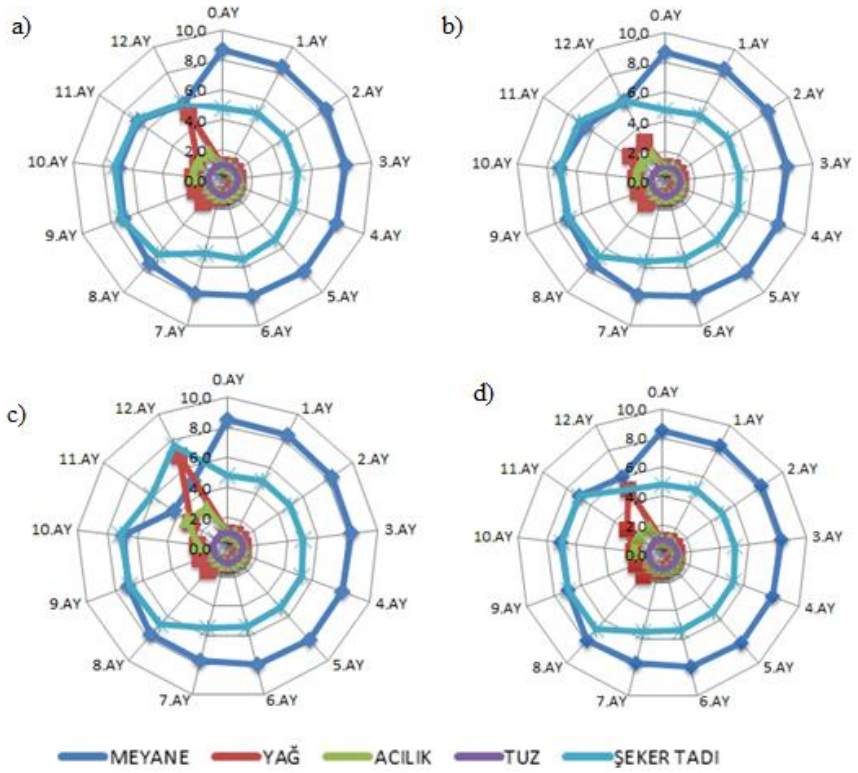
Şekil 4.23 Bitkisel margarinli çekme helva numunelerinin 12. aydaki görüntüleri

Bu tez çalışması kapsamında çekme helva numuneleri 12 aylık depolama süresince panelistlerin beğenisine sunulmuş ve çekme helva için geliştirilmiş lezzet profili puan skalasında 1-9 arası puanlanmıştır. Elde edilen değişimler radar grafikleri ile gösterilmiştir. Çalışma sonucunda shrink ambalajlı (TS1, TS2, BS1, BS2) numunelere ait elde edilen lezzet profili radar grafiği 4.24'te, vakum ambalajlı (TV1, TV2, BV1, BV2) numunelere ait lezzet profili radar grafiği Şekil 4.25'te verilmiştir.



Şekil 4.24 TS1(a), TS2 (b), BS1 (c), BS2(d) numunelerinin lezzet profili radar grafiği

Şekil 4.24'te verilen shrink ambalajlı numunelere ait lezzet profili radar grafikleri incelendiğinde başlangıçta meyane tadı yüksek, şeker tadı nispeten orta düzeyde hissedildiği görülmektedir. 0 ve 8. ay arasında bu özelliklerini koruduğu, 8. aydan itibaren kavrulmuş meyane tadının hissedilme derecesinin düştüğü, şeker tadının daha fazla algılandığı tespit edilmiştir. Bu aydan itibaren çekme helva numunelerinde yağ ve acılığın belirgin düzeyde hissedilmeye başlandığı, tuz tadının ise değişmediği görülmüştür. 8. aydan sonra shrink ambalajlı numunelerde görülen fiziksel, kimyasal değişimlerin panelistler tarafından da algılandığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.25 TV1 (a), TV2 (b), BV1 (c), BV2 (d) numunelerinin lezzet profili radar grafiği

Şekil 4.25'te görüldüğü üzere vakum ambalajlı numunelerde başlangıçta meyane tadı yüksek, şeker tadı nispeten orta düzeyde hissedilmektedir. 0 ve 8. ay arasında bu özelliklerini koruduğu, 8. aydan itibaren kavrulmuş meyane tadının hissedilme derecesinin nispeten düştüğü şeker tadının hissedilme düzeyindeki artışla hemen hemen aynı düzeyde algılanmaya başlandığı görülmüştür. Bu aydan itibaren çekme helva numunelerinde yağ ve acılığın nispeten hissedilmeye başlandığı, tuz tadının ise değişmediği görülmüştür.

Çekme helva lezzet profili radar grafiklerinden de görüldüğü üzere çekme helvanın depolama süresince özellikle shrink ambalajlı numunelerde belirgin düzeyde değişimler göstermiştir. Vakum ambalajlı numunelerin ise kendine özgü özelliklerini shrink ambalajlı numunelere göre önemli düzeyde koruduğu tespit edilmiştir. 8. aydan sonra fiziksel kimyasal değişimlerin özellikle shrink ambajlı numunelerde panalistler tarafından da algılandığı belirlenmiştir.

4.2.7 Kinetik Parametrelerin Hesabı

Çekme helvanın depolama süresince kalite paremetreleri üzerinde 3 farklı bağımsız değişkenin (yağ, ambalaj, gramaj) etkisinin incelendiği bu çalışmada, depolama süresince belirlenen kalite paremetrelerindeki değişimin raf ömrü kinetiği hesaplanmıştır. Tereyağlı numunelerde incelenen raf ömrü parametrelerinin reaksiyon kinetiğine dair korelasyon katsayıları (R^2 değerleri) ve reaksiyon kinetiği denklemleri Tablo 4.9 ve 4.10'da; bitkisel margarin ile üretilen numunelere ait R^2 değerler ise Tablo 4.10 ile 4.11'de verilmiştir. Gıdalarda raf ömrü tahminlemesinde "direkt" ve "indirekt" yöntemler kullanılmaktadır (Cemeroğlu, 2015; Seçer, 2019). Direkt yöntemde, ürün gerçek depolama ve dağıtım koşullarında tutularak belirli zaman aralıklarında üründe meydana gelen kritik bozulmalar izlenerek yapılmaktadır. Bu koşullarda elde edilen veriler, grafiğe aktarılarak doğrudan reaksiyon kinetiği açısından değerlendirilir. Bu şekilde bozulma parametresine ait reaksiyon derecesi, reaksiyon hız sabiti ve ürünün raf ömrü belirlenebilmektedir (Seçer, 2019). Raf ömrünün kinetik modellemesi, kalite parametrelerindeki değişimlerin moleküler düzeyde anlaşılmasına yardımcı olmaktadır (Prabhakar vd. 2022). Bu tez çalışması sonucunda çekme helva numunelerinin depolama süresince geçirdiği kalite paremetrelerindeki değişimler üzerinde nem ve oksijenin etkili olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla bu iki bozulma faktörü, reaksiyon kinetiği açısından sonuçların değerlendirilmesinde etkili olmuştur.

Tablo 4.9 Tereyağlı vakum ambalajlı helvalarda incelenen raf ömrü parametrelerinin reaksiyon kinetiği değerleri

Kalite parametleri		TV1			TV2		
		C	**ln C**	**1/C**	**C**	**lnC**	**1/c**
Nem		0,492 y = 0,1326x + 2,847	0,48 y = 0,036x + 1,058	0,456 y = -0,0102x + 0,346	0,296 y = 0,105x + 2,742	0,303 y = 0,0309x + 1,008	0,313 y = -0,0095x + 0,366
Renk	L^*	0,83 y = -0,4842x + 90,727	0,831 y = -0,0055x + 4,508	**0,832** **y = 6E-05x + 0,011**	0,72 y = -0,344x + 90,318	0,722 y = -0,004x + 4,503	0,724 y = 4E-05x + 0,011
	a^*	0,063 y = -0,010x + 1,929	0,077 y = -0,006x + 0,660	0,092 y = 0,004x + 0,515	0,175 y = -0,019x + 1,938	0,201 y = -0,012x + 0,670	0,225 y = 0,008x + 0,506
	b^*	0,121 y = -0,048x + 15,63	0,123 y = -0,0032x + 2,750	0,126 y = 0,0002x + 0,064	0,051 y = -0,021x + 15,304	0,052 y = -0,001x + 2,728	0,053 y = 9E-05x + 0,065
Peroksit		0,762 y = 2,214x - 3,142	0,873 y = 0,175x + 1,031	**0,886** **y = -0,018x + 0,258**	0,741 y = 2,332x - 3,394	**0,85** **y = 0,172x + 1,093**	0,831 y = -0,017x + 0,244
Tekstür	Sertlik	0,108 y = 46,715x + 669,7	0,05 y = 0,037x + 6,552	0,015 y = -3E-05x + 0,001	0,001 y = 4,848x + 842,07	0,002 y = -0,003x + 6,709	0,003 y = 1E-05x + 0,001
	Esneklik	0,218 y = -0,006x + 0,198	0,266 y = -0,037x - 1,606	0,314 y = 0,238x + 4,899	0 y = -0,0002x + 0,187	0,002 y = -0,003x - 1,682	0,005 y = 0,028x + 5,399
	Yapışkanlık	0,126 y = -0,003x + 0,0706	0,244 y = -0,080x - 2,582	0,364 y = 1,927x + 11,449	0,05 y = -0,002x + 0,063	0,097 y = -0,038x - 2,742	0,156 y = 0,896x + 15,049
	Çiğneme	0,31 y = -0,591x + 10,073	0,333 y = -0,076x + 2,311	0,357 y = 0,010x + 0,099	0,308 y = -0,459x + 10,059	0,322 y = -0,054x + 2,306	0,335 y = 0,007x + 0,100

TV1: 120 g tereyağlı vakum ambalajlı çekme helva, TV2: 280 g tereyağlı vakum ambalajlı çekme helva

Tablo 4.10 Tereyağlı shrink ambalajlı helvalarda incelenen raf ömrü parametrelerinin reaksiyon kinetiği değerleri

Kalite parametleri		TS1			TS2		
		C	**ln C**	**1/C**	**C**	**lnC**	**1/C**
Nem		0,661 y = 0,280x + 3,407	0,589 y = 0,058x + 1,237	0,488 y = -0,013x + 0,294	0,780 y = 0,3104x + 2,707	0,755 y = 0,067x + 1,077	0,67 y = -0,0155x + 0,331
Renk	L^*	0,78 y = -1,037x + 92,16	0,773 y = -0,012x + 4,526	0,764 y = 0,0001x + 0,011	**0,836** **y = -1,0668x + 92,959**	0,827 y = -0,0126x + 4,535	0,818 y = 0,0001x + 0,011
	a^*	0,720 y = 0,0986x + 1,524	0,729 y = 0,0433x + 0,474	0,729 y = -0,0193x + 0,603	0,64 y = 0,0855x + 1,487	0,63 y = 0,0394x + 0,442	0,62 y = -0,0184x + 0,625
	b^*	0,695 y = 0,245x + 14,48	0,704 y = 0,015x + 2,679	0,711 y = -0,001x + 0,068	0,69 y = 0,25x + 14,416	0,70 y = 0,015x + 2,675	0,70 y = -0,0009x + 0,069
Peroksit		0,755 y = 3,108x - 6,338	0,863 y = 0,201x + 0,981	**0,873** **y = -0,019x + 0,251**	0,737 y = 3,4117x - 7,526	0,844 y = 0,2065x + 0,970	**0,853** **y = -0,0185x + 0,248**
Tekstür	Sertlik	0,687 y = 867,32x - 874,22	0,771 y = 0,347x + 6,153	0,706 y = -0,0002x + 0,001	0,401 y = 589,15x - 36,17	0,418 y = 0,2773x + 6,289	0,273 y = -0,0002x + 0,002
	Esneklik	0,138 y = -0,011x + 0,202	0,173 y = -0,093x - 1,553	0,188 y = 0,849x + 4,256	0,477 y = -0,0183x + 0,211	0,492 y = -0,1629x - 1,427	0,484 y = 1,6036x + 2,566
	Yapışkanlık	0,482 y = -0,008x + 0,077	0,574 y = -0,306x - 2,118	0,622 y = 15,104x - 19,296	0,487 y = -0,0072x + 0,0713	0,568 y = -0,2771x - 2,2587	0,616 y = 13,119x - 13,077
	Çiğneme	0,017 y = -0,221x + 10,829	0,077 y = -0,06x + 2,458	0,168 y = 0,013x + 0,068	0,033 y = -0,619x + 11,389	0,253 y = -0,1889x + 2,6743	0,431 y = 0,0537x - 0,0192

TS1: 120 g tereyağlı shrink ambalajlı çekme helva, TS2: 280 g tereyağlı shrink ambalajlı çekme helva

Tablo 4.11 Bitkisel margarinli vakum ambalajlı helvalarda incelenen raf ömrü parametrelerinin reaksiyon kinetiği değerleri

Kalite parametleri		**BV1**			**BV2**		
		C	**ln C**	**1/C**	**C**	**ln C**	**1/C**
Nem		0,397 y = 0,124x + 3,168	0,402 y = 0,031x + 1,160	0,402 y = -0,008x + 0,313	0,207 y = 0,080x + 3,138	0,216 y = 0,022x + 1,137	0,226 y = -0,006x + 0,323
Renk	L^*	0,858 y = -0,453x + 89,885	0,858 y = -0,005x + 4,499	**0,859** **y = 6E-05x + 0,011**	0,683 y = -0,353x + 90,183	0,686 y = -0,004x + 4,502	0,689 y = 5E-05x + 0,011
	a^*	0,038 y = -0,008x + 2,264	0,05 y = -0,0039x + 0,8186	0,063 y = 0,002x + 0,440	0,317 y = -0,024x + 2,275	0,325 y = -0,012x + 0,826	0,331 y = 0,006x + 0,435
	b^*	0,071 y = -0,0302x + 15,435	0,073 y = -0,002x + 2,737	0,075 y = 0,0001x + 0,065	0,11 y = -0,031x + 15,492	0,11 y = -0,002x + 2,740	0,11 y = 0,0001x + 0,065
Peroksit		0,764 y = 2,298x - 3,592	0,875 y = 0,177x + 1,010	**0,952** **y = -0,018x + 0,255**	0,731 y = 2,488x - 4,005	0,83 y = 0,173x + 1,106	**0,88** **y = -0,016x + 0,233**
Tekstür	Sertlik	0,558 y = 849,1x - 692,16	0,501 y = 0,269x + 6,516	0,307 y = -0,0001x + 0,001	0,021 y = 39,591x + 1371,7	0,017 y = 0,018x + 7,187	0,055 y = -5E-06x + 0,001
	Esneklik	0,273 y = 0,008x + 0,157	0,291 y = 0,042x - 1,852	0,307 y = -0,229x + 6,377	0,002 y = 0,0006x + 0,156	0 y = 0,0009x - 1,862	0 y = 0,010x + 6,463
	Yapışkanlık	0,007 y = 0,0004x + 0,048	0,009 y = 0,007x - 3,054	0,01 y = -0,144x + 21,417	0,071 y = -0,0015x + 0,049	0,129 y = -0,047x - 2,985	0,204 y = 1,446x + 18,947
	Çiğneme	0,545 y = 8,568x - 8,996	0,665 y = 0,314x + 1,633	0,741 y = -0,015x + 0,130	0,129 y = -0,257x + 10,347	0,115 y = -0,026x + 2,324	0,099 y = 0,003x + 0,099

BV1: 120g bitkisel margarinlivakum ambalajlı çekme helva, BV2: 280gbitkisel margarinli vakum ambalajlı çekme helva

Tablo 4.12 Bitkisel margarinli shrink ambalajlı helvalarda incelenen raf ömrü parametrelerinin reaksiyon kinetiği değerleri

Kalite parametleri		BS1			BS2		
		C	**ln C**	**1/C**	**C**	**ln C**	**1/C**
Nem		0,59 y = 0,210x + 3,672	0,549 y = 0,045x + 1,303	0,49 y = -0,01x + 0,274	0,653 y = 0,239x + 3,339	0,615 y = 0,0499x + 1,236	0,556 y = -0,011x + 0,288
Renk	L^*	0,77 y = -0,833x + 91,208	0,762 y = -0,010x + 4,516	0,753 y = 0,0001x + 0,011	**0,892** **y = -0,872x + 91,911**	0,887 y = -0,010x + 4,523	0,883 y = 0,0001x + 0,011
	a^*	0,619 y = 0,060x + 2,046	0,618 y = 0,024x + 0,728	0,615 y = -0,010x + 0,478	0,549 y = 0,0496x + 2,037	0,547 y = 0,020x + 0,721	0,542 y = -0,008x + 0,483
	b^*	0,94 y = 0,2412x + 14,762	0,94 y = 0,0146x + 2,696	**0,95** **y = -0,0009x + 0,067**	0,74 y = 0,1792x + 14,868	0,74 y = 0,011x + 2,702	0,75 y = -0,0007x + 0,067
Peroksit		0,753 y = 2,987x - 5,860	0,881 y = 0,193x + 1,040	**0,937** **y = -0,017x + 0,238**	0,694 y = 3,346x - 7,218	0,825 y = 0,194x + 1,074	**0,871** **y = -0,016x + 0,226**
Tekstür	Sertlik	0,123 y = 378,74x + 1706,6	0,200 y = 0,1373x + 7,328	0,250 y = -6E-05x + 0,000	0,766 y = 1071,5x - 212,78	0,828 y = 0,314x + 6,838	**0,84** **y = -0,0001x + 0,0008**
	Esneklik	0,006 y = 0,001x + 0,165	0,005 y = 0,007x - 1,820	0,004 y = -0,043x + 6,296	0,163 y = 0,011x + 0,118	0,058 y = 0,041x - 2,052	0,006 y = -0,104x + 7,433
	Yapışkanlık	0,117 y = -0,006x + 0,070	0,408 y = -0,246x - 2,429	0,65 y = 11,068x - 4,664	0,244 y = -0,004x + 0,053	0,402 y = -0,167x - 2,742	0,499 y = 7,246x + 6,184
	Çiğneme	0,014 y = -0,9219x + 21,541	0,059 y = -0,0919x + 2,939	0,146 y = 0,0111x + 0,053	0,492 y = 3,530x + 4,599	0,586 y = 0,1999x + 1,991	0,637 y = -0,013x + 0,121

