

**IQF (BİREYSEL HIZLI DONDURULMUŞ) VE EV TİPİ DERİN
DONDURULMUŞ (-18 °C) ÜÇ FARKLI TAZE YEŞİL FASULYE ÇEŞİTİNİN
BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR
ÇALIŞMA**

YÜKSEK LİSANS

Gizem ÇAYLI

Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

Temmuz, 2015

Bu tez çalışması 13.FEN.BİL.36 numaralı proje ile BAP tarafından desteklenmiştir.

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS

**IQF (BİREYSEL HIZLI DONDURULMUŞ) VE EV TİPİ DERİN
DONDURULMUŞ (-18 °C) ÜÇ FARKLI TAZE YEŞİL FASULYE
ÇEŞİTİNİN BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ
ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA**

Gizem ÇAYLI

DANIŞMAN

Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

Temmuz, 2015

TEZ ONAY SAYFASI

Gizem ÇAYLI tarafından hazırlanan “IQF (Bireysel Hızlı Dondurulmuş) ve Ev tipi Derin Dondurulmuş (-18 °C) Üç farklı Taze Yeşil Fasulye Çeşitinin Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine bir Çalışma” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 03/07/2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman :Prof.Dr. Ramazan ŞEVİK

Başkan :Prof.Dr. Abdullah ÇAĞLAR
Afyon Kocatepe Ü. Mühendislik Fakültesi

Üye :Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK
Afyon Kocatepe Ü. Mühendislik Fakültesi

Üye :Doç. Dr. Yahya TÜLEK
Pamukkale Ü. Mühendislik Fakültesi

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun
...../...../..... tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....
Prof. Dr. İbrahim EROL
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI
Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

03/07/2015

Gizem ÇAYLI

ÖZET
Yüksek Lisans Tezi

**IQF (BİREYSEL HIZLI DONDURULMUŞ) VE EV TİPİ DERİN
DONDURULMUŞ (-18 °C) ÜÇ FARKLI TAZE YEŞİL FASULYE
ÇEŞİTİNİN BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ
ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA**

Gizem ÇAYLI

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

Bu çalışmada, Afyonkarahisar ilinde yetiştirilen derin dondurulmuş ve IQF (Individually Quick Frozen) tekniğiyle dondurulmuş 3 farklı çeşit taze fasulyenin 9 aylık depolama sürecinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. “Kuru Madde”, “Kül”, “Yağ”, “Protein”, “pH”, “Renk Değişimi”, “Tekstür” ve “Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı” parametreleri depolama süresince IQF ve derin dondurma tekniğinin karşılaştırılması amacıyla araştırılmıştır. Yapılan bu çalışmalar sonucunda; her bir analiz için fasulye çeşiti, depolama süreci ve dondurma tipine göre karşılaştırmalar yapılmıştır. Kuru madde içeriği % 8,46-10,30 arasında, kül miktarı % 0,65-0,72 arasında, yağ miktarı %1’ in altında, protein miktarı % 1-3 arasında, pH 5,84-6,22 arasında bulunmuştur. Renk değişimi her iki dondurma tipinde benzer bulunurken depolama sürecinde az da olsa fark olduğu sonucu elde edilmiştir. Tekstürel özellikleri her iki dondurma türü için de benzer bulunmuştur. Toplam mezofilik aerobik bakteri miktarında depolamayla birlikte düşüş tespit edilmiştir.

2015, ix + 50 sayfa

Anahtar Kelimeler: IQF, Tekstür, Fasulye, Derin dondurulmuş

ABSTRACT
M.Sc Thesis

**A STUDY ABOUT DETERMINATION OF QUALITY CHARACTERISTICS OF
THREE TYPES OF FRESH GREEN BEANS BY IQF (INDIVIDUALLY QUICK
FROZEN) AND HOUSEHOLD FROZEN (-18 °C)**

Gizem ÇAYLI

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Ramazan ŞEVİK

In this research, it was examined the changes occurring in the nine month storage period of the three different types of green beans which were grown in Afyonkarahisar. The green beans have been frozen by IQF and deep freezing techniques. “Dry matter” , “ash” , “fat” , “protein” , “pH” , “color changes” , “texture” and “total mezofolic aerobic bacteria counts” parameters were studied to compare IQF and deep freezing techniques during the storage periods. As a result of conducted studies, it has been done to compare as type of the beans, storage period and the type of freezing. Dry matter content between 8,46-10,30%, the amount of ashes between 0,65-0,72, the amount of fat under the 1%, the amount of the protein between 1-3 % , the amount of Ph between 5,84-6,22% were found. Color changes were found similar to both freezing type. Besides, in storage periods there was a little difference in color changes. Texture specifications were found similar to both freezing type. The total mezafolic aerobic bacteria counts were decreased in storage periods.

2015, ix + 50 pages

Key Words: IQF, Texture, Green Beans, Deep Frozen

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın konusu, deneysel alışmaların ynlendirilmesi, sonuların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu byk katkılarında dolay tezdanişmanım Sayın Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK, araştırma ve yazım sresince yardımlarını esirgemeyen Sayın Ar. Gr. iğdem AŐŐIOęLU'na, her konuda öneri ve eleştirileriyle yardımlarını gördüğüm hocalarıma ve 13.FEN.BİL.36 No'lu proje kapsamında desteğinden dolay Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Müdürlüğü'ne (BAP) teşekkür ederim.

Bu araştırma boyunca maddi ve manevi desteklerinden dolay başta aileme çok sevdiğim arkadaşım Emine YALGI UYGUR ve yardımlarını esirgemeyen Cengiz ALBAYRAK'a teşekkür ederim.

Gizem ÇAYLI

AFYONKARAHİSAR, 2015

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

| | Sayfa |
|--|--------------|
| ÖZET | i |
| TEŞEKKÜR | iii |
| İÇİNDEKİLER DİZİNİ..... | iv |
| SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ | vi |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | vii |
| ÇİZELGELER DİZİNİ..... | ix |
| 1. GİRİŞ..... | 1 |
| 2. LİTERATÜR BİLGİLERİ | 4 |
| 2.1 Meyve ve Sebze | 4 |
| 2.2 Meyve ve Sebze Bileşimi..... | 4 |
| 2.3 Dondurulmuş Meyve ve Sebze | 5 |
| 2.4 Meyve ve Sebze Dondurma Teknolojisi | 6 |
| 2.4.1 Meyve ve Sebzelerle Bunlardan Elde Edilen Ürünlerin Başlıca Dayandırma Yöntemleri | 8 |
| 2.4.1.1 Dondurarak Muhafaza | 9 |
| 2.5 Dondurma Yöntemleri | 11 |
| 2.5.1 Soğuk Hava ile Dondurma..... | 11 |
| 2.5.2 Hava Akımında (Air-Blast Freezing) Dondurma | 11 |
| 2.5.3 Direk İmmersiyon Yöntemiyle Dondurma | 12 |
| 2.5.4 İndirekt Kontakt Yöntemiyle Dondurma | 12 |
| 2.5.5 Kriyojenik Dondurma | 13 |
| 3. MATERYAL ve METOT | 14 |
| 3.1 Materyal | 14 |
| 3.2 Metot | 14 |
| 3.2.1 Kuru Madde Analizi | 14 |
| 3.2.2 Kül Tayini | 15 |
| 3.2.3 Protein Analizi | 15 |
| 3.2.5 pH Tayini | 16 |
| 3.2.6 Renk Analizi | 16 |
| 3.2.7 Tekstür Analizi..... | 16 |
| 3.2.8 Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı | 18 |
| 3.2.9 Koliform Bakteri Sayımı..... | 18 |
| 3.2.10 İstatistiksel Değerlendirme | 18 |

| | |
|--|----|
| 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA..... | 19 |
| 4.1 Kimyasal ve Fiziksel Analizler | 19 |
| 4.2 Tekstürel Analizler..... | 35 |
| 4.3. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı | 40 |
| 4.4 Koliform Bakteri Sayımı..... | 42 |
| 5. SONUÇ VE ÖNERİLER | 43 |
| 6. KAYNAKLAR..... | 46 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 50 |

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

| | |
|-------|------------------------|
| Cm | santimetre |
| g | gram |
| kg | kilogram |
| kob/g | Koloni oluşturan birim |
| m/dk | Metre/dakika |
| mm/s | Milimetre/saniye |
| N | Newton |

Kısaltmalar

| | |
|-----|--------------------------------|
| KSC | Kramer Shear Cell kesme bıçağı |
| WB | Warner Blatzler kesme bıçağı |

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

| | |
|---|----|
| Şekil 3.1 Bireysel Hızlı Dondurma metoduyla depolanan fasulyelerin işlem basamakları | 15 |
| Şekil 4.1 Taze fasulye çeşitlerine göre % kuru madde miktarı | 19 |
| Şekil 4.2 Taze fasulye çeşitlerine göre % kül miktarı..... | 19 |
| Şekil 4.3 Taze fasulye çeşitlerine göre % protein miktarı..... | 20 |
| Şekil 4.4 Taze fasulye çeşitlerine göre % yağ miktarı | 20 |
| Şekil 4.5 Taze fasulye çeşitlerine göre pH değerleri | 20 |
| Şekil 4.6 Taze fasulye çeşitlerinin renk sonuçları | 21 |
| Şekil 4.7 Taze fasulye çeşitlerinin tekstür şekilleri | 23 |
| Şekil 4.8 Taze ve dondurulmuş fasulyelerin % kuru madde değişimi | 24 |
| Şekil 4.9 Taze ve dondurulmuş fasulyelerin % kül miktarı değişimi | 24 |
| Şekil 4.10 Taze ve dondurulmuş fasulyelerin % yağ miktarı değişimi | 24 |
| Şekil 4.11 Taze ve dondurulmuş fasulyelerin % protein miktarı değişimi | 25 |
| Şekil 4.12 Taze ve dondurulmuş fasulyelerin pH değişimi | 25 |
| Şekil 4.13 Dondurma tipine göre % kuru madde miktarı..... | 26 |
| Şekil 4.14 Dondurma tipine göre % kül miktarı | 27 |
| Şekil 4.15 Dondurma tipine göre % yağ miktarı..... | 27 |
| Şekil 4.16 Dondurma tipine göre % protein miktarı..... | 27 |
| Şekil 4.17 Dondurma tipine göre pH değişimi | 28 |
| Şekil 4.18 Dondurulmuş fasulyelerin depolama sürecine göre % kuru madde miktarı . | 29 |
| Şekil 4.19 Dondurulmuş fasulyelerin depolama sürecine göre % kül miktarı..... | 29 |

| | |
|--|----|
| Şekil 4.20 Dondurulmuş fasulyelerin depolama sürecine göre % yağ miktarı | 29 |
| Şekil 4.21 Dondurulmuş fasulyelerin depolama sürecine göre % protein miktarı..... | 30 |
| Şekil 4.22 Dondurulmuş fasulyelerin depolama sürecine göre pH değişimi | 30 |
| Şekil 4.23 Dondurulmuş fasulyelerin fasulye çeşitlerine göre renk sonuçları..... | 31 |
| Şekil 4.24 Dondurulmuş ve taze fasulyelerin L değeri | 31 |
| Şekil 4.25 Dondurulmuş ve taze fasulyelerin a değeri..... | 32 |
| Şekil 4.26 Dondurulmuş ve taze fasulyelerin b değeri | 32 |
| Şekil 4.27 Dondurulmuş fasulyelerin depolama sürecine göre renk sonuçları..... | 34 |
| Şekil 4.28 Dondurulmuş fasulyelerin dondurma tipine göre renk değerleri | 34 |
| Şekil 4.29 Dondurulmuş fasulyelerde çeşitlerine göre sertlik değeri | 35 |
| Şekil 4.30 Dondurulmuş fasulyelerde çeşitlerine göre kuvvet değeri | 36 |
| Şekil 4.31 Dondurulmuş ve taze fasulyelerde kuvvet değerleri..... | 36 |
| Şekil 4.32 Dondurulmuş ve taze fasulyelerde sertlik değerleri..... | 36 |
| Şekil 4.33 Dondurulmuş fasulyelerde depolama süresine göre kuvvet değeri | 38 |
| Şekil 4.34 Dondurulmuş fasulyelerde depolama süresine göre sertlik değeri | 38 |
| Şekil 4.35 Dondurulmuş fasulyelerde dondurma tipine göre kuvvet değeri | 39 |
| Şekil 4.36 Dondurulmuş fasulyelerde dondurma tipine göre sertlik değeri | 39 |
| Şekil 4.37 Ev tipi derin dondurulmuş fasulyelerde depolama sürecine göre toplam mezofilik aerobik bakteri ortalamaları | 40 |
| Şekil 4.38 IQF Dondurulmuş fasulyelerde depolama sürecine göre toplam mezofilik aerobik bakteri ortalamaları | 41 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | Sayfa |
|---|-------|
| Çizelge 2.1 Taze fasulyenin başlıca bileşim öğeleri (%) | 5 |
| Çizelge 4.1 Taze fasulye türlerinin bazı kimyasal analiz sonuçları | 19 |
| Çizelge 4.2 Taze fasulye çeşitlerinin renk ölçüm değerleri | 21 |
| Çizelge 4.3 Taze fasulye çeşitlerinin tekstür analiz sonuçları..... | 22 |
| Çizelge 4.4 Dondurulmuş fasulyelerin çeşitlerine göre kimyasal analizlerinin sonuçları | 23 |
| Çizelge 4.5 Dondurulmuş fasulyelerin dondurma tiplerine göre kimyasal analizlerinin sonuçları..... | 26 |
| Çizelge 4.6 Dondurulmuş fasulyelerin depolama süresine göre kimyasal analizlerinin sonuçları..... | 28 |
| Çizelge 4.7 Dondurulmuş fasulye çeşitlerinin renk ölçüm değerlerinin sonuçları | 31 |
| Çizelge 4.8 Dondurulmuş fasulyelerin dondurma sürelerine göre renk ölçüm sonuçları..... | 33 |
| Çizelge 4.9 Dondurulmuş fasulyelerin dondurma tiplerine göre renk ölçüm değerlerinin sonuçları | 34 |
| Çizelge 4.10 Dondurulmuş fasulye çeşitlerinin tekstür analiz değerlerinin sonuçları | 35 |
| Çizelge 4.11 Dondurulmuş fasulyelerin depolama sürelerine göre tekstür analiz değerlerinin sonuçları | 37 |
| Çizelge 4.12 Dondurulmuş fasulyelerin dondurma tipine göre tekstür analiz değerlerinin sonuçları | 38 |
| Çizelge 4.13 Dondurulmuş fasulyelerin depolama sürelerine göre toplam mezofilik aerobik bakteri ortalama sonuçları | 40 |

1. GİRİŞ

Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) *Leguminosae* familyasına dahil olup anavatanının Güney Amerika olduğu bildirilmektedir. İlk kez günümüzden yaklaşık 7 bin yıl önce Orta Amerika'da yetiştirilen fasulye, buradaki sıcak bölgelerden ılıman ve subtropikal bölgelere yayılmıştır. Amerikan orijinli olan fasulye ülkemize yaklaşık 250 yıl önce getirildiği bilinmektedir (Deligöz 2007).

Çeşitlilik bakımından önemli bir yere sahip olan sebzeler, özellikle dengeli beslenmede tüketilmesi gerekli olan vücudun ihtiyaç duyduğu besin öğelerini karşılamada büyük bir öneme sahiptirler. Baklagiller gurubunun önemli sebzelerinden biri olan fasulye, taze bakla, kuru dane, konserve ve dondurulmuş olarak farklı tüketim şekillerine sahip, besin değeri yüksek bir sebze türüdür (Çirka 2012).

Fasulyenin içerdiği besin maddelerinden protein, vitamin ve mineral maddeler dışında tohumunda bulunan aminoasidin özellikle belli oranlarda mısırla birlikte tüketildiğinde günlük aminoasit dengesini sağlayabileceği belirtilmiştir. Yine tohumunun şeker hastaları için önemli bir diyet kaynağı olduğu, lifli yapısı, içeriğinde bulunan fenolik bileşikler ile Fe ve Zn gibi mineral maddelerden dolayı kolesterol üzerinde de olumlu etkilerinin olduğu belirtilmiştir (Acosta-Gallegos *et al.* 2007).

Fasulye, ılık iklimde yetişen sebze olup ilkbahar ve sonbahar arasındaki süreçte rahatlıkla yetiştirilebilir. Bu sebze sıcaklık değerleri sıfırın altında eksi 2-3°C' ye düştüğünde büyük zarar görmektedir. Bu sebeple iklimi uygun bölgelerde, ilkbahar ve sonbahar ekimi olmak üzere senede iki mevsim yetiştirilmektedir. Soğuk bölgelerde, yalnız ilkbaharda, havalar uygun olunca tohumları ekilmek suretiyle senede bir defa yetiştirilmektedir. Yapılan araştırmalara göre, rahatlıkla gelişme ve büyüme gösterebildiği yerler, sıcaklığın optimum 15-21 °C olduğu yerlerdir (Anonim 2008).

Phaseolus cinsi yaklaşık 230 türden oluşmakta olup, türler içinde ekonomik önemi en büyük olan, özellikle sıcak ve ılıman bölgeler olmak üzere dünyada en yaygın coğrafyada yetiştirilen tür *Phaseolus vulgaris* L.' dir (Sözen 2006). Fasulyeler botanikte, aynı tür

ismini taşımakla beraber, aralarında bitki şekli, çiçek, meyve ve tohum bakımından büyük farklılıkların olduğu bilinmektedir. Bunlar arasında dünyada birçok ülkede en fazla yetiştirilen ve halkın en fazla ürettiği ve tükettiği başlıca fasulyeler şunlardır; *Phaseolus vulgaris* var. *Comminus*: Sırık fasulyeleri, *Phaseolus vulgaris* var. Nanus: Yer (bodur) fasulyeleridir. Fasulyenin gövde büyüme şekline göre sırık ve bodur olmak üzere esas olarak iki tip olduğunu belirtilmiştir. Bodur tiplerin ana saplarında boğum sayısının 3 ile 10 adet, boylarının 20 ile 60 cm, bakla boyunun 8 ile 12 cm, bakla eninin 7 ile 5 mm ve bin tane ağırlığının ise 200 ile 600 g arasında değişmektedir. Sarılıcı veya sırık tiplerde ana sapta 11-35 boğum olup, saplar sarılıcı bir şekilde uzar büyümeleri kısıtlı olmadığı için sınırlı olmayan büyüme huyuna sahip adları verilir (Demir 2011).

Fasulye çeşitleri büyük grup olarak toplandığında iki grup oluşmaktadır.