BS1: 120 g bitkisel margarinlishrinkambalajlı çekme helva, BS2: 280 g bitkisel margarinli shrink ambalajlı çekme helva

Çekme helva numunelerinin nem değerleri, ilk üç ayda hızlı bir artış göstermiş ardından 8. aya kadar nem kaybetmiştir. Bu durumun polisakkaritlerin yapılarındaki herbir şeker biriminin su bağlama özelliği nedeniyle suya karşı büyük afinite göstermesiyle (Saldamlı, 2017) önce nişasta granülleri tarafından nemin absorbe edilmesi ve nem değerlerinde hızlı bir artışın görülmesine, ardından nemin şekerin merkezine doğru ilerlemesi ve retgradasyonla nişastanın amiloz fraksiyonunun suyla olan geçici bağlarının sona ermesiyle yapıdan suyun uzaklaşması ile ürünün rutubet kaybetmesine yol açtığı düşünülmektedir. Üründeki rutubetin nişasta haricinde şekerler tarafından da kullanılması, fiziksel olarak şeker yapının yumuşamasına, shrinkli ürünlerin sakızlaşmasına ve ardından sertlik değerlerinde artışa yol açmıştır. Bu aydan sonra rutubet değerleri tekrar artış göstermiş ve 12. ayda tekrar rutubet kaybetmiştir. Shrink ambalajlı ürünler ufalanır bir yapıya dönüşmüştür. Buradan da görüldüğü üzere nem değerlerinin sürekli değişim göstermesi, çekme helvanın tekstürel niteliklerinin de sürekli değişimine neden olmuştur. Değerlerdeki artış ve azalışlar zamana bağlı çizilen reaksiyon kinetiği grafiklerinde bir doğrusallık elde edilememesine yol açmıştır. R^2 değerinin 1'e yakın olması deneysel verilerin doğrusallığını gösterirken (URL-1); değerin küçük olması ise değişimlerin belirgin derecede anlamlı olmadığını göstermektedir. Bu çalışmada R^2 değerinin 0,80 ve üzerinde olduğu değerler için reaksiyon kinetiği derecesi belirlenmiştir. Derecesi belirlenen değerlere ait regresyon denklemleri ekler kısmında verilmiştir. Tablo 4.9; 4.10; 4.11; 4.12'de verilen R^2 değerleri bu doğrultuda incelendiğinde, nem ve tekstür değerlerinin zamana bağlı çizilen reaksiyon kinetiği grafiklerinde, nem değerlerinin artış ve azalışları üzerinde depolama süresinden çok ürün bileşimindeki yüksek şeker ve un kaynaklı nişasta granüllerinin nem ile olan ilişkisinin olduğu düşünülmektedir. Bu doğrultuda bu çalışma sonucunda nem ve neme dayalı tekstürel nitelikler üzerinde reaksiyon kinetiği hesaplanamamıştır. Yalnızca BS2 numunesinin sertlik değerinin 2. derece reaksiyon kinetiğine uygun olduğu bulunmuştur. Yine nem değerlerine ait R^2 değerleri incelendiğinde, shrink ambalajlı numunelerin değerlerinin, vakum paketlenen helvaların R^2 değerinden yüksek olduğu, daha doğrusal bir eğri çizdiği ve shrink ambalajlamanın daha çok rutubet aldığı söylenebilir. Yapılan bir çalışmada yaprak konservelerinin depolama süresince tekstürel özelliklerinin depolama sıcaklığına göre önemli düzeyde değişim gösterdiği

ancak değişimlerin herhangi bir kinetik model göre gerçekleşmediği tespit edilmiştir (Seçer, 2019).

Renk değerlerine ait R^2 değerleri incelendiğinde, L^* parlaklık değeri TS2 ve BS2 numunelerinde 0. derece, vakum paketlenen TV1 ve BV1 ürünlerinde ise 2. derece reaksiyon kinetiğine uygun bulunmuştur. Vakum paketlenen ürünlerde b^* ve a^* değerleri üzerinde bir reaksiyon kinetiği belirlenememiştir. Shrınk ambalajlı ürünlerde ise b^* değeri BS1 numunesinde 2. derece reaksiyon kinetiğine uygun bulunmuştur. a^* değeri üzerinde ise shrınk ambalajlı numunelerde reaksiyon kinetiği belirlenememiştir. Yapılan bir çalışmada yaprak sarma konservelerinin depolama süresince L^* değerindeki değişimin 0. dereceden reaksiyon kinetiğine uygun olarak gerçekleştiği belirlenmiştir (Seçer, 2019). Diğer bir çalışmada ise tatlandırılmış yoğunlaştırılmış sütte enzimatik olmayan esmerleşme ilgili değişiklikler izlenmiştir. Absorbans (100-yansıma yüzdesi) cinsinden ölçülen rengin koyulaşmasının, sıfır dereceli kinetiği izlediği tespit edilmiştir (Patel vd. 1996). Yapılan bir çalışmada kivi örneklerinin toplam renk değişimi depolama sırasında belirli aralıklarla ölçülmüştür. Sonuçlar, sıfır dereceli reaksiyon modeline daha iyi uyduğu tespit edilmiştir (Zhang vd. 2021). Yapılan bir çalışmada Pekan cevizlerinde gözlenen renk değişimleri hafiflik, kroma ve ton (LCh) olarak ölçülmüş, tondaki değişimin sıfır dereceden bir bozulmayı takip ettiği, hafiflik ve kromadaki değişimin ise birinci dereceden bir bozulmayı takip ettiği tespit edilmiş (Prabhakar vd. 2022). Diğer bir çalışmada çam balı örnekleri HMF değerine ait kinetik parametreler hesaplandığında, HMF oluşumunun sıfırıncı dereceden modele uyduğu belirlenmiştir (Sağlam, 2015).

Diğer bir bozulma faktörü olan oksidasyon, Tablo 4.3'te verilen depolama süresince peroksit sayısı değişim tablosunda da görüldüğü üzere depolama süresince artış göstermiştir. Ambalaj materyalinin oksijen geçirgenliğine bağlı olarak gelişen bu peroksit sayısı artışı, reaksiyon kinetiği açısından değerlendirildiğinde TV2 numunesinin 1. derece reaksiyon kinetiğine uyduğu diğer örneklerin ise 2. derece reaksiyon kinetiğine uyduğu tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada depolama süresince hidrolitik ransidite değerindeki elde edilen değişimlerin 1. dereceden reaksiyon kinetiğine uyduğu tespit edilmiştir (Seçer, 2019). Diğer bir çalışmada

farklı sıcaklıklarda 151 gün boyunca depolanan peksimetlerin peroksit sayısı artışının 1. derece kinetik modele uygun olduğu tespit edilmiştir (Bravia vd. 2020).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1 Sonuç

Kastamonu Çekme Helvası beyaz şeker, buğday unu, tereyağı, sitrik asit ve su, gerektiğinde çeşni maddeleri de ilave edilerek tekniğine uygun şekilde hazırlanan geleneksel bir üründür. 2018 yılı itibariyle coğrafi işareti alan, Kastamonu Çekme Helvası ayırt edici niteliklerinden en önemlisi tereyağı ile üretilmesidir. Ancak tereyağı maliyetinin yüksek olması ve raf ömrü süresince tekstürel ve duyusal nitelik kayıplarının ortaya çıktığının belirtilmesi nedeniyle çekme helva imalatçıları tereyağı kullanımını bırakarak hidrojenize nebati yağ kullanımına yönelmiş durumdadırlar. Bunun yanı sıra günümüzde çekme helva üretiminde farklı işletmelerde farklı gramaj ve paketleme teknikleri de kullanılmaktadır. Karton kutulara dolum sonrası shrinkleme tekniği yaygın olmakla birlikte, son dönemlerde dikdörtgen tabaklara dolum ve vakum kapama tekniği ile paketlenen çekme helvaların il dışına satışı da yaygınlaşmıştır. Ancak bunların depolama süresince çekme helvanın kalitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışma bulunmamaktadır. Bu tezin amacı 3 bağımsız değişkenin (yağ çeşidi, ambalaj ve ağırlık) depolamaya bağlı bozulma karekteristiklerinin incelenmesi ve kinetik parametrelerinin belirlenmesidir. Bu amaçla 8 çeşit (2 çeşit yağ x 2 paketleme tekniği x 2 farklı ağırlık) üretilen çekme helvaların 12 ay boyunca kalite paremetrelerindeki değişim incelenmiştir.

Tereyağlı ve bitkisel margarinli ürünlerin depolama süresince rutubet değerlerinin kendi içerisinde değişken olduğu ve bu değişimde daha çok ambalajlama tekniğinin etkili (p<0,05) olduğu, yağ ve paket ağırlıklarının ise daha az etkisi olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresi sonunda shrink ambalajlı numunelerin rutubet değerlerinin vakum ambalajlı numunelerin rutubet değerlerinden istatistiki olarak (p<0,05) yüksek olduğu tespit edilmiştir. Vakum ambalajlı numunelerin 12 aylık depolama süresince TSE'de belirtilen max. %6 düzeyini aşmadığı belirlenmiştir. 120 g shrink ambalajlı (TS1, BS1) numunelerinin 8. ayda, 280 g shrink ambalajlı (TS2 ve BS2) numunelerinin ise 9. ayda, nem değerlerinin standartta (TSE, 13028) belirtilen en yüksek rutubet sınırını (%6) aştığı tespit edilmiştir.

Tereyağlı ve bitkisel margarinli ürünlerin depolama süresince peroksit sayılarının kendi içerisinde değişken olduğu ve peroksit sayısı değişimi üzerinde yağ ve gramaj farklılığından çok ambalajlama tekniğinin istatistiki olarak (p<0,05) etkili olduğu tespit edilmiştir. Tereyağlı ve bitkisel margarinli tüm ürünlerin depolama süresince peroksit sayılarının arttığı belirlenmiştir. TSE 13028 Çekme Helva Standardı'nda belirlenen en yüksek peroksit sayısı 10 meq O_2/kg olup, 9. ay itibariyle tüm ürünlerin standartta belirtilen limit değeri aştığı görülmüştür. Vakum paketleme tekniği ile üretilen ürünlerin peroksit değerlerinin depolama süresince 3,96-37,53 meq O_2/kg aralığında değiştiği ve bu değerlerin duyusal analiz sırasında tüketicilerin beğenisinde olumsuzluk oluşturmadığı belirlenmiştir.

Çekme helva örneklerinde elde edilen DSC termogramlarında iki pik oluşumu karbonhidrat ve şeker varlığını kanıtlarken aynı zamanda raf ömrü niteliklerinin de şeker ve şeker dışı karbonhidratlara bağlı olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada numunelerin termogramlarında birinci bölge endotermik pik alanlarının zamana bağlı olarak küçüldüğü tespit edilmiştir. Farklı yağ kullanımının nişasta davranışlarını etkilediği, çekme helvada bitkisel margarin kullanımının tereyağlı helvaya göre nişasta retrogradasyonunu geciktirici etkisi olduğu belirlenmiştir. Bitkisel margarinden gelen emülgatörlerin, nişasta ve şeker yapısında tutulan suyla, interaksiyona girdiği, ürünün depolama sürecinde rutubetin uzaklaşmasını yavaşlattığı, nişasta retrogradasyonunu geciktirdiği, hatta margarinin yapısı ve içerdiği emülgatörler nedeniyle nişasta yüzeyinde kaplayıcı etkisi olduğu düşünülmektedir. Şekerleme ürünlerinin rutubet artışının camsı geçiş sıcaklığı üzerinde etkili olduğu literatürde belirtilmektedir. Benzer durum bu çalışmada çekme helva örneklerinde de gözlenmiş, daha az rutubet almanın camsı geçiş sıcaklığını daha az etkilediği belirlenmiştir. İkinci bölge endotermik pik alanlarında özellikle vakum ambalajlı numunelerin camsı geçiş sıcaklıklarında daha az düşme olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun shrink ambalajlı numunelerde daha fazla hâl değişimlerinin görülmesine yol açtığı düşünülmektedir. Bu değişim tekstür profil analizi sonuçlarında da gözlenmiş shrink ambalajlı numunelerin 6. aydan sonra özellikle sertlik ve çiğneme kabiliyeti değerlerinde istatistiki olarak anlamlı düzeyde (p<0,05) vakum ambalajlı numunelere göre değişim olduğu tespit edilmiştir. Elde

edilen sonuçlar doğrultusunda ürün termal nitelikleri üzerinde ambalajlama ve yağ farklılığının önemli olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışma sonucunda tekstürel nitelikler üzerinde yağ değişimi ve ambalajlama tekniğinin istatistiki olarak (p<0,05) önemli olduğu, paket ağırlığının da etki ettiği tespit edilmiştir. Vakum ambalajlamanın özellikle sertlik ve çiğneme değerlerindeki artışlar üzerinde shrink ambalajlama tekniğine göre daha olumlu etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Tereyağlı numunelerin sertlik ve çiğneme değerlerinin, bitkisel margarinli numunelere göre çok yüksek değerlere çıkmadığı ve duyusal niteliklerin korunmasında etkili olduğu tespit edilmiştir. Rutubet geçirgenliği daha yüksek olan shrink ambalajlama tekniği ve bitkisel yağ kullanımı durumunda (BS1) helvada özellikle 6. ayda yüksek (p<0,05) sertlik değerlerine ulaşıldığı belirlenmiştir. Bitkisel margarin vakum ambalaj (BV1) kullanımı durumunda ise 10. aya kadar tekstürel niteliklerin daha iyi korunduğu belirlenmiştir.

Rutubet değerlerinde artış ve azalışlara bağlı olarak camsı geçiş sıcaklığının 134 °C ve altına düşmesi ile ürünlerde hâl değişimlerinin başladığı gözlenmiştir. Bu sıcaklığa ulaşma süresi, shrink ambalajlı numunelerde 6 ayken, vakum ambalajlı numunelerin 120 g bitkisel margarinle (BV1) üretilmesi durumunda 9. ayda düşmekte ve 10. ay itibariyle de hâl değişimlerinin başladığı görülmektedir. Yapısında bulunan sert şekerin camsı hâlinin korunması için depolama süresince ürünün nem alışının engellenmesi, çekme helvanın ağızda dağılan tekstürünün korunması açısından önemli olacağı düşünülmektedir.

Kastamonu Çekme Helvası vb. ürünlerin depolama süresince beklenen kendine özgü karakteristik renginin korunması, kolorimetrik olarak parlaklık (L^*), kırmızılık (a^*) ve sarılık (b^*) değerlerin de korunması yönündedir. Sonuçlar bu açıdan değerlendirildiğinde depolama süresince parlaklık (L^*), kırmızılık (a^*) ve sarılık (b^*) değerlerinin korunmasında vakum ambalajlama tekniğinin daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Kastamonu Çekme Helvası'nın 12 aylık depolama süresince duyusal özelliklerinde kayıplar yaşandığı ve özellikle shrinkli ürünlerde daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Kalite kaybının lezzet, yeme kalitesi açısından belirgin düzeyde algılandığı belirlenmiştir. Genel olarak 7 aylık depolama süresi içerisinde tereyağlı ve bitkisel margarinli vakum ambalajlı numunelerin duyusal niteliklerini kaybetmediği ancak 8. aydan sonra istatistiki olarak (p<0,05) düşme olduğu tespit edilmiştir. Shrink ambalajlı numunelerin genellikle 6. ay ve sonrasında kendi özgü karakteristik özelliklerini kaybettiği gözlenmiştir. Bu durum, söz konusu numunelerin tekstür-profil analiziyle de tespit edilen tesktürel niteliklerle de paralellik göstermektedir. Lezzet profili açısından, genel olarak 0-8 ay arasında numunelerin kavrulmuş meyane tadının kaybolduğu, 8-12 ay arasında şeker tadının ön plana çıktığı tespit edilmiştir. 9-12 ay arasında ise yağ ve acılık değerlerinin özellikle shrink ambalajlı numunelerde arttığı belirlenmiştir. 8. aydan sonra gerçekleşen fiziksel ve kimyasal değişimlerin panalistler tarafından da algılandığı gözlenmiştir.

Kastamonu Çekme Helvası geleneksel hâli ile tereyağıyla üretilirken, yüksek maliyetler ve ürün şikâyetleri neticesinde coğrafi işaret başvurusu tereyağ/bitkisel margarin olarak yapılmış ve bitkisel margarin kullanımına dönülmüştür. Bu çalışmada tereyağlı numunelerin vakum paketleme tekniği ile duyusal olarak kabul edilebilirliğinin depolama süresince devam ettiği gözlenmiştir. 12 aylık duyusal değerlendirme sonucunda ise panelistler tarafından en beğenilen helvanın 280 g tereyağlı vakum ambalajlı (TV2) numune olduğu tespit edilmiştir Bu çalışma sonunda çekme helvanın depolama süresince gerçekleşen kalite parametrelerindeki değişimlerin gramaj farklılığından etkilenmediği ancak yağ ve ambajlama tekniğinin kalite paremetleri üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir. TV1, TV2, BV2 numunelerinin tekstürel niteliklerini korunması açısından en iyi kombinasyona sahip olduğu ancak panelistlerin değerlendirmeleri ile depolama süresi sonunda en beğenilen kombinasyonun TV2 numunesi olduğu belirlenmiştir.