1- Sırık fasulye: Sülük veya bıyık denilen kısımları ile yanlarına dikilen desteğe sarılıp 1,5-3 m kadar boyuna uzayabilen çeşitlerdir. Daha verimli ve daha uzun ömürlü olduğu bilinmektedir.

2- Yer (bodur) fasulye: Fazla boyuna uzamamaktadır. Bodur kalır ve daha az yer kaplamaktadır. Herhangi bir desteğe gerek duymamaktadır. Erkenidir fakat daha az ürün vermektedir. Her iki grubunda taze, kuru ve hem taze hem de kuru olarak tüketilen çeşitleri bulunmaktadır. Yeşil olarak tüketilen çeşitleri; kılçıksız, lezzetli, konserveye elverişli, düzgün şekilli, çeşidin özelliğini gösteren uzunluk ve genişlikte, dolgun ve etli kapçıklı, iklim ve toprak faktörlerine uyan, erkenci, verimli, hastalık ve zararlılara dayanıklı olması gereklidir (Anonim 2008).

Türkiye taze fasulye üretiminde 2014 yılından itibaren dünya üretiminin yaklaşık % 7,7' sini karşılamaktadır. Çin'den sonra dünyanın en büyük taze fasulye üreten ülkesi Türkiye'dir. Türkiye' de taze fasulye 2014 yılı üretimi 638.469 tondur. Türkiye' de 2002 yılında 515.000 ton olan fasulye üretimi 2014' te ise 638.469 tona ulaşmıştır. 115.105 ton ile tüm iller arasında % 18,4 ile üretimde birinci sırada Samsun yer almaktadır. Almanya ve Rusya Federasyonu taze fasulye ihracatı yapılan ülkelerin başında gelmektedir (Hekimoğlu *et al.* 2015).

Sanayileşme ve kentleşmenin artması ve buna paralel olarak neredeyse tüm aile

bireylerinin çalışma yaşamında daha fazla yer almaları gıda maddelerine olan talebi artırmaktadır. Gıda sanayinin halkasından biri olan dondurulmuş gıdalara tüketiciler büyük ilgi göstermektedir. Bunun nedenlerinin başında besin öğelerindeki kaybın az olması, kolay hazırlanması gibi etkenler gelmektedir. Özellikle çalışan bayanların mutfakta zaman harcamak istememeleri dondurulmuş ürünlere olan ilgilerini ve taleplerini artırmıştır (Yönlü 2004).

Dondurulmuş gıdaların uzun süre depolanabilmesi, kolay işlenebilir olması, belli mevsimde tüketilmesinin ortadan kalkması, pratikliği, besin değerinden neredeyse hiç kaybetmemesi, dondurma, çözündürme, pişirme işlemlerinde evde kullanılan araçlara uyumu ve kullanım kolaylığı gibi birçok nitelikleri bu ürünlerin önemini artıran özelliklerindedir (Küleççi *et al.* 2006).

Sektörde farklı gıda gruplarında üretim yapılmasına karşın dondurulmuş gıda denildiğinde tüm dünyada ve ülkemizde akla ilk gelen dondurulmuş meyve ve sebze olmaktadır. Toplam dondurulmuş gıda sektörü içinde dondurulmuş meyve ve sebze üretim ve tüketimi % 70-80 civarındadır. Dondurulmuş sebze ve meyve sanayinde işlenmekte olan başlıca ürünler; sebzelerden patates, yeşil ve kırmızıbiber, domates, pırasa, bezelye ve taze fasulye, meyvelerden ise çilek, vişne, kiraz, erik ve kayısıdır (Yurtman 2003).

2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

2.1 Meyve ve Sebze

Türkiye, iklim ve çevreyle ilgili koşulların elverişli olması ve sahip olduğu geniş tarımsal arazileri yönünden tarıma elverişli bir ülke pozisyonundadır. Dünyada ve ülkemizde tarımsal açıdan işlenebilir alanların sınırlı olması nedeniyle, hızla artmakta olan dünya nüfusu yeterli ve dengeli beslenme sorunlarıyla mücadele etmektedir. Dengeli beslenme sorununun çözüme ulaşabilmesi için meyve ve sebze üretiminin artırılması ve tüketiminin yaygınlaştırılması gerekmektedir (Akbaş *et al.* 2005).

Meyve ve sebze tüketiminin hem sağlık hem de dengeli beslenme açısından faydalı olması nedeniyle gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülkede değişik kuruluşlar tarafından kişi başına düşen meyve ve sebze tüketiminin artırılması için değişik çalışmalar yapılmıştır ve hala yapılmaktadır. Bu çalışmalar arasında özellikle de Avrupa ve Amerika'da yapılan kampanyalar oldukça başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür (Akbaş *et al.* 2005).

2.2 Meyve ve Sebze Bileşimi

Meyve ve sebzelerin aynı çeşitlerinde dahi görülen bileşim farklılığı üzerine, ürünün yetiştirildiği yörenin çevreyle ilgili koşulları özellikle toprak niteliği, varyete, yetiştirme tekniği ve kültürel önlemler, olgunluk düzeyi, taşıma ve depolama gibi sayısız faktörler etkili olduğu bilinmektedir (Cemeroğlu *et al.* 2009).

Genel olarak meyvelerde % 80-85 su, % 3-18 karbonhidrat, % 0,1-0,3 yağ, % 0,2-1,0 azotlu maddeler ve % 0,3-0,8 mineral maddeler bulunmaktadır ve sebzelerde % 90-95 su, % 1-3 azotlu maddeler, % 1' den daha az yağ, % 3-7 karbonhidrat ve % 1-2 mineral maddeler bulunmaktadır. Meyve ve sebzeler insan beslenmesinde esas olarak, mineral maddeler ve bazı vitaminlerin kaynağı olarak bilinmektedir. Gerçekten birçok meyve ve sebze, belli vitaminleri önemli düzeyde içermektedirler. Diğer bazı meyve ve sebzeler, insan için alınması zorunlu mineral maddelerin ana kaynağını oluşturmaktadır. Ayrıca meyve ve sebzeler sindirime yardım etmektedirler, içerdikleri organik asitler ve selüloz

nedeniyle özellikle taze meyveler doğal laktasif bir etkiye sahiptirler (Cemeroğlu *et al.* 2009).

Meyve ve sebzelerin bileşimi değişik faktörlere bağlı olarak belirli bir değişkenlik gösterir, bunlardan elde edilen çeşitli ürünlerin bileşimleri de çok farklıdır. Çünkü meyve ve sebzelerin bileşimi hasattan itibaren değişmeye başlamaktadır. Bunların çeşitli gıda ürünlerine işlenmeleri sırasında çok önemli değişimler olmaktadır. Genellikle, besleyici öğelerin bazıları uygulanan işlemlere bağlı olarak az veya çok kaybolmaktadır. Buna göre yeşil fasulye bileşimi Çizelge 2.1’ de verilmiştir (Cemeroğlu *et al.* 2009).

Çizelge 2.1 Taze fasulyenin başlıca bileşim öğeleri (%).

| Su | Azotlu Bileşikler | Yağ | Karbonhidrat | Mineral Maddeler | Ham Selüloz |
|-----------|--------------------------|------------|---------------------|-------------------------|--------------------|
| 89 | 2,0 | 0,2 | 6,0 | 0,8 | 1,4 |

2.3 Dondurulmuş Meyve ve Sebze

Sebzeler hasat edildikten sonra kısa bir süre içinde tüketilmeyeceklerse çeşitli yöntemlerle korunmak zorundadır. Aksi halde içerdikleri enzim ve mikroorganizmaların etkisiyle bozulmaktadır ve besleyici değerleri kaybolmaktadır. Günümüzde diğer yöntemlerin yanında sebzelerin dondurularak korunması yöntemi önem kazanmıştır. Bu yöntemde meyve ve sebzelerde bulunan serbest su, buz kristallerine dönüştürülerek su aktivitesi azaltılmakta, mikroorganizmaların aktivitesi engellenmekte, enzimatik ve fizikokimyasal tepkimelerin hızı düşürülerek meyve ve sebzelerin başlangıç kalitesinin korunması hedeflenmektedir (Müftügil 1985).

Türkiye’ de dondurulmuş meyve ve sebze sektörü ihracata dayalı bir şekilde ilerlemektedir. Sektör oldukça hızlı gelişmekte ve dış talep sürekli artış göstermektedir. Üretimin yaklaşık % 70’ i dış ülkelere gönderilmekte olup başlıca ihraç pazarımız hem tüketim miktarı fazlalığı hem de coğrafi yakınlık nedeniyle başta Almanya, İngiltere ve Fransa olmak üzere Avrupa Birliği ülkeleridir. Ayrıca üreticiler ABD, Japonya, Kanada, Orta ve Uzak Doğu pazarlarında da kalıcı paylar almaya çalışmaktadırlar (Birlik 2014).

Türkiye, özellikle meyve ve sebze üretiminde sahip olduğu iklim ve ekolojik özellikler ve dinamik genç nüfus yapısı nedeniyle önemli bir potansiyele sahiptir. Türkiye'nin dondurulmuş gıda sanayisinde dondurulmuş meyve ve sebze önemli olmakla birlikte ülkenin sahip olduğu zengin su ürünleri kaynakları ve son yıllarda bu alanda sanayiye yapılan yatırımlar dikkate alındığında gelecekte dondurulmuş su ürünleri üretiminde de önemli artışlar olacağı düşünülmektedir (Keskin 2002).