Bu tez çalışması sonucunda çekme helva numunelerinin depolama süresince geçirdiği kalite paremetrelerindeki değişimler üzerinde nem ve oksijenin etkili olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla bu iki bozulma faktörü, reaksiyon kinetiği açısından sonuçların değerlendirilmesinde etkili olmuştur. R^2 değerleri incelendiğinde, zamana bağlı çizilen reaksiyon kinetiği grafiklerinde nem ve neme dayalı tekstürel nitelikler üzerinde reaksiyon kinetiği hesaplanamamıştır. Yalnızca

BS2 numunesinin sertlik değerinin 2. derece reaksiyon kinetiğine uygun olduğu bulunmuştur. L^* parlaklık değeri TS2 ve BS2 numunelerinde 0. derece, vakum paketlenen TV1 ve BV1 ürünlerinde ise 2. derece reaksiyon kinetiğine uygun bulunmuştur. Vakum paketlenen ürünlerde b^* ve a^* değerleri üzerinde bir reaksiyon kinetiği belirlenememiştir. Shrınk ambalajlı ürünlerde ise b^* değeri BS1 numunesinde 2. derece reaksiyon kinetiğine uygun bulunmuştur. a^* değeri üzerinde ise shrınk ambalajlı numunelerde reaksiyon kinetiği belirlenememiştir. Peroksit sayısı değişim tablosunda da görüldüğü depolama süresince artış göstermiştir. Ambalaj materyalinin oksijen geçirgenliğine bağlı olarak gelişen bu peroksit sayısı artışı, reaksiyon kinetiği açısından değerlendirildiğinde TV2 numunesinin 1. derece reaksiyon kinetiğine uyduğu diğer örneklerin ise 2. derece reaksiyon kinetiğine uyduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada çekme helvanın %30 bağıl nem ve 20 ºC depo koşullarında muhafaza edilmesi durumunda peroksit artışına bağlı olarak vakum ve shrink ambalajlı numuneler için önerilen maximum raf ömrü süresinin 8 ay olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak tekstürel ve duyusal kayıplara bağlı olarak shrink ambajlı ürünlerin raf ömrü süresinin 6 aya düştüğü belirlenmiştir.

5.2 Öneriler

Bu çalışma ile şekerli ürünlerin depolama süresince geçirdiği kalite paremetrelerindeki değişimler üzerinde ambalajlama tekniğinin önemli olduğu ortaya konulmuştur. Bu doğrultuda şekerli ürünlerde ürünün ambalajlanmasında nem ve oksijen geçirgenliği düşük ambalaj malzemelerinin kullanılması gerektiği düşünülmektedir.

Shrink ambalajlama tekniğinin geliştirilmesi, kutu içerisine dolum yapılmasına alternatif olarak oksijen geçirgenliği düşük farklı bir ambalaj materyali kullanımının raf ömrü süresindeki etkisinin araştırılması gerektiği düşünülmektedir.

Çekme helva üretiminde en yaygın shrink ambalajlı numunelerin 6. aydan itibaren tekstürel niteliklerinde değişimlerin başladığı bu çalışma ile ortaya konulmuştur.

Shrink ambalajlama tekniğinin, yakın pazarlar veya sipariş üzerine kısa terminli üretimler için daha uygun olacağı düşünülmektedir.

Peroksit sayısının tüm ürünlerde standartta belirtilen peroksit değerini (max. %10) 9. ay itibariyle aştığı bu çalışma ile tespit edilmiştir. Peroksit değerleri artışı üzerine, ürünlerde antioksidan kullanımı veya ürünün doğal antioksidanlarla zenginleştirilmesinin depolama süresince peroksit sayısı üzerindeki etkisinin araştırılması gerekmektedir.

Ambalajlama tekniklerinin geliştirilmesi, alternatif paketleme yöntemleri geliştirilerek ısı, ışık ve hava etkisi ortadan kaldırılmalıdır.

Çekme helvaya emülgatör eklenmesinin termal nitelikleri geliştirici etki gösterebileceği, özellikle raf ömrü uzun, uzak pazarlara gönderilecek ürünlerde alternatif bir yöntem olabileceği ancak bu doğrultuda çalışmaların yapılması gerektiği düşünülmektedir.

Camsı geçiş sıcaklığının yükseltilmesi için şeker ile birlikte camsı geçiş sıcaklığı daha yüksek bir tatlandırıcı kullanılmasının ürünün hâl değişimleri üzerinde geciktirici etkisinin olabileceği düşünülmekte, bu doğrultuda çalışmaların yapılması gerektiği düşünülmektedir.

Depo koşullarının kontrol altında tutulması, depo bağıl nem ve sıcaklığının nihai ürüne göre seçilmesi gerektiği de düşünülmektedir. Depo koşullarının yanı sıra üretim koşullarında taze ürünün bekleme süresinin olabildiğince hızlandırılması, üretim ortamının bağıl neminin de kontrol altında tutulması gerekmektedir. Paketleme aşamasına gelene kadar ürünün oksijen ve neme maruz kalma süresinin kısalmasının ürünün başlangıç kalitesi ve sonrasında geçireceği değişimler üzerinde önemli olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

AACC, (1990). American Association of Cereal Chemists International, Approved Methods of the AACC, Method: 08-01.01, theAssociation: St. Paul, MN, USA.

AACC, (1999). Metod 44-19.01, 11th edition. American Association of Cereal Chemists, Inc, St. Paul, Minnesota, USA.

AACC, (2000). Approvedmethods of the AACC, 10th ed., St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists (Method 30- 25).

Aidynova, R. (2019). Aspergillus Niger ile Sitrik Asit Üretiminde Dut Posasının Subsrat Olarak Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Erzurum.

Akın, M. E. (2015). Süne ve Kımıl Zararı Görmüş Buğday Ununun Askorbik Asit Vekuvvetli Buğday Unu Paçalıyla ‘’Tırnaklı Ekmek’’ Yapımına Uygunluğunun Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Şanlıurfa.

Aksoy, M. (2016). The Evaluation of Bellagio Meeting Report on Healthy Agriculture, Healthy Nutrition, Healthy People. Member of the World Council of Genetic, Nutrition and Physical Activity of Health. *Bes Diy Derg, 2*016:44(2):178-186.

Aktaş, N., & Cebirbay, M. A. (2010).A Traditional Helva in Turkey: Koz Helva.*Journal of Food, Agriculture & Environment,* Vol.8 (2): 213-215.

Anonim. (2001a). Yaz Helvası Standardı. TS 10913, Türk Standartları Enstitüsü Necati Bey Cad. No:112 Ankara.

Argan, B. E. (2019). Ekmeklik Buğday Ununa Kinoa Unu Karıştırılarak Üretilen Eriştelerin Bazı Kalite Özelliklerinin Berlirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. İzmir.

Armutak, Y.,& Bayındırlı, A., (1995). Gıdalarda Raf Ömrü Belirleme Yöntemleri. *Gıda Dergisi*, 20(4); 205-208.

Artık, N., Bayındırlı, L., & Mert, İ. (2011). Karbonhidratlar, Mısır Şekeri ve Gıda Endüstrisinde Kullanımı. *Türkiye Gıda ve İçecek Sanayii Dernekleri Federasyonu*, ISBN 978-605-88273-2-2, 104 S, Ankara.

Atamer, M. (1993). Tereyağı Teknolojisi Uygulama Klavuzu. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları,* No: 1314.

Atasoy, A. F., & Türkoğlu, H. (2010). Şanlıurfa’da Üretilen ve Satışa Sunulan Sadeyağların (Urfa Yağı) Serbest Yağ Asitleri Bileşiminin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 14(2), Pp. 9-12.

Atıl, Ö. (2015). Depo Bağıl Nemi ve Sıcaklığın Saray Helvası Kalitesine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Kimya- Metalurji Fakültesi*. İstanbul.

Atıl, Ö., Gülsünoğlu, Z., & Kılıç-Akyılmaz, M. (2019). Depo Bağıl Nemi ve Sıcaklığının Saray Helvasının Kalitesine Etkileri.*The Journal of Food,* 44 (2): 260-273.

Avinash, P., & Mittal, K. (2019). Food Packaging Technology: Functions, Materials and İntelligent İnnovations.*International Journal of Home Science,* 2019; 5(2): 39-43.

Aydın, S. (2018). Tereyağının Bazı Özellikleri ve Oksidasyon Stabilitesi Üzerine Taşköprü Sarımsağı ve Sentetik Antioksidan İlavesinin Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, *Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Kastamonu.

Ayhan, Z. (2009). Gıda Kimyası ve Biyokimyası Ders Notları Gdm-205, *Kırgızistan Türkiye Manas Üniversitesi Yayınları*, 111, Bişkek.

Baker, G. L., Sims, C.A., Gorbet, D.A., Sanders, T.H. & O'Keefe, S.F.O. (2002), "Storage Water Activity Effect on Oxidation and Sensory Properties of High-Oleic Peanuts", *Journal of Food Science,* Vol. 67, pp. 1600-3.

Basıncı, F., (2010). Malt Üretiminde Akrilamid Oluşumunun Sınırlandırılması. Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Ankara.

Batu, A. (2006). Türk Lokumu Üretim Tekniği ve Kalitesi. *Teknolojik Araştırmalar:* GTED (1) 35-46.

Batu, A., & Elyıldırım, F. (2009). Geleneksel Helva Üretim Teknolojisi.Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, Cilt: 4, No: 3, (32-43).*Tunceli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi*. Tunceli.

Bhandari, B. R., & Howes, T. (1999). Implication of Glass Transition For the Drying and Stability of Dried Foods. *J Food Eng,* 40(1-2): 71-79.Doi: 10.1016/S0260-8774(99)00039-4.

Bozkurt, F., & Baştürk, A. (2018). Farklı Depolama Sıcaklıklarının Kahvaltılık ve Mutfak Margarinlerinin Oksidatif Stabiliteleri Üzerine Etkileri. *Yyü Tar Bil Derg (Yyu J Agr Scı),* 28(1): 103-111**.**

Bravia, E., Sileonia, V., Giuseppe, P., & Marconib, O. (2020). Accelerated shelf-life model of gluten-free rusks by using oxidation indices.*Food Chemistry* 326 (2020) 126971.

Calligaris, S., Manzocco, L., Anese, M., & Nicoli M.C. (2019). Accelerated Shelf Life Testing.*Food Quality and Shelf Life,* Pg (359-392). Doi:10.1016/B978-0-12-817190-5.00012-4.

Cemeroğlu, B., 2015, Reaksiyon Kinetiği- Gıdaların Bozunma Kinetiği, *Bizim Grup Basımevi,* Ankara.

Choe, E., & Min, B. D. (2006). Mechanisms and Factors for Edible Oil Oxidation. *Comprehensıve Revıews ın Food Scıence and Food Safety*, Ps (169-186).

Corradini, M. G. (2018). Shelf Life of Food Products: From Open Labeling to Real-Time Measurements. *Annual Review of Food Science and Technology*, Vol. 9: 251-269.doi: 10.1146/annurev-food-030117-012433.

Corradini, M. G., & Peleg, M. (2007). Shelf-Life Estimation From Accelerated Storage Data. *Trends Food Science & Technology*, 18(1): 37–47.Doi: 10.1016/j.tifs.2006.07.011

Cox, T. M. (1994). Aldoise B and Fructose İntolerance. Department of Medicine University of Cambridge, Addenbrook's Hospital. Cambridge CB2 2QQ U.K. Doi:10.1096/fasebj.8.1.8299892.

Çağdaş, E., & Seydim, A.C. (2014). Moleküler Hareketlilik: Gıdaların Muhafazası ve İşlemesinde Yeni Bir Yaklaşım.*Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi.* Isparta.39 (5): 307-313.

Çakmakçı, S., & Gökalp, H. Y. (1992). Gıdalar Kısaca Oksidasyon; Antioksidantlar ve Gıda Sanayiinde Kullanımları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23 (2), 174-192.

Çelik, İ., & Tümer, G. (2016). Gıda Ambalajlamada Son Gelişmeler. *Akademik Gıda*, 14(2). 180-188.

Demir, M., & Kılınç, M. (2016). Kinoa: Besinsel ve Antibesinsel Özellikleri. *Journal of Food And Health Scıence*, 2(3),104-111s.

Din, Z. H., Xiong H., Wang, J., Chen, L., Ullah, İ., Fei, Peng & Ahmad Naveed. (2017). Effects of different emulsifiers on the bonding performance, freeze-thaw stability and retrogradation behavior of the resulting high amylose starch-based wood adhesive. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, Volume 538, Pages 192-201.

Dizlek, H., Özer, M. S., Altan, A., & Gül H. (2006). Buğdaydaki Gluten Proteinlerinin Birbirleriyle Etkileşimleri. *Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Fuarı*, 7-8 Eylül, Gaziantep, S:280-286.

Duarte Urbina, Y. E., & Vargas, P. S. (2016). Seguridad Alimentaria y Nutricional. Lic. Tesis. Managua, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.

Dziezak, J. D. (1986). Preservatives: Antioxidants. The Ultimate Answer to Oxidation. *Food Technology*, Vol. 40, No. 9, pp. 94-102.

Efe, N. (2018). Characterızatıon and Formulatıon of Gelatın Based Soft Candıes. A Thesıs Submıtted to the Graduate, *School of Natural and Applıed Scıences of Mıddle East Technıcal Unıversıty*. Ankara.

El Safety, M. S., Abbas F. K., Nasef, D. A. E., & Khalil, R. A. M. (2017). Changes in the Quality and Oxidation Indices of Cow`s and Buffaloe`s Butter During

Cold Storage. *Ismailia Journal of Dairy Science & Technology*. Suez Canal University.

El Yıldırım, F. (2009). Cevizli Yaz Helvasında Değişik Depolama Sıcaklıklarında Meydana Gelen Kimyasal, Fiziksel, Mikrobiyolojik ve Duyusal Değişiklikler Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Afyon.

Elgün, A., & Ertugay, Z. (2011). *Tahıl İşleme Teknolojisi*, Atatürk Üniversitesi Yayınları, No:718, Erzurum.

Ergun, R., Lietha, R., & Hartel, R.W. (2010). Moisture and Shelf Life in Sugar Confections. Crit Rev Food Sci Nutr, 50(2): 162-192.

Eser, İ. H. (2019). Manda Sütünden Üretilen Yayık ve Krema Tereyağının Bazı Niteliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi*, Kahraman Maraş Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Kahramanmaraş.

Fatouh, A. E., Singh, R. K., Koehler, P. E., Mahran, G. A., & Metwally, A. E. (2005). Physical, Chemical and Stability Properties of Buffalo Butter Oil Fractions Obtained By Multi-Step Dry Fractionation. *Food Chemistry*, 89, 243-252.Doi:10.1016/j.foodchem.2004.02.031.

Fellows, P. (2005). Packaging. Food Processing Technology-Principles & Practice. 2nd Ed. Woodhead Publishing Ltd., England, 462-509.

Freeman, I. P., & Melnikov, S. M. (2005). Margarines. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry.

Galande, A. A. (2002). Dissection of Kernel Hardness and Bread Making Quality Wheat Using Molecular Markers. Ph. D. Dissertation, Plant Molecular Biology Unit, Division of Biochemical Scineces, National Chemical Laboratory, Pune, India.

Gallagher, M. S., Mahajan, P.& Yan, Z., (2011). Food And Aid Chemical andModeling Of Deterioration. Machine Translated by Google, University College Cork, İrlanda.

Gebreselassie, E., & Clifford, H. (2016). Oxidative Stability and Shelf Life of Crackers, Cookies, and Biscuits. Department of Plant Sciences, North Dakota State University, Fargo, ND, USA. 461–478.Doi:10.1016/B978-1-63067-056-6.00012-4.

Gerçekaslan, E. (2006). Trabzon Vakfıkebir Ekmeğinin Bayatlamasının Çeğitliyötemlerle Takibi ve Francala Ekmeği İle Mukayesesi. Yüksek Lisans Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Erzurum.

Gerçekaslan, K. E., Kotancılar, H. G., & Karaoğlu, M. M. (2007). Ekmek Bayatlaması ve Bayatlama Derecesını Ölçmede Kullanılan Yöntemler – *I, Gıda Dergisi*, 32; 305-315.

Ghorbani, M., & Hosseini, H. (2017). Determination of Water activity corresponding to the properquality of Peanutkernels. *Journal of Food processing and preservation*, 41(6).Doi:10.1111/jfpp.13260.

Gosewade, S., Gandhi, K., Ranvir, S., Kumar, A., & Lal, D. (2017). A Study on the Physicochemical Changes Occurring İn Ghee (Butter Oil) During Storage. *Indian J Dairy Sci*, 70(1), 81-88.

Gökmen, V., & Öztan, A. (1995). Gıdaların Raf Ömrünü Etkileyen Faktörler ve Raf Ömrünün Belirlenmesi. Hacettepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü Gıda Dergisi, 20(5); 265-271.

Göransson, M., Nilsson, F., & Jevinger. (2018). Temperature Performance and Food Shelf- Life Accuracy in Cold Food Supply Chains – İnsights From Multiple Field Studies. Food Control, 86, 332–341.

Güneşer, O. (2009). Farklı Gıda Katkı Maddeleri Kullanımının Tahin Helvası Emulsiyon Stabilitesi ve Kalitesine Olan Etkilerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Çalısma. Yüksek Lisans Tezi, *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Çanakkale.

Güvemli, O. (2018). Türkiye'nin Yaşayan En Eski İşletmesi: Hacı Bekir Şekerleme 1777- 2018. *Muhasebe ve Finans Tarihi Araştırmaları Dergisi*, 74-104.

Güven, A. N. (2010). Mesir Macununun Antioksidan Aktivitesinin ve Reolojik Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* İstanbul.

Haddar M. (2017). Yayık Tereyağı Üretiminde Farklı Kültür Kullanım Olanaklarının Araştırılması. *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Ankara

Hamilton, RJ. (1994). The Chemistry of Rancidity in Foods. In: Allen JC, Hamilton RJ, Editors. Rancidity in Foods. 3rd Ed. London: Blackie Academic & Professional. P 1–21.