2.4 Meyve ve Sebze Dondurma Teknolojisi

Gıda maddelerinin üretiminden tüketimine kadar geçen süreç içerisinde, farklı aşamalarda, belirli süreler gıdaların muhafaza edilmesi zorunlu olmaktadır. Gıda muhafaza işlemi gerek üretimi fazla olan veya gerekse üretimi sınırlı sayıda olan gıda maddelerinin tüketiciye, miktar ve kalitede oluşacak en az kayıplarla ulaştırılmasına imkân sağlamaktadır (Tülek *et al.* 1999).

Meyve ve sebzelerin dondurularak muhafaza edilmesi tazeyken belirtilen tüm niteliklerine en yakın olarak korunabildiği bir yöntem olarak bilinmektedir. Başka bir ifadeyle tazesini ya da uygun şekilde soğukta saklanmış olan dondurulmuş meyve ve sebzelerden daha iyidir. Tüm sektörlerde olduğu gibi, kaliteli bir dondurulmuş ürün için de üretimde kaliteli ham madde kullanılması oldukça önemlidir. Gıda işleme sanayinde, kullanılan teknoloji yanında kaliteli hammadde kaliteli ürün elde etmenin temelini oluşturmaktadır. Çünkü kaliteli hammadde kullanılmadığında teknoloji ne kadar iyi olursa olsun iyi ürün elde etmek mümkün olamamaktadır. Sektörde amaç, meyve ve sebzelerin hasattan hemen sonraki tazeliğini ve doğallığını koruyabilmektir. Dondurulmuş sebze ve meyve üretiminde kullanılacak meyve ve sebzelerin mevsiminde üretilmiş olması, koku ve tat olarak doğallığını birebir koruması ve belli bir standarta uygun olması gerekmektedir (Anonim 2009).

Gelişmiş ülkelerde yoğun şekilde tüketilmekte olan dondurulmuş gıdalar Türkiye'de son yıllarda özellikle büyük şehirlerde tüketimi giderek artarak ülke ekonomisindeki payını her geçen gün artırmaktadır. Yurtiçi dondurulmuş gıda sektöründe, üretici firmalar hedef aldıkları tüketici kitlesinin sosyoekonomik özelliklerini yeterince bilmemektedir. Dolayısıyla tüketicilerin istek ve ihtiyaçlarını tam olarak tahmin edemeyen üretici

firmalara, tüketicilerin dondurulmuş gıdaya olan taleplerine ilişkin bilgiler de yeterince ulaşmamaktadır. Bunun yanı sıra, hedef alınan tüketicilerin muhtemel önyargıları, dilek ve şikâyetleri tam anlamıyla ve yeterince öğrenilememiştir (Külekcı *et al.* 2006).

Dondurulmuş gıda üreten işletmeler genel olarak meyve ve sebze üretiminin oldukça fazla olduğu bölgelerde kurulmaktadır. Meyve ve sebzeler fabrikaya mümkün olduğunca hızlı ulaştırılmalı ve işlendikten sonra hemen dondurulmalı, tüketime hazır hale getirilmelidir. Geçen süre, hasattan itibaren 24 saati aşmamalıdır. Dondurma yönteminde uygulanan hız ve sıcaklık derecesi çok önemli faktörlerdir. Gerek bitkisel, gerekse hayvansal kaynaklı hücreleri, hücre zarı, sitoplazma ve çekirdek oluşturduğu için, hücre zarının parçalanmadan ve sitoplazma içeriğinin yani hücre özsuunun dışarı çıkmasına müsaade etmeden, hücre yapısını bozmadan, hızlı bir şekilde dondurmak önemlidir. Böylece vitamin, yağ, karbonhidrat, protein, mineral ve hoş kokulu maddeler kayba uğramadan muhafaza edilebilmektedir (Çurkan *et al.* 2012).

Dondurulmuş gıda üretiminde meyve ve sebzeler, su ürünleri ve unlu mamuller olmak üzere 3 temel ürün grubu bulunmaktadır. Sebze ve meyvelerde dondurmaya elverişli olan fasulye, biber, kabak, soğan, patlıcan, enginar, brokoli, domates, bezelye, pırasa, ıspanak, havuç, mantar, bamyaya, Brüksel lahanası; çilek, vişne, dağ çileği, üzüm, erik, incir, ahududu gibi gıdalar yer almaktadır (Hekimoğlu ve Altındağ 2012).

Gıdaların dondurularak muhafazasında başlangıçta -5 °C ve -10 °C gibi sıcaklıklar kullanılmış ancak bu depolama sıcaklıklarında gıdalarda önemli kimyasal, fiziksel ve biyokimyasal değişimlerin ortaya çıkması üzerine, -18 °C ve altındaki sıcaklıklar kullanılmaya başlanmıştır. Dondurulmuş meyve ve sebzelerin depolanmaları ve taşınmaları esnasında uluslararası tüzükler gereğince sıcaklık -18 °C' in üzerine çıkmadığı sürece mikrobiyolojik bozulmalar sonucu kalite kayıpları söz konusu olmamaktadır. Depolama ve taşıma sırasında sıcaklıkta artış olması durumunda, ürün tekrar düşük sıcaklıkta (-18 °C) muhafaza edilse bile pek çok fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimlere, dolayısıyla kalite kayıplarına neden olmaktadır. Dondurularak muhafaza edilen meyve ve sebzelerde, ortamın kompozisyonu bozulma hızını önemli ölçüde etkilemektedir. Örneğin donmuş karışık sebze, fasulye ve bezelyelerde yapılan bir

çalışmada, dondurulmuş ve -10 °C' de depolanmış fasulye ve bezelyelerde mikrobiyolojik bozulma 60 hafta sonra başlamış ve tam bozulmanın ise 90 hafta sonra ortaya çıkmış olduğu belirlendiği halde, karışık sebzelerin aynı depolama koşullarında daha kısa süre içinde bozuldukları gözlenmiştir (Sarıözlü ve Alanyalı 2009).

Dondurma işleminin meyve ve sebzeler üzerine etkisini daha iyi anlamak için bitki hücresinin yapısını iyi bilmek gerekmektedir. Bu yüzden hücre yapısı ve donmuş hücrede meydana gelen zararlar arasındaki ilişki çoğu araştırmacı tarafından incelenmektedir. Bitki hücresi incelendiğinde hücre içinde organeller görülmektedir. Hayvan hücresiyle karşılaştırıldığında bitki hücresinde kloroplast bulunmaktadır. Ayrıca bitki hücresinde bulunan koful daha büyük yapıda ve hücrenin merkezine yayılmış şekildedir. Hücre hacminin büyük bir kısmını koful oluşturmaktadır. Bu yapı, hücre içinde yüksek ozmotik basıncın oluşmasını engellemekte ve bu sayede hücre içindeki bazı bileşiklerin (inorganik iyonlar, organik asitler, şekerler, asitler, aminoasitler, lipidler, flavonoidler gibi) korunmasına yardımcı olmaktadır (Demiray ve Tülek 2010).

2.4.1 Meyve ve Sebzelerle Bunlardan Elde Edilen Ürünlerin Başlıca Dayandırma Yöntemleri

Ekonomik ve teknolojik gelişmelerle birlikte insanların yiyecek içecek ve tüketim alışkanlıkları zamanla değiştiği görülmektedir. Günümüzde basit ve değişik şekillerde hazırlanabilen, mevsim dışı olmasına karşın doğal özelliklerini tazesine en yakın şekilde koruyan dondurulmuş gıdaların tüketimi giderek artmaktadır. Dondurulmuş gıdalar; düşük sıcaklıklarda gıdalarda bulunan mikroorganizmaların çoğalma ve faaliyetlerinin kesin olarak durdurulması, biyokimyasal reaksiyonların olabildiğince azaltılması yöntemine dayanmaktadır. Dondurma işlemi meyve ve sebze, et ve et ürünleri, su ürünleri ve unlu mamullere kadar geniş bir sektör alanında dağılım gösteren bir ürün grubuna uygulanabilmektedir. Gıda maddeleri dondurma yöntemi ile işlendiğinde, raf ömrü uzun her mevsim tüketilme fırsatı veren, belli bir standartta ve kolay hazırlanabilen ürünlere dönüşmektedir (Keskin 2002).

Gıdaların dayandırılmasında uygulanan bütün yöntemlerin amacı, mikrobiyolojik ve

enzimatik değişmelerin önüne geçmek veya sınırlamaktır. Mikrobiyolojik ve enzimatik yolla bozulmalar, gıdaların fiziksel, kimyasal ve duyuşsal niteliklerinde temelden değişmelere, kalitenin düşmesine neden olmakta ve hatta gıda, insan sağlığını tehdit edici bir nitelik kazanabilmektedir. Gıdaların dayanıklı hale getirilmelerinde değişik yöntemler uygulandığı görülmektedir. Gıdaların dayanıklı hale getirmelerindeki asıl amaç; gıdaların bozulmasının önlenmesi olmakla birlikte bu sırada onun beslenme değeri, renk, hoş koku ve fiziksel yapısına ait duyuşsal özelliklerinin, kısaca kalitesinin en az düzeyde etkilenmesi şarttır. Gıdalarda uygulanan dayandırma yöntemlerinin tümü, hemen hemen tüm meyve ve sebzelerin muhafazasında uygulanabilmektedir (Cemeroğlu *et al.* 2009). Genellikle meyve ve sebzelerde uygulanan başlıca dayandırma yöntemleri;

- Isı Uygulamasıyla Muhafaza
- Kurutarak Muhafaza
- Işımlarla Muhafaza
- Koruyucu Bileşiklerle Muhafaza
- Soğukta Muhafaza
- Dondurarak Muhafaza

2.4.1.1 Dondurarak Muhafaza

Sıvı bir maddeden enerji uzaklaştırılması sonucunda, sıvı fazdan katı faza dönüşmesi olayına donma denir. Enerjinin uzaklaştırılmasıyla sıvı fazdaki moleküllerin hareketleri gittikçe yavaşlar ve moleküller kümeleşmek suretiyle kendilerine özgü düzenli bir yapıya dönüşme eğilimine girmektedirler. Donma sırasında sıvı ve katı karışımından oluşan sistemden enerji çekildikçe sıvı fazdaki moleküller kristal yüzeyleriyle kendiliğinden birleşerek kristalizasyon olayı sabit sıcaklıkta devam etmektedir. Donma sırasında oluşan kristallerin boyutu donma hızına bağlıdır. Sıvıdan ısının çok hızlı uzaklaştırılmasıyla, sıcaklık donma noktasının oldukça altına düşerken, küçük boyutlu kristaller oluşmaktadır (Cemeroğlu 2013).

Bitkisel gıda maddeleri tek bir sıvı faz olmayıp kolloidlerden meydana gelmişlerdir. Canlı hücreler içindeki maddeleri tutan yarı geçirgen bir zarla çevrilidir. Canlı hücreleri içeren bir madde dondurulduğu zaman aynı donma işlemi her bir hücre içinde yer alır. Hücreler arasında boşluk bulunan bitki dokularında ilk kristallenme bu boşluklarda olur. Çünkü

suyun donma noktası hücre içindeki çözeltinin donma noktasından daha yüksektir (Yurdagel ve Müftügil 1984).

Gıdaların bozulmalarının en önemli nedeni, fazla miktarda su bulundurmalarıdır. Daha açık bir deyişle mikroorganizmalar, gıdaların çoğunda yeterli miktarda faydalanılabilir nitelikte suyu kolaylıkla bulabilmektedir. Suyun mikroorganizmalarca faydalanılabilir olması için suyun sıvı fazda bulunması gerekmektedir. Buna göre mikroorganizmalar donmuş sudan faydalanamaz. Dondurma işlemiyle adeta kurutma işlemi sağlanmakta, donmuş gıdanın su aktivitesi düşmektedir (Cemeroğlu 2013).

Suyun donma sıcaklığı 0 °C'dir. Meyve, bünyesindeki suyun içerdiği çeşitli çözülmüş maddelerden dolayı -2 °C ile -3,5 °C arasında donmaya başlamakta ve donan su miktarı, sıcaklık derecesindeki düşüşe bağlı olarak giderek artış göstermektedir. Donma işleminde, ilk buz kristalleri oluşmaya başladığında meyvede bulunan ve adeta bir çözelti niteliğinde olan sulu kütle, suyun kristalize olması ile birlikte giderek yoğunlaştırılmış hale gelmektedir. Genellikle -7 °C' de donabilir nitelikteki suyun % 80' i, -18 °C' de ise % 99'u donabilmektedir (Cemeroğlu 2013).

Gıdaların dondurulması, gıda maddesinin bileşimine, cinsine, kütlesine, dondurma işleminde kullanılan ortam koşullarına (sıcaklık, hava akımı vb.) ve ısı transfer şekline bağlı olarak farklı hızlarda gerçekleşebilmektedir. Genel olarak, hızlı dondurulmuş meyve sebze ile daha kaliteli ürün elde edilmektedir. Bitki dokusunun donması açısından donma hızı önemli bir parametredir. Donma olayı çok yavaş gerçekleşirse büyük buz kristallerinin hücre dışına transferi yavaş olmaktadır. Özellikle gözenekli yapıdaki hücre zarı çözünme sırasında zarar görmektedir. Hücre içinde büyük buz kristallerinin oluşması, hücre organellerini olumsuz yönde etkilenmektedir. Sonuç olarak, enzimatik sistemler ve substratları reaksiyona girebilir nitelik kazanır ve aroma ve renk kaybı gibi olumsuz durumlar oluşabilmektedir. Bu olumsuzlukları önlemek için dondurma işleminden önce bazı ön işlemler uygulanmaktadır. Örneğin, kimyasal maddelerle muamele veya haşlama yapılabilmektedir. Haşlama işlemiyle enzimler inaktif hale getirilmektedir (Demiray ve Tülek 2010).

2.5 Dondurma Yöntemleri

Gıdaların dondurulması ile ilgili birçok yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemleri şu şekilde sıralayabiliriz:

1. Soğuk hava ile dondurma
2. Hava akımında (Air-blast freezing) dondurma
3. Direk immersiyon yöntemiyle dondurma
4. İndirekt kontakt yöntemiyle dondurma
5. Kriyojenik dondurma

2.5.1 Soğuk Hava ile Dondurma

Doğal hava sirkülasyonu ile gıdaların dondurulması işlemidir. Dondurma hızı yavaştır. Bu sistemde gıdalar -23°C ile -30°C arasındaki sıcaklıklarda dondurulmaktadır. Soğuk hava hareketsizdir. Odada sadece doğal akım bulunmaktadır. Büyük ambalajlar içinde gıda maddeleri dondurulduğunda ambalajın merkezinde donmanın tamamlanması çok uzun sürebilmektedir. Bu yavaş donma işlemiyle tüm ürünün kalitesi zarar görebilmektedir. Hatta mikroorganizmalar aktivitesini gösterip doku zararından daha büyük kalite ve tekstür kayıplarına neden olabilmektedir (Kıvanç ve Yılmaz 2009).

2.5.2 Hava Akımında (Air-Blast Freezing) Dondurma

Hızla hareket eden soğuk hava ile gıdaların donması esasına dayanmaktadır. Başlıca 3 tipi bulunmaktadır. “Sabit Dondurma Tünelleri” gıdalar yalıtılmış bir tünele verilen soğuk hava akımı ile dondurulmaktadır. Sabit dondurma tünelleri güçlü fanlarla donatılmış etrafı kapalı yalıtılmış bir yapıdır. Fanlar yardımıyla hareket ettirilen hava soğutucu üniteler ve ürünler üzerinde hızlı bir şekilde dolanımı sağlamaktadır. Bu yöntemde ürünler paket içinde ya da 3-4 cm’lik tabaka şeklinde delikli tepsiler üzerinde dondurulmaktadır. Ürünler (-30°C), (-45°C) de 600-900 m/dk. hava hızında dondurulmaktadır. Meyve ve sebzeler küçük paketlerde 3-4 saat içinde donarken, vişne-kiraz ve diğer küçük daneli ürünler daha kısa sürede donabilmektedir. “Bant Dondurucular” tek veya çok sıralı hava akımlı dondurucularla yalıtılmış bir tünel içinde hareket eden delikli bir veya birkaç seri bant bulunmaktadır. Ürünün bant üzerinde

homojen bir şekilde dağıtılması gerekmektedir. Aksi halde ürün tabakasının ince olduğu yerlerde hava akışı fazla olurken yığılaşmanın fazla olduğu yerlerde ise ürün istenilen şekilde donmamaktadır. Bu yöntem hem ambalajlı hem de ambalajsız ürünlerin dondurulması için uygundur. “Akışkan Yatak Dondurucular” (IQF) (Bireysel hızlı dondurma) günümüzde birçok ürünün birleşmeden bir blok haline gelmeden tek tek parçalar halinde dondurulması sağlamaktadır. IQF yöntemi kullanılarak yapılan dondurma işlemi ile tek tek donmuş, geleneksel dondurma işlemi ile yapılan dondurmada ise birleşerek donmuş ürünler elde edilmektedir. Blok halinde dondurulmuş ürünlerin görünümü ve şekilleri hasat edildikleri zamana oranla bozulduğu görülmektedir. IQF yöntemi bantlı donduruculardan, bandın deliklerinden üflenen hava hızı ürünleri tek tek bir film gibi sararak havada asılı bırakarak her parça ya da tane ayrı ayrı dondurulmasını sağlamaktadır. IQF yöntemiyle dondurulmuş meyve ambalajını açan tüketici ürünün tümünü bir kerede kullanmak zorunda kalmamaktadır. Dondurma işleminden önce gıdanın nem kaybetmemesi ve tekstürünün bozulmaması için ön soğutma işlemi yapılmalıdır. Yapılan ön soğutmanın süresi de IQF ile dondurulacak gıdaları etkilemektedir. Eğer ön soğutma uzun sürerse, IQF yöntemiyle dondurulmasına rağmen IQF olmayan ürün elde edilmesine neden olmaktadır (Cemeroğlu 2009).

2.5.3 Direk İmmersiyon Yöntemiyle Dondurma

Ambalajlanmış veya ambalajsız ürünün soğutulmuş sıvı içerisine daldırılması şeklinde uygulanmaktadır. Bu işlem sıvının ürün üzerine püskürtülmesi yöntemiyle de yapılabilmektedir. Soğutucu olarak kullanılan sıvının düşük sıcaklıklarda donmaması gerekmektedir. Tuz çözeltisi, şeker şurubu veya gliserol bu amaçla kullanılmaktadır. Balıklar için tuz, meyveler için şeker kullanılmaktadır. Sıcaklık en fazla -21°C ye kadar düşürülebilmektedir. % 67'lik gliserol çözeltisi kullanımında ise sıcaklık -47°C ye kadar düşürülebilmektedir (Cemeroğlu 2013).