Hartel, R. W., & Nowakowski, C.M. (2017). Non-Equilibrium States in Confectionery. In: Nonequilibrium States and Glass Transitions in Foods, Bhandari, B., Roos Y.H. (Ed.), Woodhead Publishing, the Uk, Pp. 283-301.

Hartel, R. W., Ergun, R., & Vogel S. (2011). Phase/State Transitions of Confectionery Sweeteners: Thermodynamic and Kinetic Aspects. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Vol.10.

Hendek Ertop, M. (2014). Ekşi Hamur Formül Optimizasyonunun Ekmeğin Aromatik Profili, Biyoaktif Nitelikleri ve Raf Ömrü Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Kayseri.

Hosseini, H., & Jaferi, S.M. (2020). IntroducingNano/Microencapsulated Bioactive İngredients for Extending the Shelf-Life of Food Products. *Journal Pre-Proof. Advences in Colloidand İnterface Science*, Pg (282). Doi: 10.1016/j.cis.2020.102210.

Hosseini, H., Tajiani, Z., & Jafar, S. M. (2019). ImprovingtheShelf-Life of Food Products By Nano/Micro-Encapsulated İngredients. *Food Qualityand Shelf Life,* Pg: (159-200).

Hu, J., Wang, X., Xiao, Z., & Bi, W. (2015). Effect of Chitosan Nano Particles Loaded With Cinna Monessential Oil on the Quality of Chilledpork. LWT – *Food Science and Technology*, 63(1), 519-526. Doi: 10.1016/j.lwt.2015.03.049

Hu, K., Huyan, Z., Ding, S., Dong, Y., & Yu X. (2020). Investigation on Food Packaging Polymers: Effects On Vegetable Oil Oxidation. Food Chemistry, Pg:(315). Doi:10.1016/j.foodchem.2020.126299

Hu, M., & Jacobsen, C. (2016). Oxidative Stability and Shelf Life of Foods Containing Oils and Fats: Elsevier.Doi:10.1016/C2015-0-00077-6.

İlaslan, K. (2014). Sert Şekerlemelerde Kontrolsüz İnversiyon ve Soğuk Erime Problemlerinin Araştırılması ve Çözüm Önerileri, Yüksek Lisans Tezi. *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Ankara.

İlhan, E. (2019). Formulatıon And Characterızatıon Of Starch And Soy Proteın Contaınıng Low Calorıe Soft Candy.Master Of Science, *Middle East Technical University*. Ankara.

Jawad, R., Elleman, C., Martin, G.P. & Royall G. P. (2018). Crystallisation of Freeze-Dried Sucrose in Model Mixtures That Represent the Amorphous Sugar Matrices Present in Confectionery.*Food& Function,* (Pg) 1-33.Doi:10.1039/c8fo00729b.

Jedermann, R., Nicometo M., Uysal I., & Lang W. (2014). Reducing Food Losses by İntelligent Food Logistics. Philos. Trans. 372(2017):20130302.

Kahraman, T., Issa, G., Ozmen, G., & Buyukunal S. (2010). Microbiological and Chemical Quality of Tahini Halva.*British Food Journal*, Vol. 112 Iss 6 pp. 608– 616.

Kaplan, B. (2020). Bazı Fırıncılık Ürünlerinde Siyez Buğday Unu Kullanımının Optimizasyonu, Ürün Kalitesi ve Raf Ömrü Nitelikleri Üzerindeki Etkilerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Kastamonu.

Karaca, Y. (2015). Probiyotik Özelliği Geliştirilmiş Tereyağını Depolama Süresince Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Isparta.

Karagöz, Ş., & Demirdöven A. (2017). Gıda Ambalajlamada Güncel Uygulamalar: Modifiye Atmosfer, Aktif, Akıllı ve Nanoteknolojik Ambalajlama Uygulamaları. *Gaziosmanpasa Journal Of Scientific Research*, (Volume): 6 (Number): 14 (Pg): 09-21.

Karakahya, E. (2006). Tahin Helvası Üretiminde Farklı Bitkisel Yağ ve Soya Proteini Kullanımının Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Edirne.

Karanfil Kelleci, Ö. (2017). Kastamonu Çekme Helvasının Bazı Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.* Tekirdağ.

Kastamonu Ticaret ve Sanayi Odası, (2018). Kastamonu Çekme Helvası. Mahreç İşareti, Tescil no 388.

Kavaz Yüksel, A., & Yüksel M. (2020). Gıdalarda Trans Yağ Asitlerinin Varlığı ve Önemi. Aydın Gastronomy, 4(2), 113-124.

Keleş, M. K. (2018). Sanayi Kaynaklı Düşük Yoğunluklu Polietilen (Ldpe) Shrink Filmi Ambalaj Atıklarından ve Akrilik Elyaf Teleflerinden Elektrospinning Yöntemiyle Membran Üretimi. Yüksek Lisans Tezi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Kahramanmaraş.

Kılıç Altun, S., & Paksoy, N. (2018). Evaluation of Reichert Meissl Values of Butter Produced in Turkey. *İnternational Journal of Scientific Research and Management,* Volume 06, Issue 12, Ps (24-27).

Kilcast, D., & Subramaniam, P. (2000). Confectionery Products. The Stability and Shelf-Life of Food, *Woodhead Publishing Limited,* Cambridge, Uk, Pp. 222-248.

Kim, J., Santos, C. A., Kim, B., Kim J., & Koo J. (2020). Estimation of Real-Time Remaining Shelf Life Using Mean Kinetic Temperature. Department of Mechanical Engineering, Kyung Hee University, Yongin, Gyeonggi-Do, 17104, South Korea. Volume (134). Doi:10.1016/j.lwt.2020.109968.

Kirimura, K., Honda, Y., & Hattori, T. (2011). Citric Acid, Comprehensive Biotechnology, Second Edition, (Eds: Moo-Young, M.), Academic Press, Burlington, 135-142.

Knechtges, P. L. (2012). Foodsafety: Theoryand Practice. Jones & Bartlett Learning, Burlington, MA246.

Koçak, S. (2006). Mayonezde Mikrobiyolojik Raf Ömrü. Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Ankara.

Kola, O., Altan, A., & Konuşkan, D. (2008). Çekme Helva Üretimi. Türkiye 10. Gıda Kongresi. Erzurum.

Kolaric, L., & Šimko, P. (2020). Determination of Cholesterol Content in Butter by HPLC: Up-To-Date Optimization, and in-House Validation Using Reference Materials. Faculty of Chemical and Food Technology, Institute of Food Science and Nutrition, Slovak University of Technology in Bratislava. Doi: 10.3390/foods9101378.

Kong, F., & Singh, R.P. (2016). ChemicalDeteriorationand PhysicalİnstabilityofFooda andBev- Erages. in: Anese, M., vd., (Eds.), TheStabilityandShelf Life of Food. Second Ed., WoodHead Publishing, Pp. 43–76.

Kumar, A., Goyal, S.K., Munesh, Kumar, V., & Kumar, L. (2016). Study of Physicochemical Analysis Of Ghee. *South Asian Journal of Food Technolgy and Environment*, 2(3&4), Pp. 448-451.

Kumar, P. & Ganguly, S. (2014). Role of Vacuum Packaging in İncreasing Shelf-Life in Fish Processing Technology. Asian J. Bio. Sci. 9(1), 109-112.

Kumar-Roy, P., Kumar-Barman A., & Ray, S. (2018). Trending Green Consumerism in Textile Industry. P ackaging And Labelling of Foods. (Chapter)5. (Pg) 79.

Kung, H. F., Lee, Y. C., Lin, C. W., Huang, Y. R., Cheng, C.A., Lin, C. M., & Tsai, Y. H. (2017). The Effect of Vacuum Packaging on Histamine Changes of Milkfish Sticks At Various Storage Temperatures.Journal of Food and Drug Analysis. (Volume) 25.Issue 4. (Pg) 812-818.

Labuza, T. P., & Hyman, C.R. (1998). Moisture Migration and Control in Multi-Domain Foods. *Trends in Food Science and Technology, 9(1),* 47-55.Doi:10.1016/S0924-2244(98)00005-3.

Labuza, T. P., & Labuza P.S. (2004). Influence of Temperature and Relatıve Humıdıty on the Physıcal States of Cotton Candy. Department of Food Science and Nutrition, University of Minnesota 1354 Eckles Avenue, Room 123a Ablms, St. Paul, Mn 55108**.** Doi:10.1111/j.1745-4549.2004.24041.x**.**

Labuza, T. P., & Riboh, D. (1982). Theoryand Application of Arrhenius Kinetics to the Prediction of Nutrient Losses in Foods. FoodTechnol. 36, 66–74.

Lester, G. E. (2006). Environmental Regulation of Human Health Nutrients (Ascorbic Acid, ß-Carotene, and Folic Acid) in Fruits and Vegetables. HortScience 41(1), 59-64. Doi:10.21273/HORTSCI.41.1.59.

Martinez- Navarrete, N., Moraga, G., Talens, P., & Chiralt, A. (2004). Water Sorption and the Plasticization Effect in Wafers. *İnternational Journal of Food Science and Technology*, 39, 555-562.Doi:10.1111/j.1365-2621.2004.00815.x.

Mataragas, M., Bikouli, V. C., Korre, M., & Sterioti A. (2018). Development of a microbial Time Temperature Indicator for Monitoring the Shelf Life of Meat.*Innovative Food Science & Emerging Technologies*, Volume 52, Pages 89-99 Doi: 10.1016/j.ifset.2018.11.003.

Mavrou, P., Thorpe R., Frith W., Lian G., & Chen T. (2018). Mathematical Modelling of Moisture Migration in Confectionery Multicomponent Food Systems. A Centre for Environment and Sustainability, University of Surrey, Guildford, GU2 7XH, United Kingdom.Doi:10.1016/B978-0-444-64235-6.50283-7.

Méndez-Cid, F, J., Centeno, J, A., Martínez, S., & Carballo, J. (2017). Changes in the Chemical and Physical Characteristics Of Cow's Milk Butter During.

Metin, M. (2008). Süt Teknolojisi-Sütün Bileşimi ve İşlenmesi (Yedinci Baskı). *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi.* Yayın No: 33, 802 S. Bornova, İzmir.

Molla, M. E. (2011). Glikoz Şurubu ve Sakarozun Hammadde Olarak Kullanılması İle Üretilen Sade ve Sultan Lokumlarında Kalite Bileşenlerinin Belirlenmesi ve Raf Ömrüne Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Afyon.

Nowakowskı, C. M., & Hartel, R.W. (2002). Moisture Sorption of Amorphous Sugar Products.*Journal of Food Scıence*. Vol. 67, Nr. 4.

Nowakowski, C. M. (2000). Effect of Corn Syrups on Stability of Amorphous Sugar Products. Ph. D. Dissertation, *University of Wisconsin,* Madison, WI.

Olsen, A. Ø. (2017). Faktorer Som Kan Ha İnnvirkning Pålipidoksidasjon Margarin. Masteroppgave, *Fakultet for Kjemi Bioteknologi Og Matvitenskap (KBM).*

Öcal, D. & Karapınar Çakmak, D. (2016). Akıllı Ambalajlama Sistemlerinin Tüketicilere Yansımaları. *5.Uluslararası Matbaa Teknolojileri Sempozyumu, İstanbul Üniversitesi,* 4-5 Kasım, İstanbul, S. 445-454.

Ölçel, B. (2019). Keçiboynuzu Meyvesinden Etanol ve Sitrik Asit Eldesi.Yüksek Lisans Tezi*, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Mersin.

Özbey, R. K. (2002). Şekerin Kristalizasyonu ve Şekerin Puanını Etkileyen Faktörler. S:82-95. Şeker Üretiminde Verimliliğin Artırılması ve Kalitenin Yükseltilmesi. *Üçüncü Şeker Üretim Teknolojisi Sempozyumu*, 17-18 Eylül 2002. Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Etimesgut, Ankara.

Özçandır, S., & Yetim, H. (2010). Akıllı Ambalajlama Teknolojisi ve Gıdalarda İzlenebilirlik. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi,* Cilt:5, Sayı:1, 1-11s.

Özdalvan, B. (1991). Doğal Antioksidant Vitamiuler. Gıda Sanayii, 5 (3): 27.

Özdin, K. (2019). Farklı Şekerlerle Üretilen Lokumların Duyusal, Teknolojik ve Tekstürel Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Ankara.

Özkaleli, G. (2015). Storage Stability of Lokum. Food Engineering, Graduate School of Natural & Applıed Scıences.

Özkan, E. (2011). Ft-Ir Spektroskopisi Kullanarak Tahribatsız Tereyağı Kalitesi Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.* İstanbul

Özlü, Z. (2011). Osmanlı Saray Şekerleme ve Şekerlemecileri İle İlgili Notlar. *Türk Kültürü ve Hacı Bektaş Veli Araştırma Dergisi*, 58: 171-190.

Öztan, A. (1989). "A Group of Earlybronze Age Potteryfromthe Konya and Niğde Region", N. Özgüç (Ed.), Anatolia Andthenear East, Studies in Honor of Tahsin Özgüç, 407-418.

PAGEV. (2017). Dünya ve Türkiye Plastik Ambalaj Malzemeleri Sektör İzleme Raporu 2016, 15s.

Patil, A. R., Chogale, N. D., Pagarkar A. U., Koli, J. M., Bhosale, B. P., Sharangdhar, S. T., Gaikwad, B. V., & Kulkarni, G. N. (2020). Vacuum Packaging is a Tool for Shelf Life Extension of Fish Product: A Review. *Journal of Experimental Zoology,* Vol 23, No. Suppl. 1, pp.807-810 ref.20.

Plotnikova, I.V., Zharkova, I. M., Magomedov, G. O., Magomedov, M. G., Khvostov, A., & Miroshnichenko, E. N. (2021). Forecasting and Quality Control of Confectionery Products With the Use of "Water Activity" İndicator. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 640(6), 062003.Doi:10.1088/1755-1315/640/6/062003.

Prabhakar, H., Bock, C. H., Kerr, W. L., Kong, F. (2022). Pecan color change during storage: Kinetics and Modeling of the Processes.*Current Research in Food Science,*Volume 5,2022, Pages 261-271. Doi:10.1016/j.crfs.2022.01.015

Rana, S.**,** Siddiqui, S., & Gandhi, K. (2018). Effect of İndividual Vacuum and Modified Atmosphere Packaging on Shelf Life of Guava. *International Journal of Chemical Studies*, 6(2): 966-972.

Redondo Cuevas, Lucıa., Castellano, Gloria., Torrens, Francisco., & Raikos, Vassilios., (2017). Revealing the Relationship Between Vegetable Oil Composition and Oxidative Stability: A Multifactorial Approach. *Journal of FoodComposition and Analysis.* Doi: 10.1016/j.jfca.2017.12.027.

Reinheimer, M. A., Mussati, S., Scenna, N. J., & Pérez G.A., (2010). Influence of the Microstructure and Composition on the Thermal–Physical Properties of Hard Candy and Cooling Process. *Journal of Molecular Structure*, 980 (2010) 250–256.

Rizzello, C. G., Curiel, J. A., Nionelli, L., Vincentini, O., Cagno, R. D., Silano, M., Gobbetti, M., & Coda, R. (2014). Use of Fungal Proteases and Selected Sour Doughlacticacid Bacteria Formaking Whea Tbread With an İntermediate Content of Gluten. Food Microbiology, 37: 59-68. Doi:10.1016/j.fm.2013.06.017.

Roe, K. D., & Labuza, T. P., (2015). Glass Transıtıon and Crystallızatıon of Amorphous Trehalose-Sucrose Mıxtures. *International Journal of Food Properties*, 8: 559–574.Doi:10.1080/10942910500269824.

Roos, Y. H. (2007). The Glassy State. University College Cork, Department of Food and Nutritional Sciences, Cork, Ireland.

Roos, Y. H. (2010). Glass Transition Temperature and İts Relevance in Food Processing. *Annu Rev Food Sci Technol*, 1: 469–496. Doi: 10.1146/annurev.food.102308.124139.

Sahoo, N. R., Panda, M. K., Bal, L.M., Pal, U.S., &Sahoo D. (2015). Comparative Study of MAP and Shrink Wrap Packaging Techniques for Shelf life Extension of Fresh Guava.*Scientia Horticulturae* 182 1–7. Doi: 10.1016/j.scienta.2014.10.029.

Saldamlı, İ. (2007). Gıda Kimyası, 3. Baskı, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara

Saldamlı, İ. (2017). Gıda Kimyası, 6. Baskı, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara.

Sandhya, (2010). Modified Atmosphere Packaging of Fresh Produce: Current Status and Future Needs. Food Science and Technology, 43 (3): 381–392.

Sato, H. H. & Kawaguti, H.Y. (2016). Biotechnological Production of Organic Acids.Biotechnological Production of Natural Ingredients for Food Industry, st Ed., Ed: Bicas, J.L., Maróstica, M.R. And Pastore, G.M. Bentham Science Publishers, 164-206.

Sayın Börekçi, B. (2020). Yerel Candida Zeylanoides Suşlarının Sitrik Asit Üretim Kapasitelerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Erzurum.

Seçer o. M., (2019). Depolama Süresince Yaprak Sarma Konservesinde Meydana Gelen Fiziksel Ve Kimyasal Değişimlerin Reaksiyon Kinetiği Açısından Değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Uşak Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Uşak.

Sevimli, Y., & Sönmezdağ, A. S. (2017). Özel Gün Tatlıları: Kültür Turizmi Açısından Önemi. *International Rural Tourism and Development Journal*, 18-28.

Sezer, G., & Kavas, M. F. (2005). Şeker Çeşitleri, Türkiye Şeker Fabrikaları A. Ş. Şeker Enstitüsü Teknolojik Araştırmalar Müdürlüğü, 1-15.