2.5.4 İndirekt Kontakt Yöntemiyle Dondurma

Bu yöntemin ilkesi içten soğutan iki plaka arasına yerleştirilmiş ambalajlı ürünlerin plaka ile teması sonucu -18°C ye kadar soğutulması işlemidir (Cemeroğlu 2013).

2.5.5 Kriyojenik Dondurma

Sıvı azotun sıcaklığı yaklaşık olarak $-195,5^{\circ}\text{C}$ 'dir. Böylece gıdalar oldukça hızlı bir şekilde donmaktadır. Balıklar, et ve turunçgillere ait meyve suları dondurarak muhafaza ile yaygın şekilde korunmaktadır. Kriyojenik sıvının (sıvı azot) uygulama süresi, meyve çapının yarıya kadar olan bölümünün donarak adeta bir kabuk oluşturmasını sağlayacak şekildedir. Çok düşük derecelere kadar soğumuş bu kabuk daha sonra tüm meyvenin donmasını ve $-20, -25^{\circ}\text{C}$ 'de dengelenmesini sağlamaktadır. Ürünlerin direk olarak sıvı azota daldırılmaları ürünlere zarar verebilmektedir. Sıvı azotun ürünlerin üzerine püskürtülmesi ile ürünlerin zarar görme riskini azaltmaktadır. Küçük sıvı azot damlacıkları ürünlerin üzerinde buharlaşırken, onu hızla soğutup dondurmaktadır (Cemeroğlu 2013).

3. MATERYAL ve METOT

3.1 Materyal

Bu araştırmada, 3 farklı çeşit taze fasulye kullanılmıştır. Fasulyeler Afyonkarahisar'da aynı bölgeden temin edilmiştir. Temin edilen taze fasulyelerin bir kısmı hemen yapılması planlanan analizler için +4°C' de muhafaza edilmiştir. 9 aylık depolama suresinde 3 ayda bir planlanan analizler yapılmıştır. Bunun için her bir fasulye çeşidinin yarısı Şekil 3.1'de verilen işlem basamakları takip edilerek bireysel hızlı dondurma tekniğiyle dondurularak -18°C' de depolanmıştır. IQF dondurma işlemi Afyonkarahisar ilinde bulunan MAPEKS Gıda Sanayi Mamulleri İhracat ve Ticaret A.Ő. tarafından yapılmıştır. Fasulyeler düşük yoğunluklu polietilen kilitli torbalara konulmuştur. Her bir çeşidin geri kalan yarısı ise ev tipi derin dondurucuda 9 ay boyunca 3 ayda bir yapılması planlanan analizler için depolanmıştır.

Dondurularak depolanmış ürünlerden 0., 3., 6. ve 9. aylarda alınan numuneler ile bazı analizler yapılmıştır. Aynı analizler taze fasulyeler içinde yapılmıştır. Analizler Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği bölüm laboratuvarlarında gerçekleştirilmiş olup tekstür analizi Afyon Kocatepe Üniversitesi Gıda Kontrol ve Araştırma Merkezinde yaptırılmıştır.

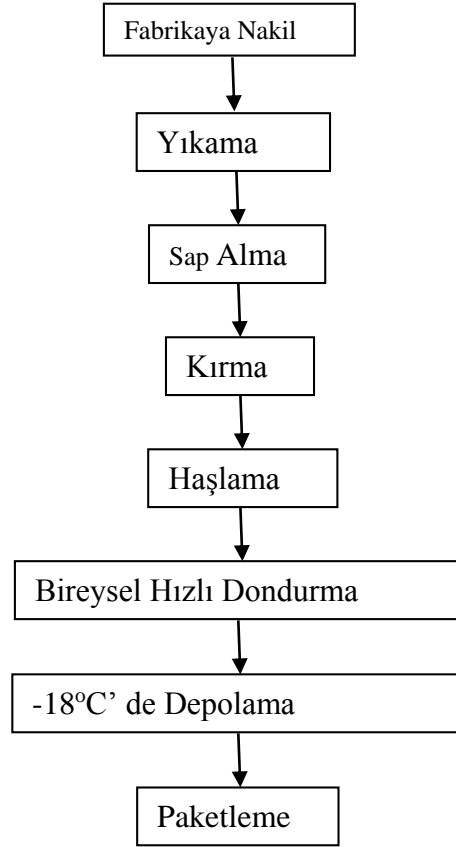
MAPEKS Gıda Sanayi Mamulleri İhracat ve Ticaret A.Ő. fabrikasında bulunan IQF cihazı 1996 model Frigoscandia markadır. Uzunluğu 6 m eni 4 m olup kapasitesi 1500 kg/sa 'dir. Evaporatör sıcaklığı -40 °C, iç sıcaklığı -22 °C ve dış sıcaklığı -18 °C'dir.

3.2 Metot

3.2.1 Kuru Madde Analizi

Lisiewska *et al.* (2004) tarafından kullanılan AOAC metoduna göre fasulyelerin kuru madde analizi yapılmıştır. Her örnekten 2 paralel ile çalışılmıştır. Kurutma dolabında kuru madde analizinde taze ve dondurulmuş numuneler öncelikle küçük parçalar haline getirilmiştir. Numuneler darası alınan ve sabit tartıma getirilen kaplara 10 g tartılır. 105 °C' ye ayarlı kurutma dolabında sabit ağırlık elde edilinceye kadar kurutulmuştur. Kuru madde kapları desikatöre alınarak oda sıcaklığında soğutulup hassas olarak tartılmıştır.

Darası çıkarılarak hesaplama yapılmış ve kuru madde oranı belirlenmiştir.



Şekil 3.1 Bireysel Hızlı Dondurma metoduyla dondurulup sonrasında depolanan fasulyelerin işlem basamakları.

3.2.2 Kül Tayini

Toplam kül tayini için tartılmış örnekler 550°C' de kül fırınında yakılmıştır. Her örnekten 2 paralel ile çalışılmıştır. Yakma kabı içerisinde 8 saat yakılan numuneler tamamen beyaz hale gelmiştir. Hassas terazide tartılarak sonuç hesaplaması yapılmıştır (Cemeroğlu 2010).

3.2.3 Protein Analizi

Pajula vd. (2006) tarafından kullanılan AOAC (1990) metoduna göre fasulyelerin protein analizi yapılmıştır. Her örnekten 2 paralel ile çalışılmıştır. Yakma, distilasyon ve titrasyon olmak üzere 3 aşamadan oluşan analiz sonunda hesaplamalar yapılmıştır.

3.2.4 Yağ Analizi

Örnekteki yağın uygun bir yağ çözücü madde kullanılarak çözündürülmesi ve daha sonra çözücünün ortamdan uzaklaştırılması sonucu geriye kalan yağın tartımı yoluyla belirlendi. Her örnekten 2 paralel ile çalışılmıştır. Analizlerde soxhelet cihazı kullanılarak çözücü (N-hekzan) ile 6 saat boyunca ekstrakte edilmiş ve sonuçlar yüzde olarak verilmiştir (Cemeroğlu 2010).

3.2.5 pH Tayini

Analizler pH metre (HI-2215-02 Hanna, German) kullanılarak yapılmıştır. Her örnekten 2 paralel ile çalışılmıştır. Birçok meyve ve bazı sebzeler ezme haline getirilebilirse de örneğin yeşil fasulye ve bezelye gibi sebzelerin blenderde püre haline getirilmesi için bir miktar damıtık su eklenmesi zorunlu olabilmektedir. (Cemeroğlu 2010). Dolayısıyla numuneler blenderden geçirildikten sonra bir miktar damıtık su eklenerek 20 °C'de ölçümler yapılmıştır.

3.2.6 Renk Analizi

Renk ölçüm tayininde, taze, ev tipi dondurulmuş ve bireysel hızlı dondurma tekniği ile dondurulmuş fasulyelerin renk değerleri Minolta CR 400 (Konica Minolta Chroma Meter, Japan) Reflektans kolorimetresi kullanılarak ölçülmüştür. Her örnekten 10 paralel ile çalışılmıştır (Şahin *et al.* 2011).

3.2.7 Tekstür Analizi

Örneklerin tekstürel özelliklerini belirlemek amacıyla sıkıştırma prensibine dayalı kuvvet ölçüm cihazı olan TA.HD Plus (Stable Micro Systems, Godalming, England) ile ölçümler yapılmıştır. Her örnekten 2 paralel ile çalışılmıştır. Bu amaçla hazırlanan fasulye örnekleri için 3mm Dia Cylinder Stainless prob (Yük hücresi: 5 kg, Test öncesi hız: 1,5 mm/s, Test hızı:2 mm/s, Test sonrası hız: 10 mm/s) ve Extended Craft Knife prob (Yük hücresi: 250 kg, Test öncesi hız:1mm/s, Test hızı: 5mm/s, Test sonrası hız: 5mm/s) kullanılmıştır. Ölçüm yapılacak örnekler tazeyken ve dondurulduktan sonra 0., 3., 6. ve 9. Ayların sonunda çözündürülerek (yaklaşık 0-2 °C'de) tekstür analizi yapılmıştır (Sürel 2012).

Ferraira vd. (2006)'nin yapmış olduğu çalışmada doku değerlendirmesi için Kramer Shear cell (KSC) ve deneysel Warner-Bratzler testleri Lloyd instrument mod T5k doku metre kullanılarak yapılmıştır. KSC testleri 5000N yükleme hücresi ile bunun yanında Bratzler Testi ise haşlanmış örnekler için 10N Yükleme hücresi ile diğer bütün donmuş ve çözülmüş karışımlar için 50N yükleme hücresi ile yapılmıştır. Kramer kesme testleri, 100gramlık yeşil fasulye örneklerinin konulduğu haznede 10numaralı bıçak kullanılarak 400mm min⁻¹ Bozulma oranında kesilmiştir. Warner Bratzler testinde ise fasulyeler teker teker hazneye konularak yatay bir şekilde uzunlamasına400mm min⁻¹ bozulma oranında Warner Bratzler Kesme bıçağı ile kesilmiştir.

Ferraira vd. (2006)'nin yapmış olduğu çalışmaya göre yeşil fasulyelerde doku parametre değerleri en hızlı donma oranında donmuş örneklerde en yüksek seviyelerdedir. Bunun anlamı, -70 °C 'de donan yeşil fasulyeler -35 ve -24 °C 'de donan fasulyelere göre sırasıyla sıkıştırma, kesme ve sıkma için çok yüksek oranda güç ve enerji gerektirir. Ayrıca, -35 derecede donmuş olan fasulyeler -24 °C 'de donmuş olanlara göre daha yüksek seviyede mekanik bir direnç göstermiştir. KSC ile yapılan deneyde -24 °C 'de donan taze fasulyelerde maksimum kuvvet 68 N/g.d.m WB ile yapılan deneyde ise maksimum kuvvet 4.2 N olarak bulunmuştur.

Mineseto doku metodu (MTM) ile tek bezelye delme olgunluk cihazı (SPPM single pea puncture maturometer) mekanik doku ölçümleri için seçilmiştir. MTM için instron universal testing machine kullanılmıştır. Doku parametreleri güç bozulma eğrisinden şekil çıkarılmıştır. Çiğnenebilirlik katı durumdaki bir gıdayı yutulabilir bir duruma getirmek için gerekli olan enerjidir. Çiğnenebilirlik eğrinin altındaki alan olarak yorumlanmıştır. SPMM ayrıca bütün bezelye karakteristiklerinden ayrı olarak zar özelliklerini ölçebilmesinden dolayı seçilmiştir. Bu metot için 3,2 mm çapındaki düz başlı iğne kullanılmıştır. Bezelye iğnenin tam altına gelecek bir şekilde yerleştirilmiştir. Bu işlem 10 kez tekrarlanmıştır ve her birinde ayrı bezelye kullanılmış ve aynı metotlar uygulanmıştır. Donmuş bezelyelerin çiğnenebilirliği, saklama süresi ile artmaktadır. Bütün Saklama durumlarının bütün zaman dilimleri arasında belirgin farklar vardır. Freona batırma yöntemi ile dondurulmuş bezelyelerde diğer iki metoda göre daha yüksek

çiğneme değerlerine sahiptir. En düşük çiğnenabilirlik değeri ise hava üfleli dondurma metodundakidir.

3.2.8 Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı

Tüm fasulye numunelerinden her birinden steril edilmiş bıçak pens ve spatül kullanılarak 25 g örnek tartılmıştır. Daha sonra örnek ünitesi 225 ml fizyolojik serum çözeltisinde homojenize edilerek her bir örnek 9 ml dilüsyon çözeltisi bulunan tüplerde 10^{-6} 'ya kadar seyreltilmiştir. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı için Plate Count Agar kullanılarak ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petri kutuları 37°C ' de 48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda oluşan koloniler sayılmıştır. Her örnekten 2 paralel ile çalışılmıştır (Anonim 2005).

3.2.9 Koliform Bakteri Sayımı

10 g fasulye örneği 90 ml dilüsyon çözeltisinde homojenize edilmiştir. Her örnekten 2 paralel ile çalışılmıştır. VRB Agara (Violet Red Bile Agar) besiyerine ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petri kutuları 37°C ' de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır (Anonim 2005).

3.2.10 İstatistiksel Değerlendirme

Taze ve dondurulmuş fasulyelerin istatistiksel değerlendirilmesi SAS programında yapılmış olup, gruplar arası farklılığın önemi DUNCAN çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

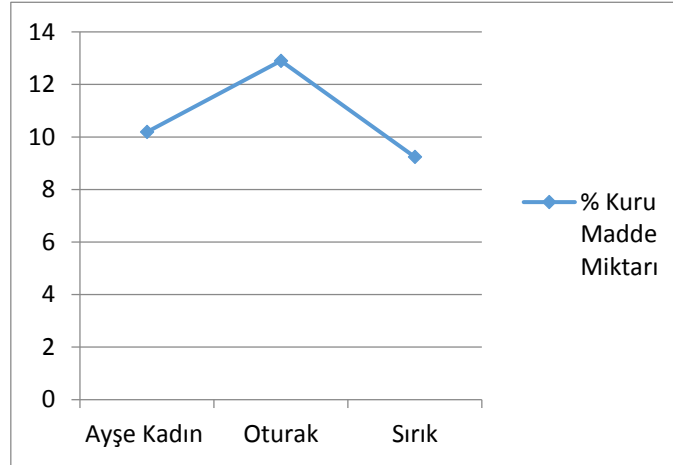
4.1 Kimyasal ve Fiziksel Analizler

Farklı taze fasulye çeşitlerinde yapılan bazı kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

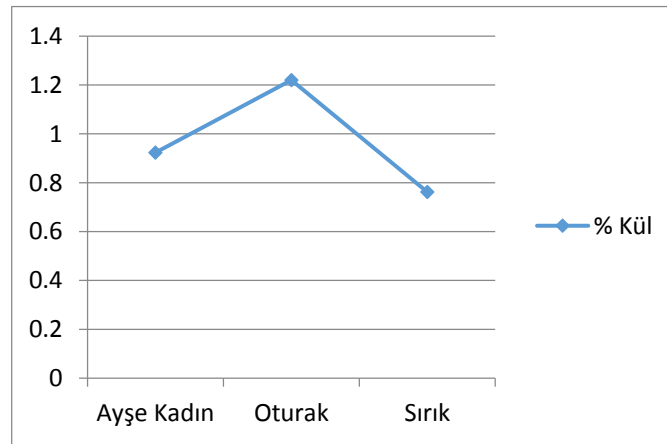
Çizelge 4.1. Taze fasulye çeşitlerinin bazı kimyasal analiz sonuçları*.

| Fasulye Çeşidi | Kuru Madde (%) | Kül (%) | Yağ(%) | Protein(%) | pH |
|----------------|----------------|------------|------------|------------|-----------|
| Ayşe Kadın | 10,19±1,18 | 0,923±0,01 | 0,789±0,02 | 2,054±0,03 | 6,36±0,05 |
| Oturak | 12,9±2.72 | 1,220±0,40 | 0,872±0,03 | 2,125±0,07 | 6,46±0,04 |
| Sırık | 9,24±0.40 | 0,762±0,01 | 0,613±0,02 | 2,029±0,04 | 6,42±0,07 |

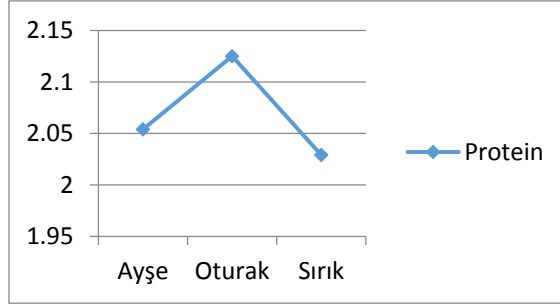
*Ortalama ± standart sapma



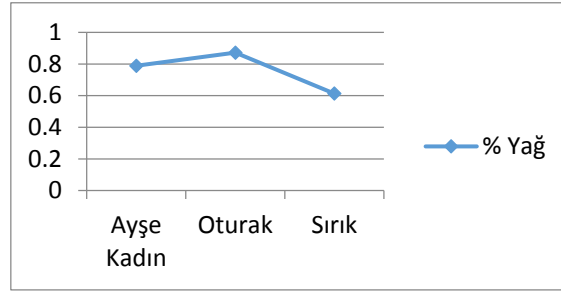
Şekil 4.1 Taze fasulye çeşitlerine göre % kuru madde miktarı.



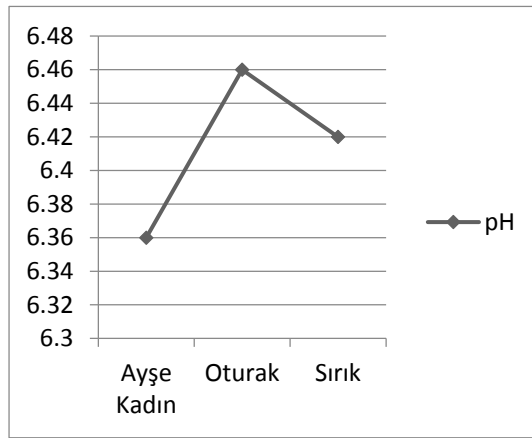
Şekil 4.2 Taze fasulye çeşitlerine göre % kül miktarı.



Şekil 4.3 Taze fasulye çeşitlerine göre % protein miktarı.



Şekil 4.4 Taze fasulye çeşitlerine göre % yağ miktarı.



Şekil 4.5 Taze fasulye çeşitlerine göre pH değerleri.

Yapılan bir çalışmada kuru madde miktarı % 9, kül miktarı % 0,6-0,8 aralığında, protein miktarı % 1,7 civarında bulunmuştur (Martinez *et al.*1998). Yine bir başka çalışmada Casanas vd. (2006), taze fasulyelerdeki protein miktarını % 2,21-2,57 arasında bulmuştur. Bölgemizde yetişen taze fasulyelerin kuru madde içerikleri literatür verilerinden az fazla, kül miktarları yakın ve yine protein miktarları da benzerlik arz etmiştir.