Shıehzadeh, R. (2019). Keçiboynuzu Tozu ve Zeytinyağı Kullanımının Sürülebilir Çikolatada Fiziksel Kimyasal ve Reolojik Özellikler Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, *Atatürk Üniversitesi F en Bilimleri Enstitüsü.* Erzurum.

Šmídová, I., Čopíková J., Maryška M., & Coımbra M. A. (2003). Crystals in Hard Candies. *Czech J. Food Sci*, Vol. 21, No. 5: 185–191.

Soydinç, H. (2006). Farklı Kuru Meyve İlavesinin ve Depolama Süresinin Tahin Helvasının Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, *Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Şanlıurfa.

Subramaniam, P. J. (2011). Stability of Natural Colors in Model Food Systems. Leatherhead Food Research, Surrey, UK.

Sürengil, G., & Kılınç, B. (2011). Gıda Ambalaj Sektöründe Nanoteknolojik Uygulamalar ve Su Ürünleri Açısından Önemi. *Journal of Fisheries Sciences*, 5(4): 317-325.

Swain, M., R., Ray, R., C., & Patra, J., K. (2012). Citric Acid: Microbial Production and Applications in Food and Pharmaceutical İndustries. *Nova Science Publisher*, Zagreb, 97-118.

Tahmas Kahyaoğlu, D. (2009). Tereyağının Margarinle Tağşişinin Tespitinde Yağ Sabiteleri ve Duyusal Analize Dayalı Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Erzurum.

Tahmas Kahyaoğlu, D. (2014). İnek, Koyun ve Keçi Sütlerinden Üretilen Tereyağlarında Depolama Süresince Uçucu Bileşikler, Oksidasyon Stabilitesi ve Diğer Bazı Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Erzurum.

Tahmas Kahyaoğlu, D., & Çakmakçı, S. (2014). Determination of the Adulteration of Butter With Margarine by Using Fat Constants. *Journal of Agricultural Sciences*, 22 (2016) 1-8

Talbot, G. (2010). Oxidation of Confectionery Products and Biscuits. Oxidation in Foods and Beverages and Antioxidant Applications, 344–368.

Talbot, J. (2011). Technologies for Glazed Food and Products With Fillings (Saint Petersburg).

TGK. (2005). Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği, (Tebliğ No: 2005/19), Resmi Gazete.

TGK. (2008). Sürülebilir Yağlar/Margarinve Yoğun Yağlar Tebliği, (Tebliğ No: 2008/21).

TGK. (2013). Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği (Tebliğ No: 2013/9), Resmi Gazete 2 Nisan 2013.

Tireki, S. (2017). Investıgatıon of Sensory and Instrumental Methods to Predıct Shelf- Lıfe of Jelly Gums. Doctor of Philosophy, *Middle East Technical University the Graduate School of Natural and Applıed Scıences*. Ankara.

TSE. (2003). "TS 13028 Çekme Helva (Special Turkish Sweet)". Türk Standardları Enstitüsü Necatibey Caddesi No.112 Bakanlıklar/Ankara.

Tuğal, N. (2011). Adana Piyasasında Satılan Kahvaltılık Margarinlerin Bazı Özellikleri Üzerinde Saklama Koşulları ve Sürelerinin Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.* Adana.

Turhan, B., & Saka S. (2016). Herediter Früktoz İntoleransında Beslenme. Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü. Ankara

Uğuz, Ş. S. (2020). Use of Non-Conventıonal Tıme Domaın (Td) Nmr Approaches For Characterısatıon of Gelatın Based Soft Candıes. the Degree of Master, *the Graduate School of Natural and Applıed Scıences of Mıddle East Technıcal Unıversıty*. Ankara.

URL-1, Reaksiyon Kinetiği Ders Notu,https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/62029/mod_resource/content/0/4.%20hafta.pdf, Erişim Tarihi: 06/06/2022

URL-2, Margarin Üretiminde Kullanılan Hammaddeler.File:///C:/Users/Asus/Downloads/7.Hafta-Margar%C4%B0n%20%C3%9cret%C4%B0m%C4%B0nde%20kullanılan%20hammaddeler%20.Pdf, Erişim Tarihi: 13/06/2022

URL-3, Margarin,https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/serdar.kilic/133412/4-%20Margarin.pdf, Erişim Tarihi 13/06/2022

Van Boekel, M. (2008). Kinetic Modeling of Food Quality: a Critical Review. Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. 7:144–58.

Var, I., Kabak B., & Gök, F. (2007). Survey of Aflatoxin B_1 in Helva, a Traditional Turkish Food, by TLC.Food Control 18 S (59–62).Department of Food Engineering, *Agricultural Faculty University of Cukurova*. Adana.

Wang, XJ., & Li, D. (2012). A Dynamic Product Quality Evaluation Based Pricing Model for Perishable Food Supply Chains. Elsevier, vol. 40(6), pages 906-917. Doi: 10.1016/j.omega.2012.02.001.

Wu, C. (2010). An Overview of Post Harvest Biology and Technology of Fruits and Vegetables. AARDO Workshop on Technology on Reducing Post-Harvest Losses and Maintaining Quality of Fruits and Vegetables., Pp. 2–11.

Yadav, D. N., Balasubramanian, S., Kaur, J., Anand, T., & Singh, A.K. (2011). Optimization and Shelf-Life Evaluation of Pearl Millet Based HalwaDry Mix.*Journal of Food Science and Engineering*, 313-322.

Yanishlieva, N., & M. Morinavo E., (2001). Stabilisation of Edible Oils With Natural Antioxidants. Eur. J. Lipid Sci. Technol. Ps (752–767). Doi:10.1002/1438-9312(200111)103:11<752: AID-EJLT752>3.0.CO;2-0.

Yerasimos, M. (2011). Evliya Çelebi Seyahatnamesi'nde Yemek Kültürü. İstanbul Kitap Yayınevi.

Yeyinli, N., Karaca, S., & Obuz, E. (2007). Piyasadan Temin Edilen Sade Tahin Helvalarının Bazı Kalite Parametrelerinin Arastırılması. *5. Gıda Kongresi*, 8-10 Kasım, pp.277.

Yıldırım, R. (2003). Ağızda Dağılan Lezzet Pişmaniye-Flavour That in the Mouth. Skylife, 1-20.

Yılmaz, F. M., Yıldırım, E., &Karakuş, M. (2019). Doğal Renk Maddesi Katkılı Sert Şekerleme Üretimi: Farklı Karbonhidrat Formülasyonlarının Renk, Camsı Geçiş, Higroskopite, Karbonhidrat Kompozisyonu ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkileri. *the Journal Of Food*, 44 (2): 357-368.

Yılmaz, G., & Akman, S. (2019). Gastronomic Value of Halva and Helva-İ Gazi From Ottoman to Present.*Gastroia: Journal of Gastronomy and Travel Research*, Vol. 3, Issue 3, Ss-Ss,462-469.

Yılmaz, M.S. (2019). Farklı Ekmeklik Unların Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.* Van.

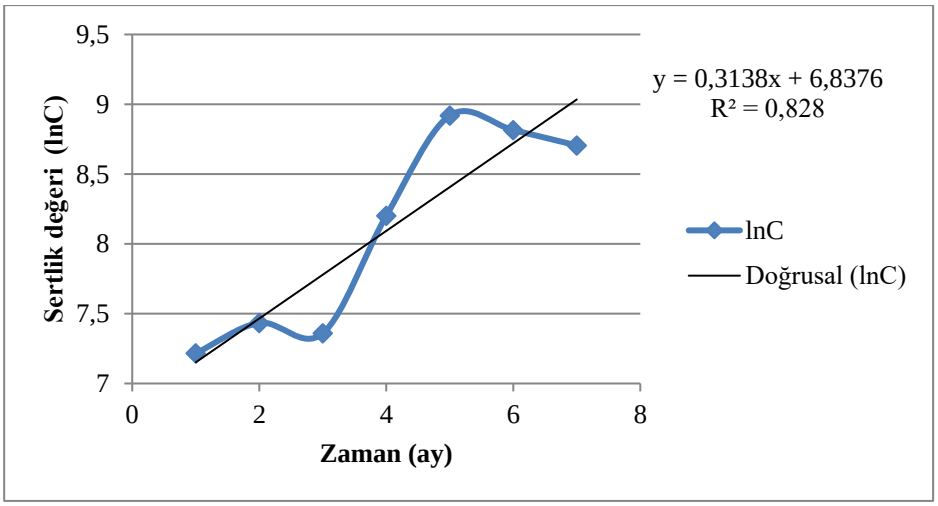
Yilmaz Ersan L., Akpinar-Bayizi, A., Ozcan T., Irmak Sahin O., & Aydinol, P., (2011). Assesment of Some Microbiological and Chemical Properties of Pismaniye Sweet. *African Journal of Microbiology Research* Vol. 5(9) Pp. 1119-1122.

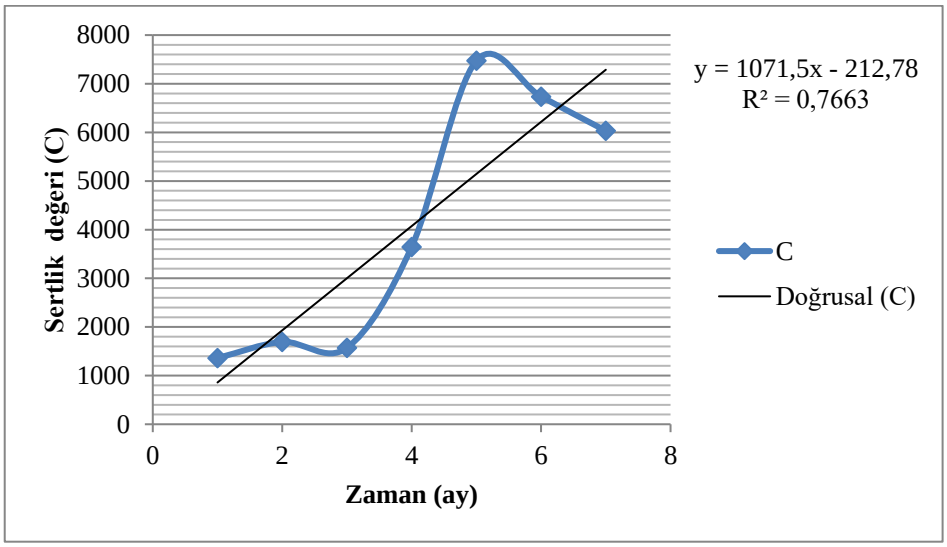
Yumlu, A., (2006). "Organik pekmez ürünü geliştirilmesi, raf ömrünün ve kalite parametrelerinin belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,* İstanbul.

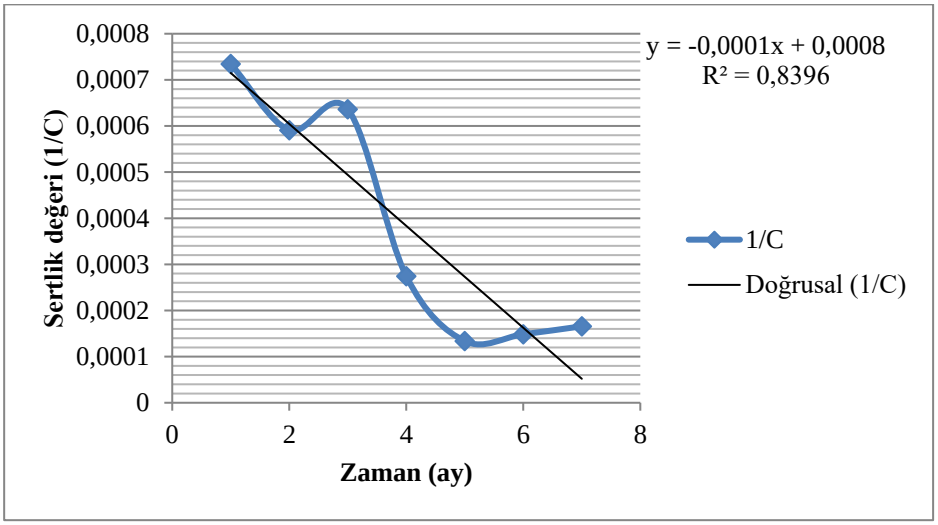
Zulyavic, S. O., & Akagic, A. (2021). Flour-Based Confectionery as Functional Food.University of Sarajevo, Faculty of Agriculture and Food Sciences, Department of Food Technology, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina.

EKLER

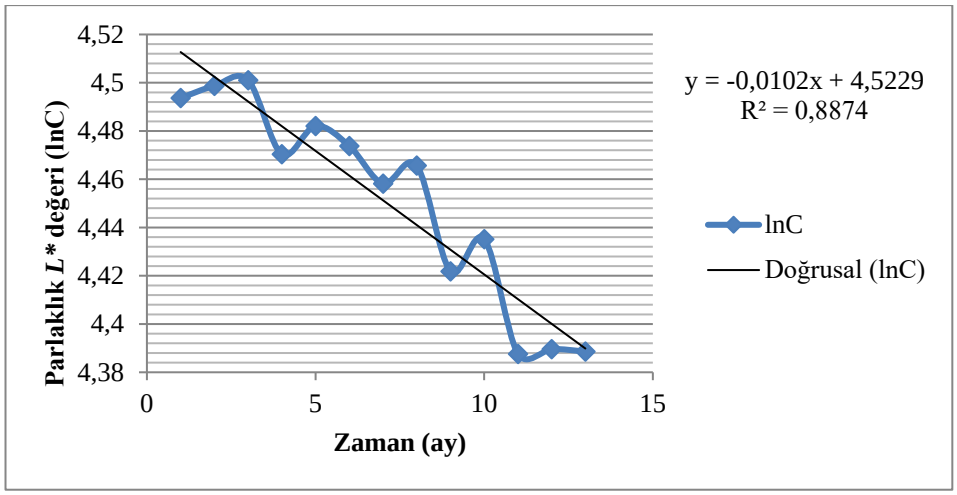
Ek 1 BS2 numunesinin sertlik değerine ait regresyon grafikleri

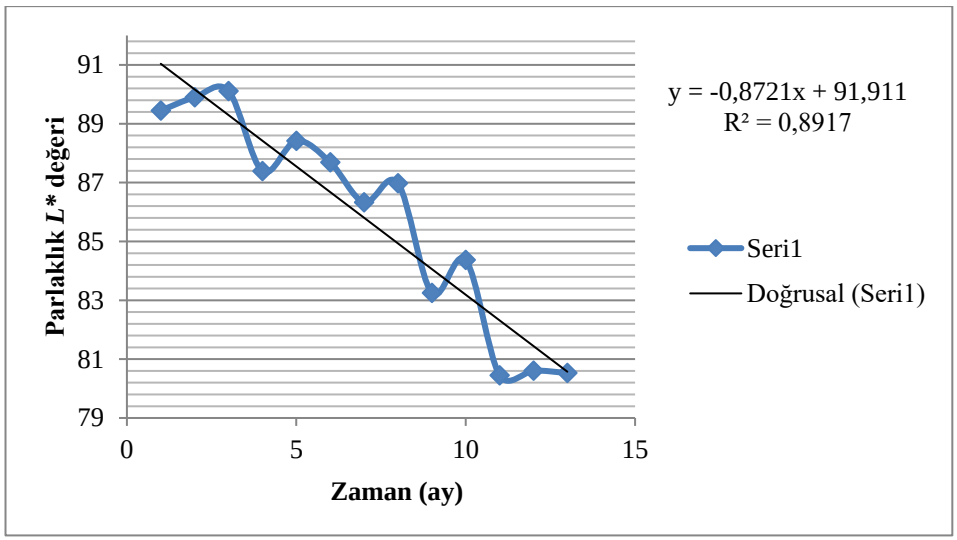


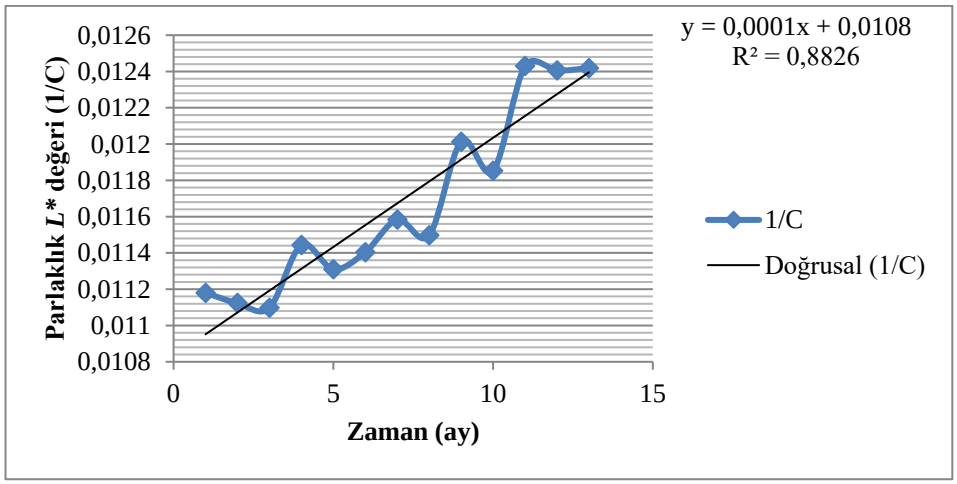




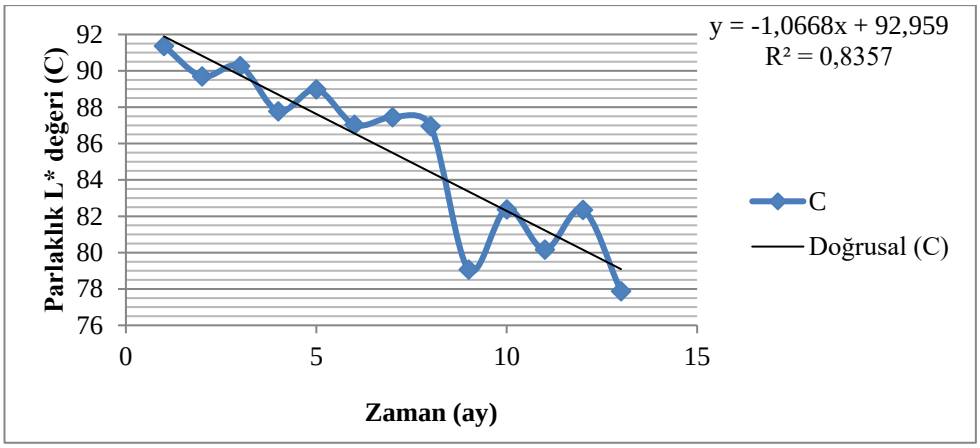
Ek 2 BS2 numunesinin *L parlaklık değerine ait regresyon grafikleri**

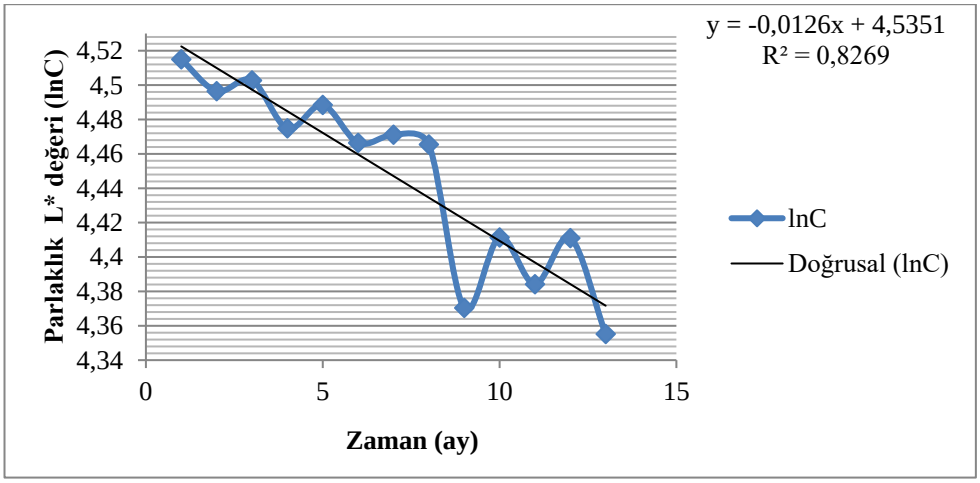


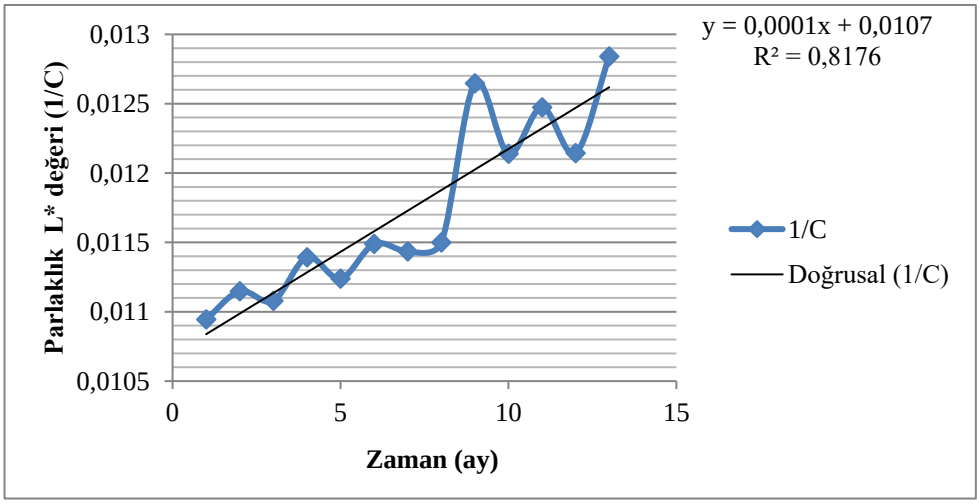




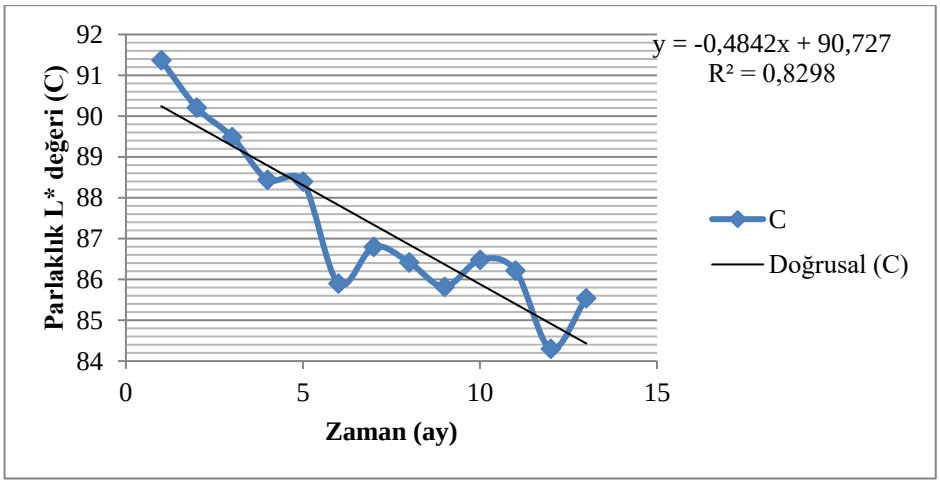
Ek 3 TS2 numunesinin *L parlaklık değerine ait regresyon grafikleri**

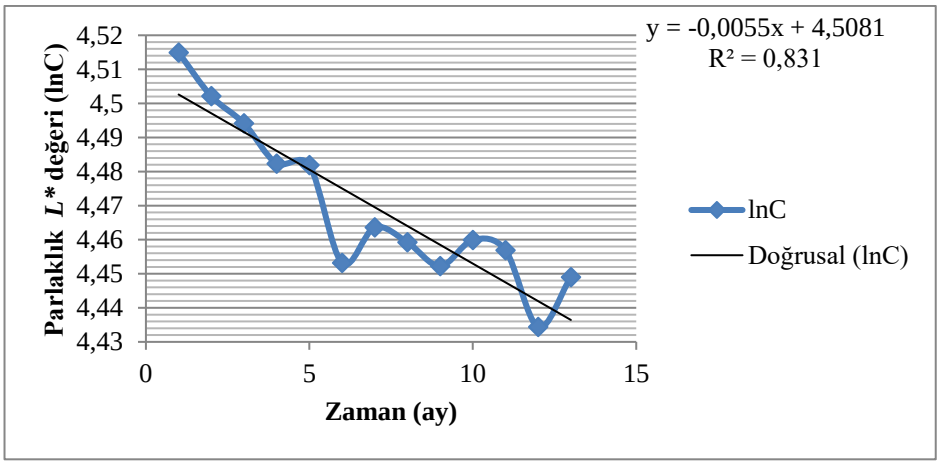


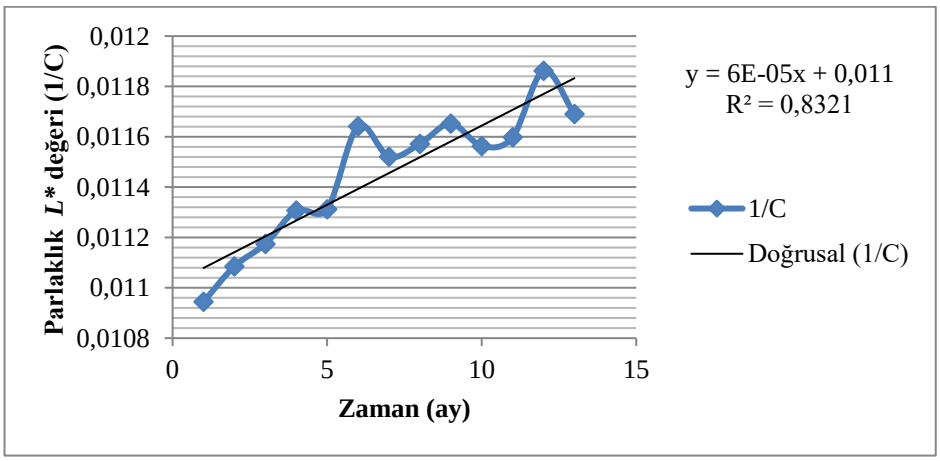




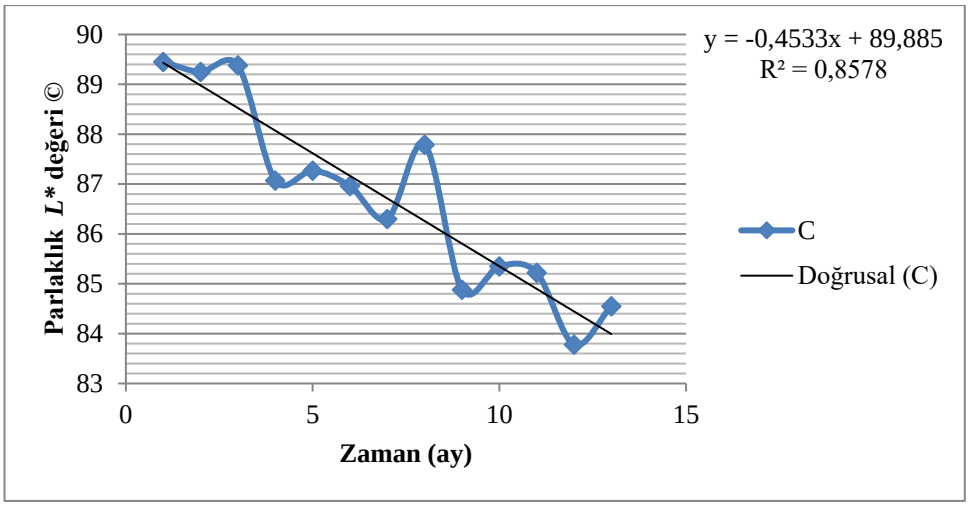
Ek 4 TV1 numunesinin *L parlaklık değerine ait regresyon grafikleri**

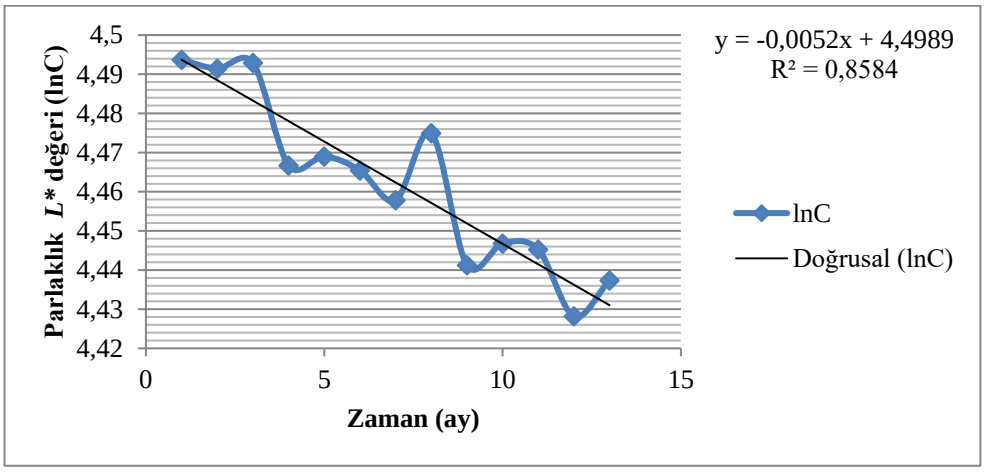


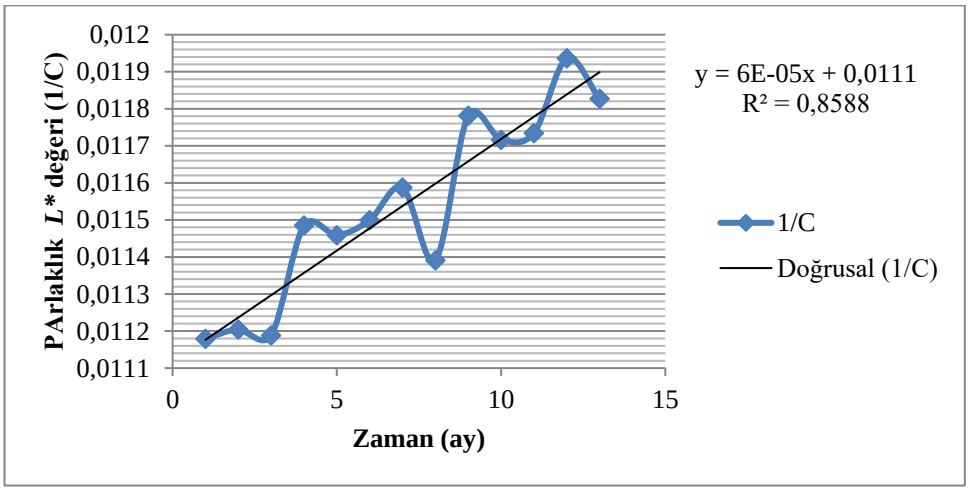




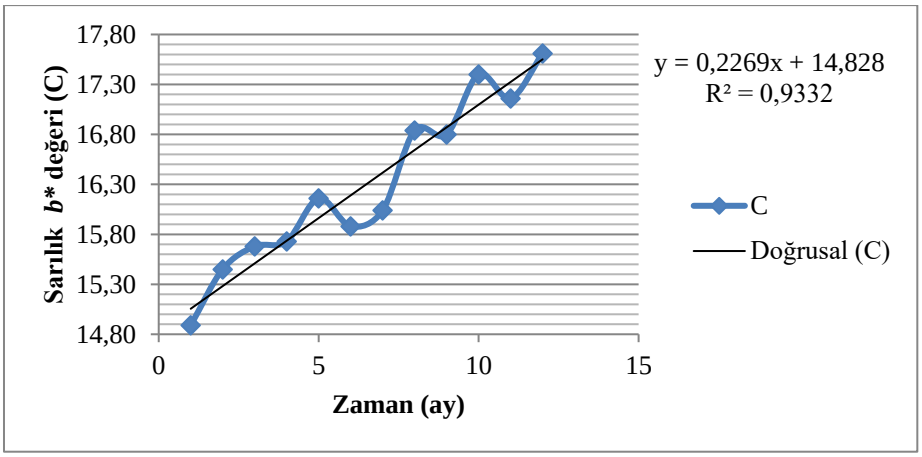
Ek 5 BV1 numunesinin *L parlaklık değerine ait regresyon grafikleri**

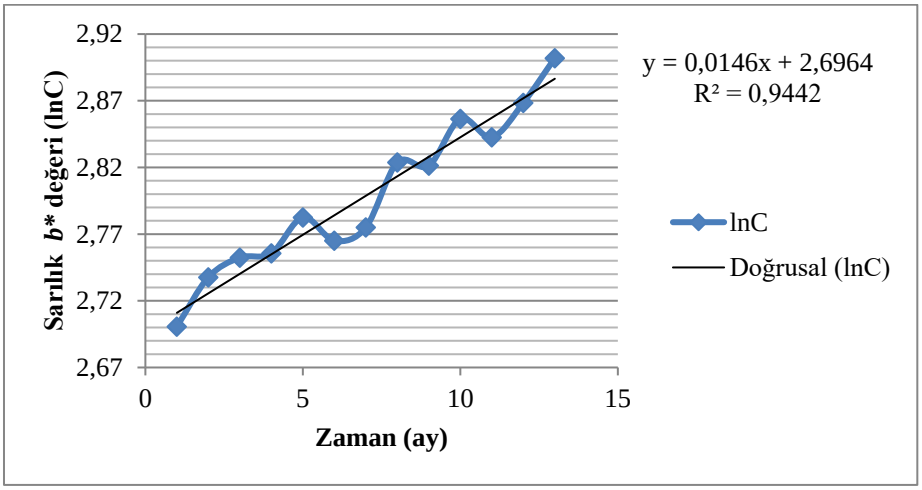


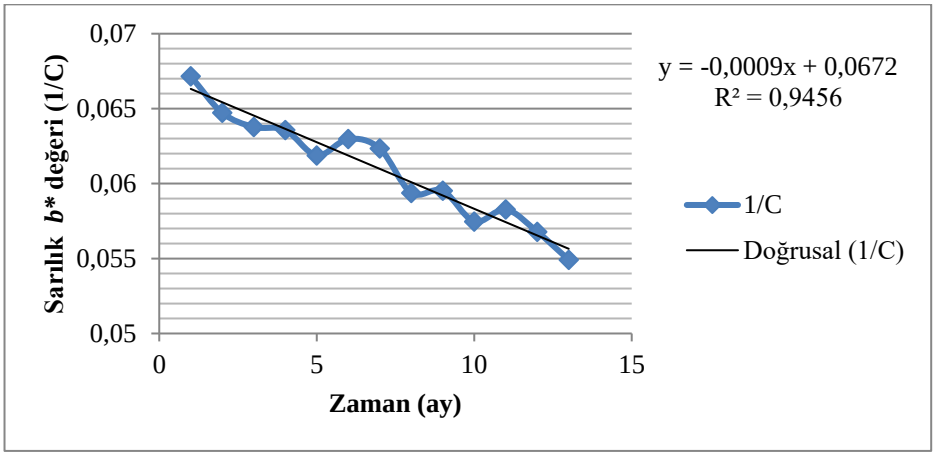




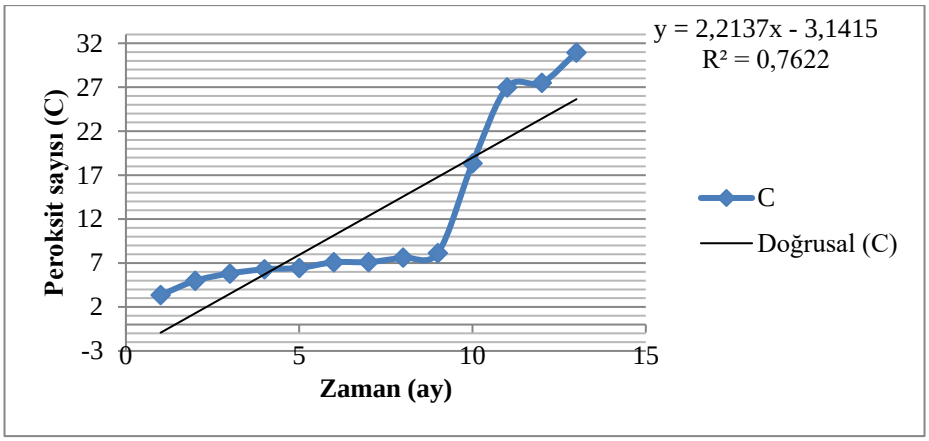
Ek 6 BS1 numunesinin *b sarılık değerine ait regresyon grafikleri**

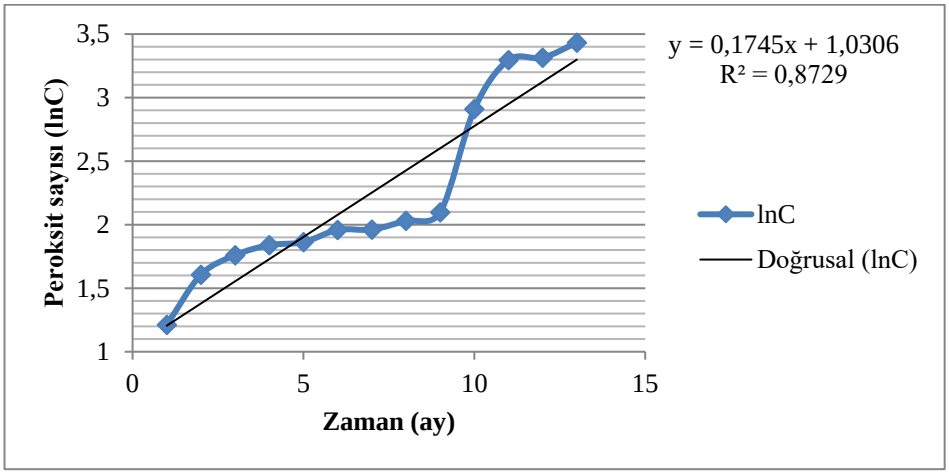


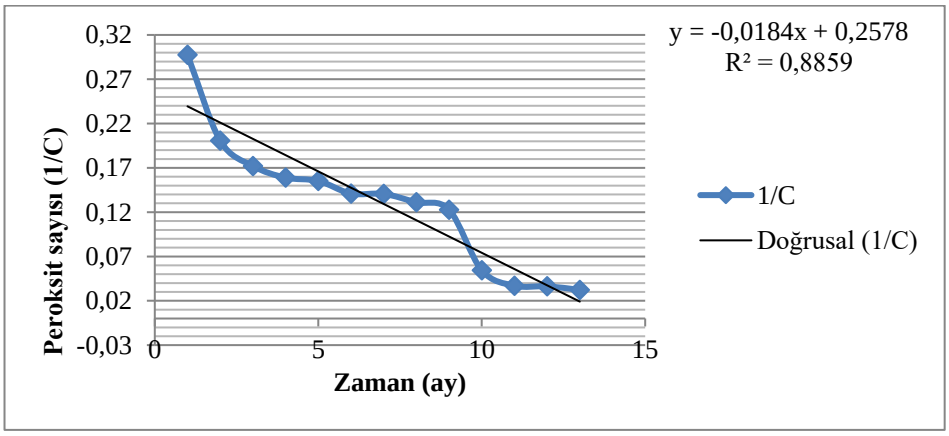




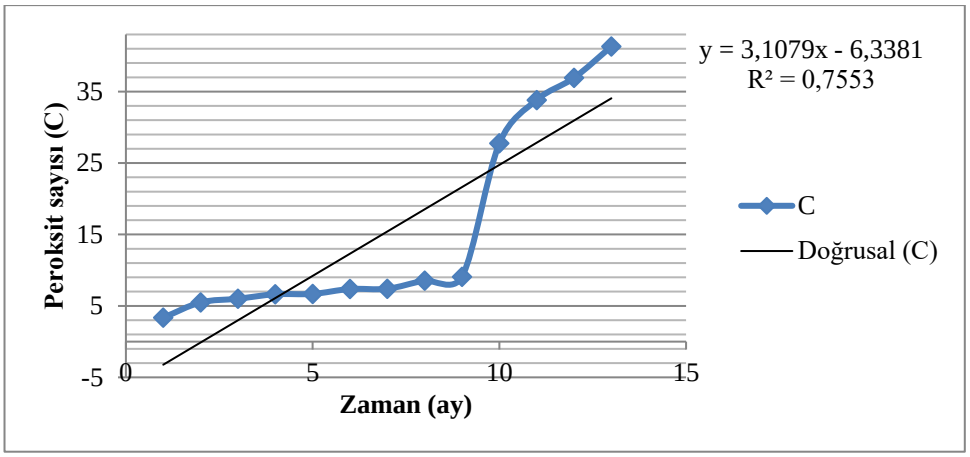
Ek 7 TV1 numunesinin peroksit sayısı değerine ait regresyon grafikleri

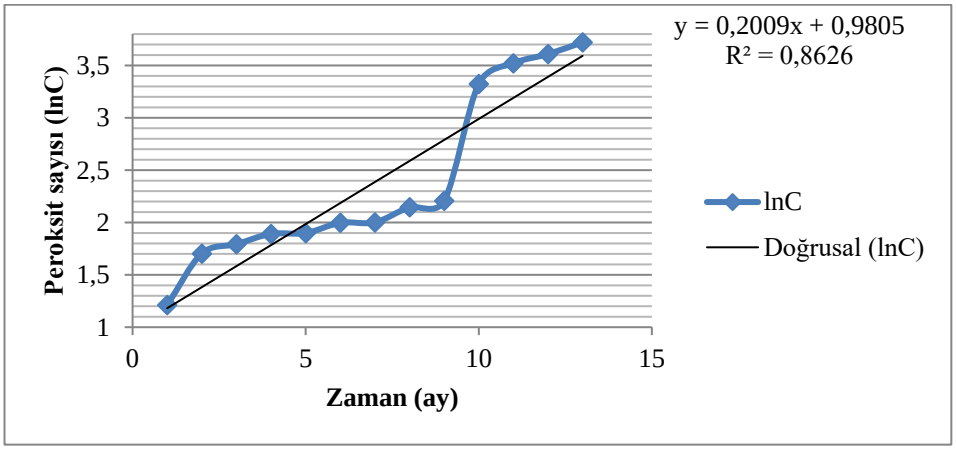


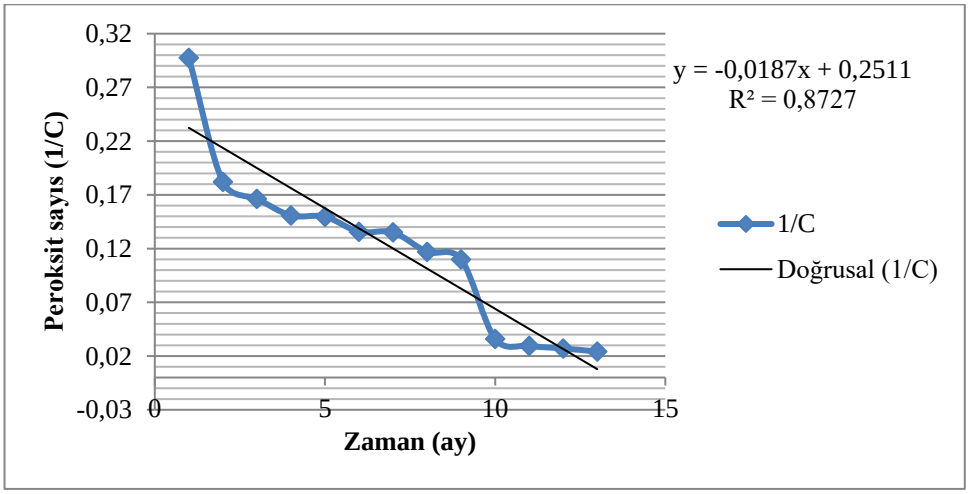




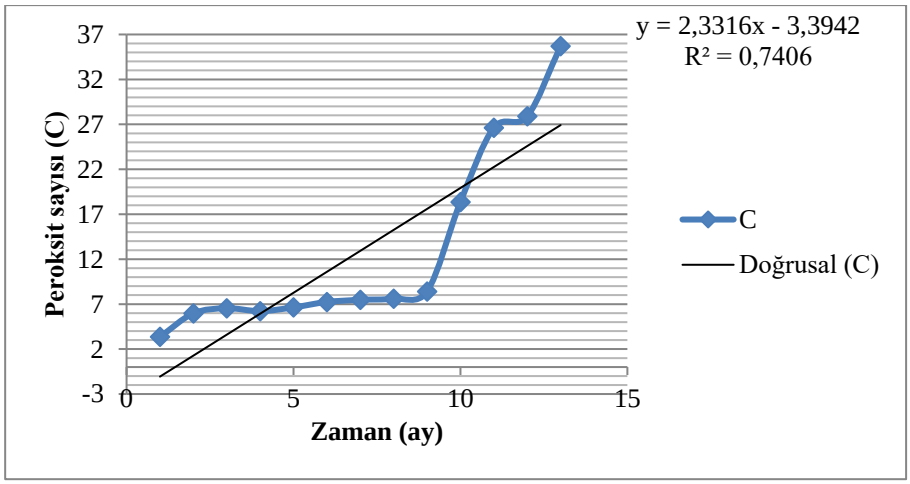
Ek 8 TS1 numunesinin peroksit sayısı değerine ait regresyon grafikleri

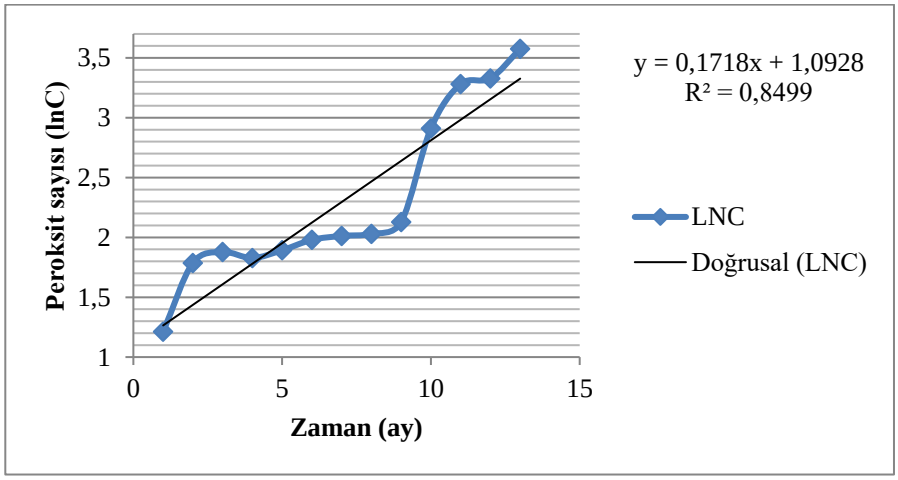


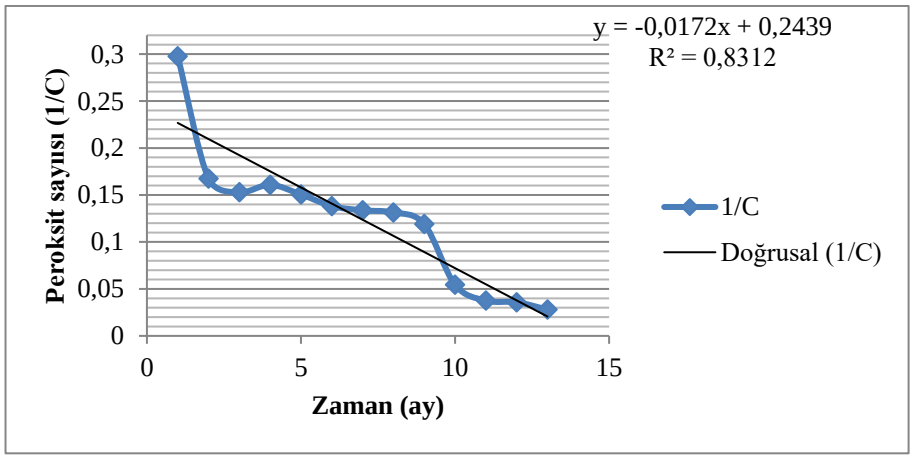




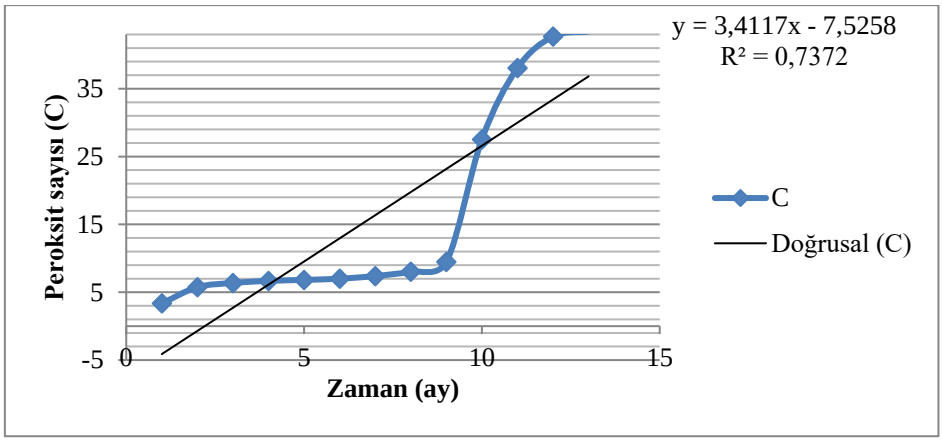
Ek 9 TV2 numunesinin peroksit sayısı değerine ait regresyon grafikleri

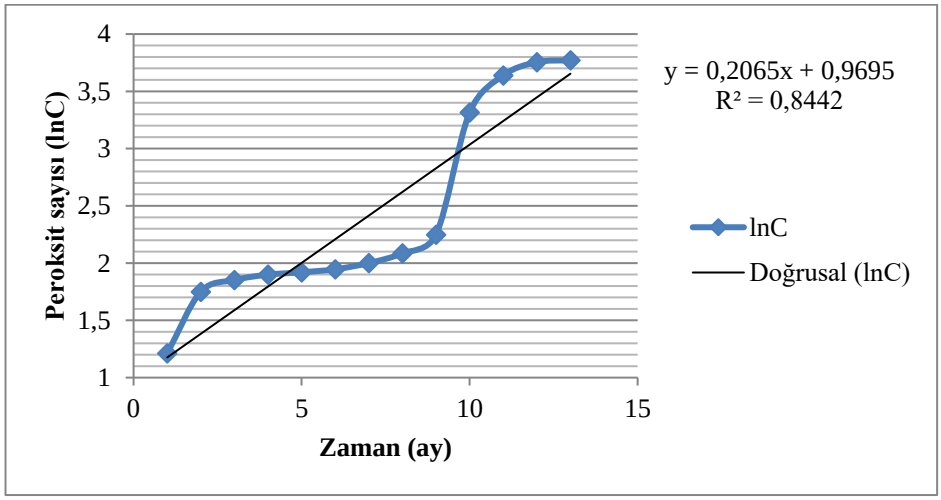


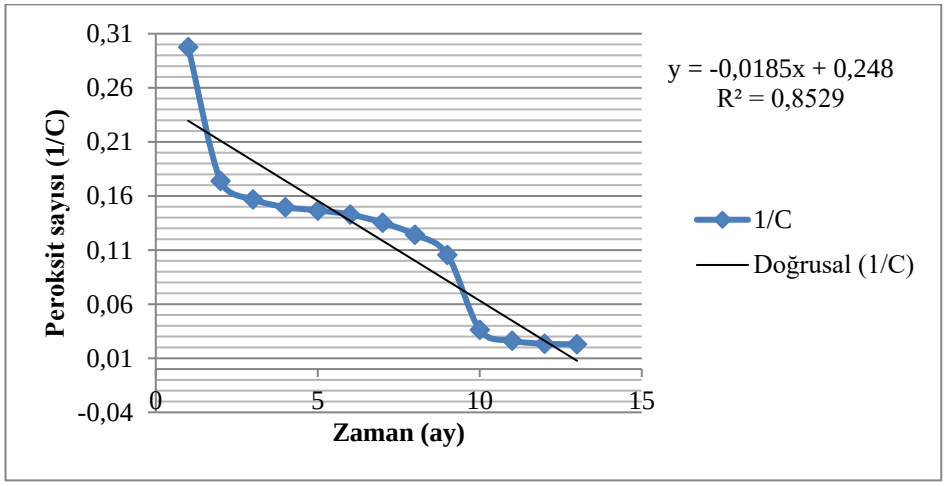




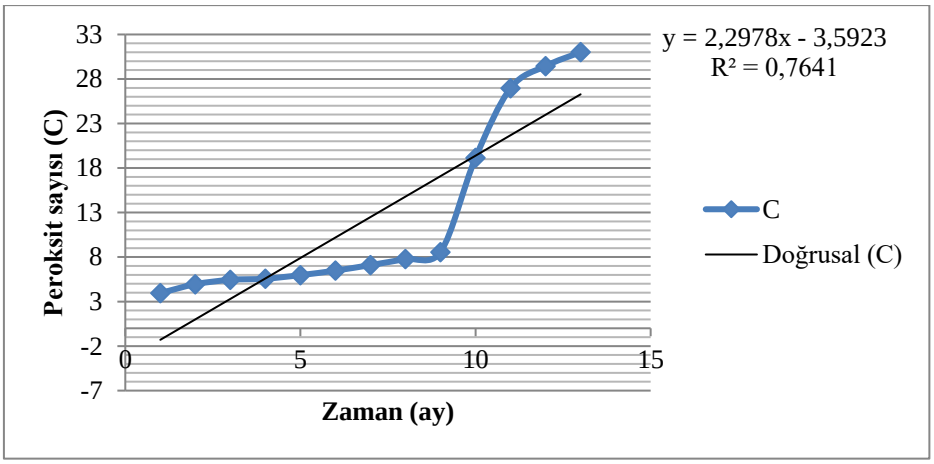
Ek 10 TS2 numunesinin peroksit sayısı değerine ait regresyon grafikleri

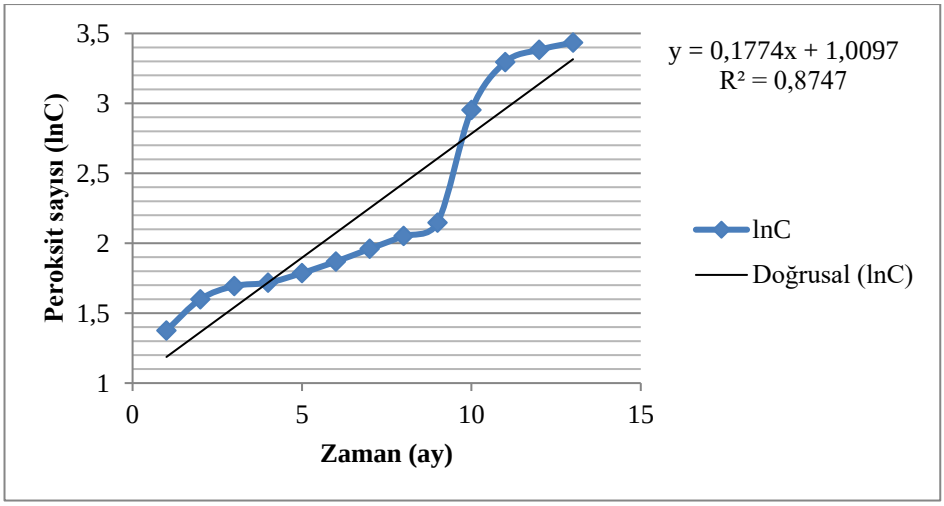


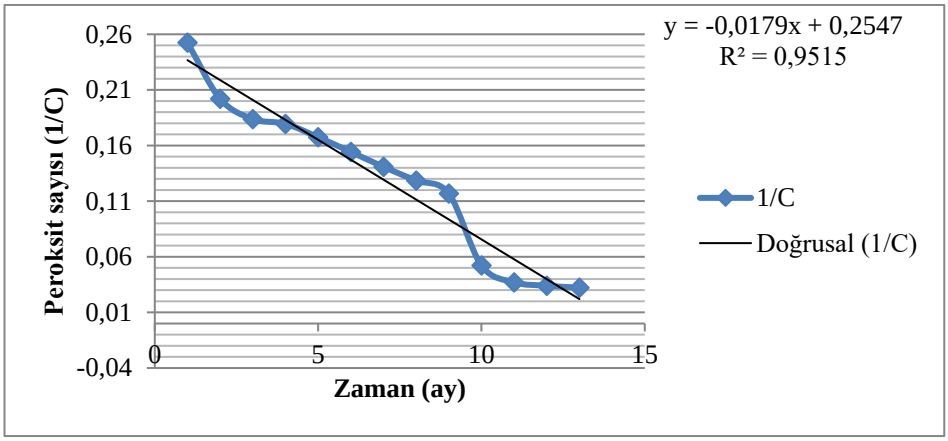




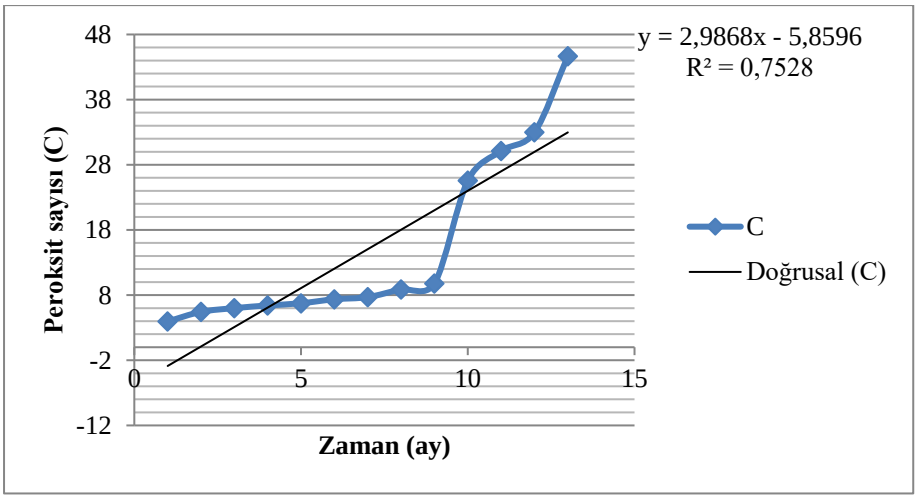
Ek 11 BV1 numunesinin peroksit sayısı değerine ait regresyon grafikleri

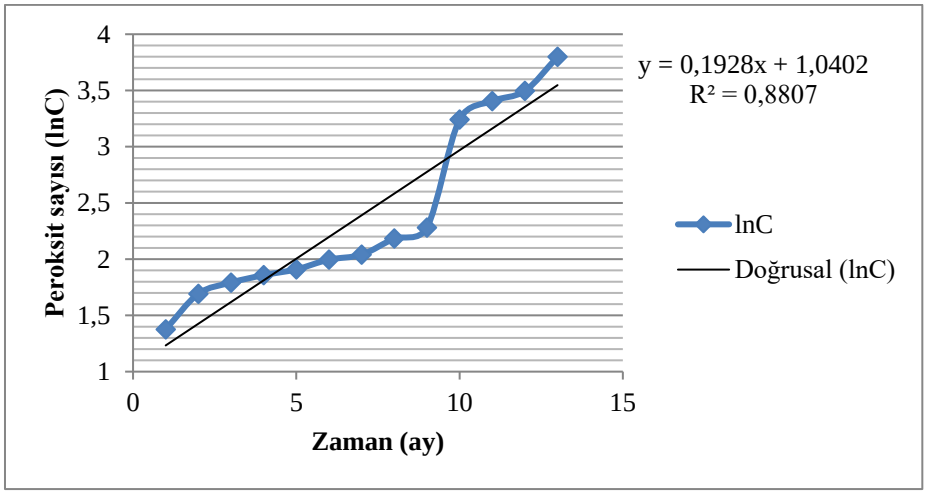


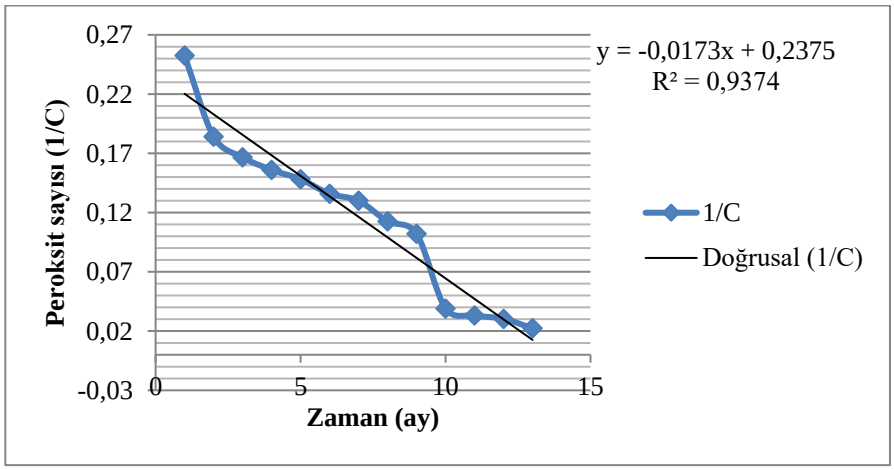




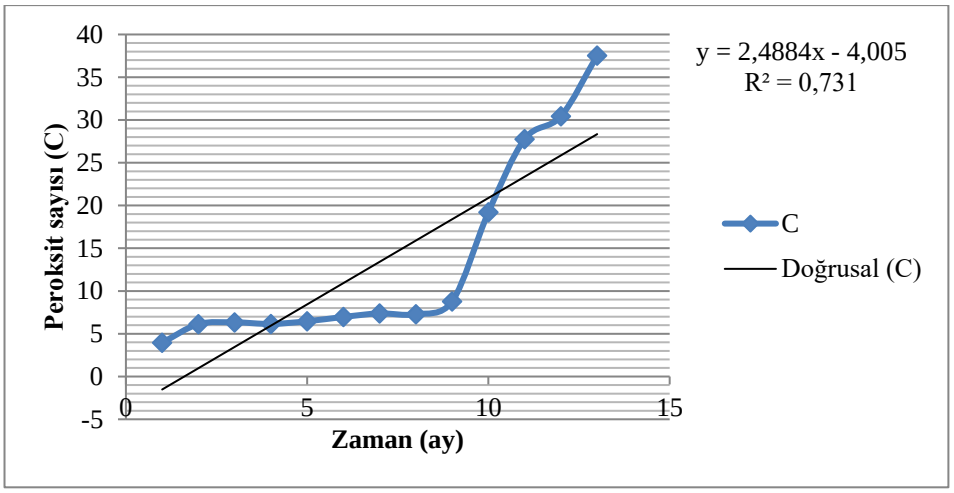
Ek 12 BS1 numunesinin peroksit sayısı değerine ait regresyon grafikleri

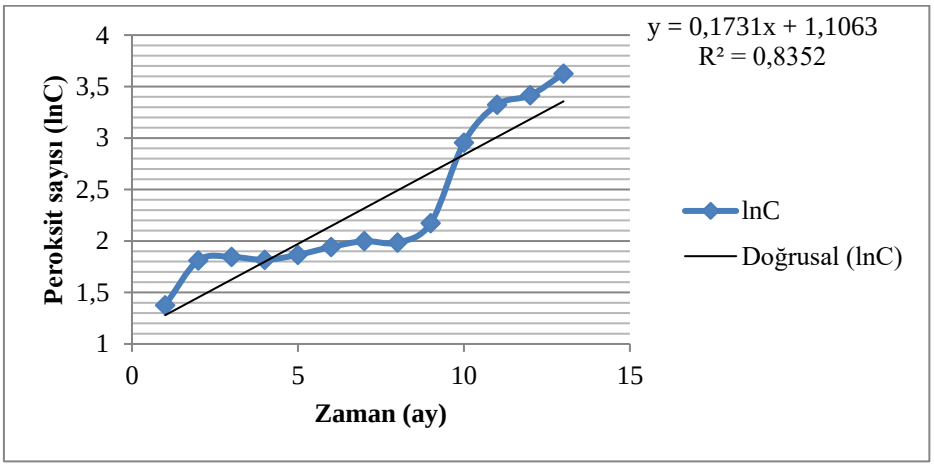


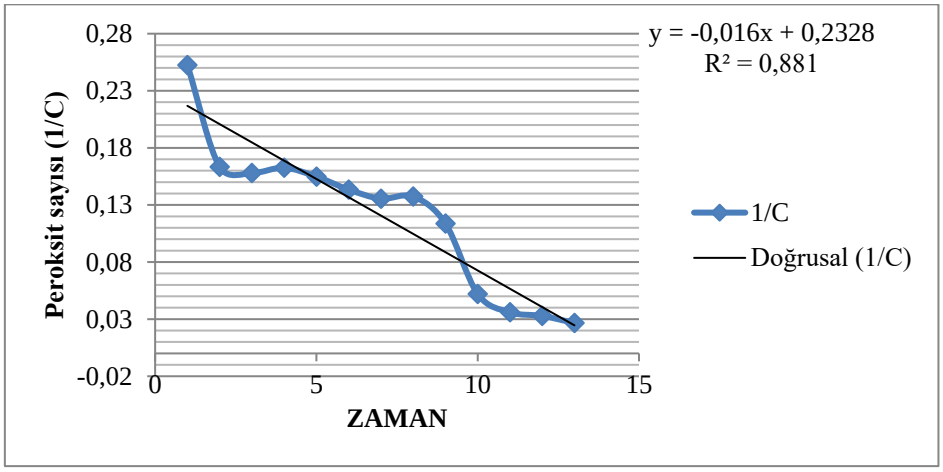




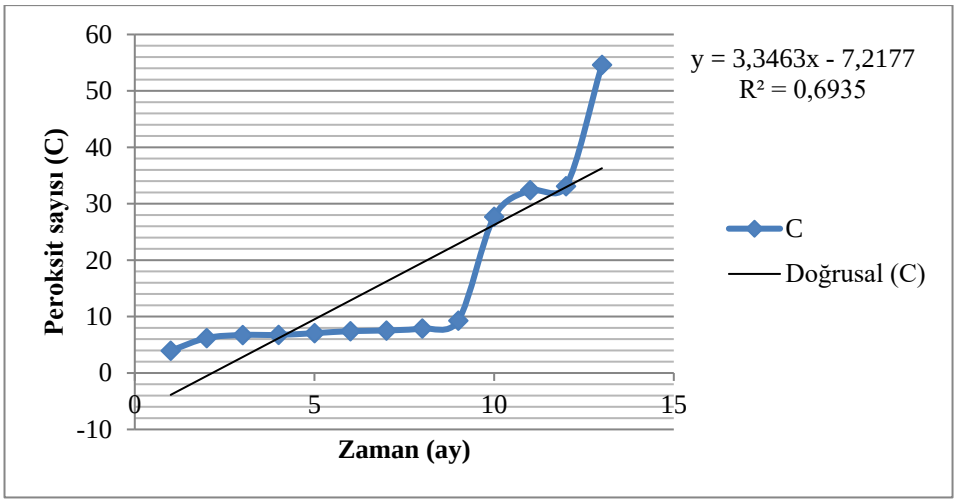
Ek 13 BV2 numunesinin peroksit sayısı değerine ait regresyon grafikleri

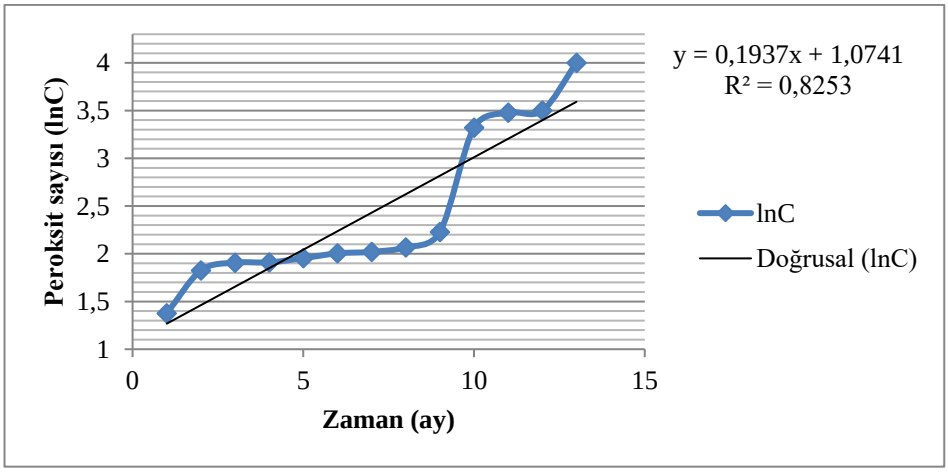


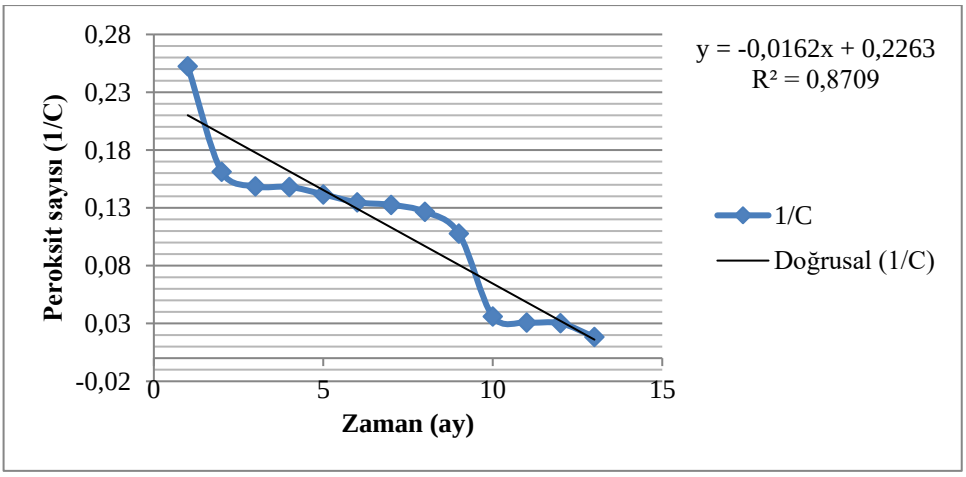




Ek 14 BS2 numunesinin peroksit sayısı değerine ait regresyon grafikleri







ÖZGEÇMİŞ



Adı Soyadı	: Büşra Akyol
Doğum Yeri ve Yılı	:Taşköprü/1995
Medeni Hali	:Evli
Yabancı Dili	:İngilizce

Eğitim Durumu

Lise	: Kastamonu Göl Anadolu Öğretmen Lisesi, 2013
Lisans	: Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi, 2018

Mesleki Deneyim

İş Yeri	: Keleşoğlu Un Fabrikası, 2016-2018
İş Yeri	: Kastamonu Helvacıoğlu Çekme Helva, 2018-2021