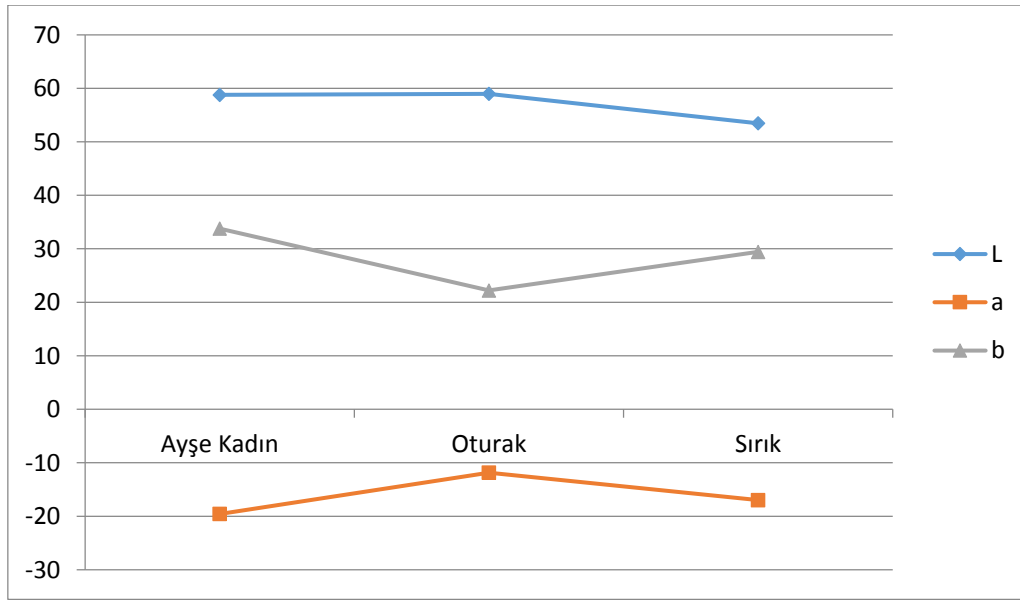
Farklı taze fasulye çeşitlerinde ölçülen renk analiz sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Farklı çeşitler için L (0, siyah; 100, beyaz) değeri, a (+ kırmızı, -yeşil) değeri ve b (+, sarı; -, mavi) değeri birbirine çok yakın bulunmuştur.

Çizelge 4.2. Taze fasulye çeşitlerinin renk ölçüm değerleri.

| Fasulye Çeşidi | L | a | b |
|----------------|-------------|--------------|-------------|
| Ayşe Kadın | 58,775±1,40 | -19,563±0,46 | 33,78±0,94 |
| Oturak | 58,971±4,23 | -11,853±0,84 | 22,206±1,72 |
| Sırık | 53,461±5,59 | -16,979±1,80 | 29,423±2,46 |

*Ortalama ± standart sapma



Şekil 4.6 Taze fasulye çeşitlerinin renk sonuçları.

Taze fasulyelerin renk değerleri L= 53.46 ile 58.97 arasında, a= -11.85 ile -19.56 arasında ve b=22.20 ile 33.78 arasında değişmiştir. Bu durum taze fasulyelerde L değeri için beyazlık yani aydınlık veya parlaklığın, a değeri için yeşil rengin ve b değeri için de sarılık değerlerinin öne çıktığını göstermektedir. Taze fasulyeler içerisinde en parlak L=58.97 ve en yeşil a= -19,563 değerleri oturak ve en sarı ise b= 33,78 değeri ile Ayşe kadın çeşidinde tespit edilmiştir.

Martins ve Silva (2002) 'nın yapmış olduğu bir çalışmada 30 günlük saklama zamanından sonra L değeri 38,0±3,8 olarak bulunmuştur. Esthiaghı vd. (1994)'ne göre çiğ taze fasulyede L değeri 38.2 ± 0.4, haşlanmış fasulye L değeri 40.9 ±1.3, haşlanmış

dondurulmuş fasulye L değeri 40.8 ± 2.9 olarak bulunmuştur.

Martins ve Silva (2002)'ya göre dondurulmuş taze fasulyede başlangıç değeri -11,93'den -6,33'e kadar 30 günlük saklama süresi boyunca Hunter a değeri artmıştır. Bu yüzden koordinat hunter lab renk düzleminde daha az yeşil olan bölgelere doğru hareket etmiştir. Ayrıca diğer araştırmacılar a değerindeki bu tür davranışların klorofilin peptinleşmesi dolayısıyla olduğunu belirtmişlerdir. Eğer donmuş saklama sürecinde düşük sıcaklıklar kullanılırsa, yeşil renk sabit kalır. Bununla birlikte a değeri daha yüksek saklama sıcaklıklarına ve sıcaklıktaki dalgalanmalara karşı çok hassastır.

Bilişli vd. (1982)'nin yapmış olduğu çalışmada taze fasulyelerin yeşil renk -a değeri 13,09-14,09 arasında bulunmuştur. Dondurulmuş fasulyelerin renk -a değeri 10,32-12,49 arasında olduğu belirtilmiştir.

Birlik (2014), tarafından Hunter lab aleti kullanılarak yaptığı çalışmada renk ölçümü sonucunda ham maddeye ait L aydınlık değeri $49,08 \pm 0,11$ tespit edilirken, haşlamaya bağlı olarak bu değer (87°C 'de 100 sn olan haşlama işlemi sonrasında) % 9,59 azalarak $44,37 \pm 0,14$ 'e ve 92°C 'de 100 sn uygulanan haşlama işlemi sonrasında ise % 10,45 azalarak $43,95 \pm 0,14$ 'e düştüğünü belirtilmiştir.

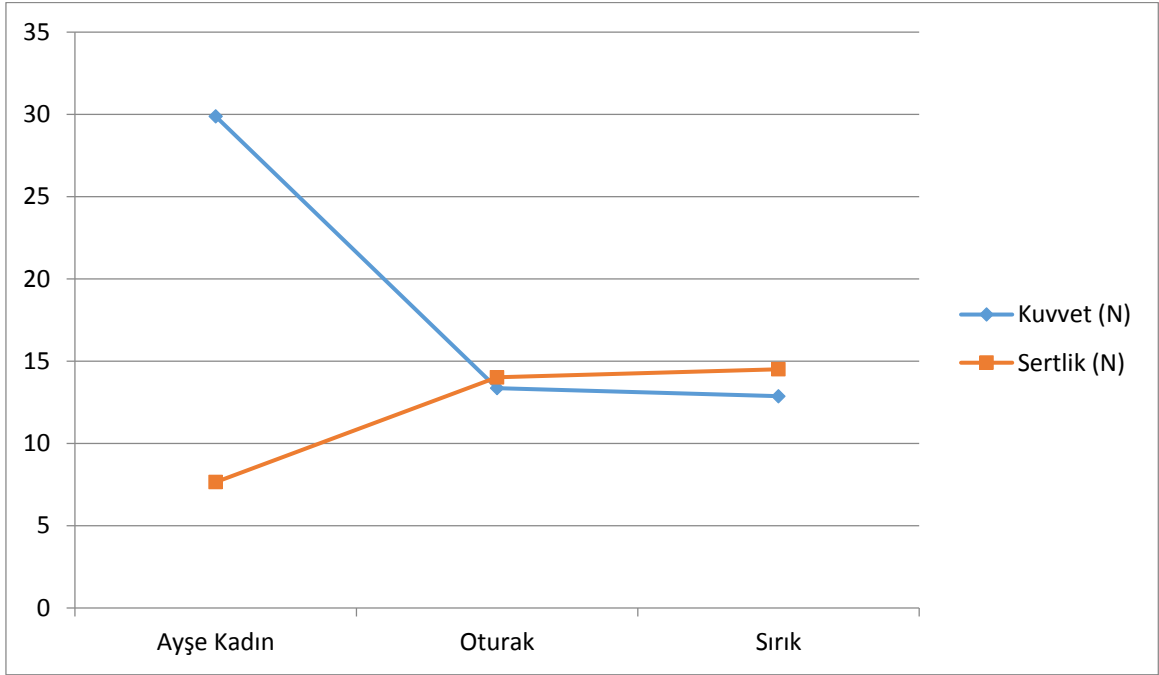
Bulgularımız aydınlık L(0, siyah; 100, beyaz) değeri bakımından Esthiaghı vd. (1994) L= 38.2 ve Birlik (2014) L=49.08 değerleri arasında, a (+ kırmızı, -yeşil) değeri bakımından Martins ve Silva (2002) a= -11.93 değerinden daha yeşil, Bilişli vd. (1982) a= (-13.09) - (-14.09) ile benzerlik arz etmektedir.

Farklı taze fasulye çeşitlerinde ölçülen tekstür analiz sonuçları Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3.Taze fasulye çeşitlerinin tekstür analiz sonuçları.

| Fasulye Çeşidi | Kuvvet (N) | Sertlik (N) |
|-----------------------|-------------------|--------------------|
| Ayşe Kadın | $29,88 \pm 1,36$ | $7,65 \pm 0,0004$ |
| Oturak | $13,36 \pm 0,90$ | $14,02 \pm 0,0007$ |
| Sırık | $12,87 \pm 1,34$ | $14,51 \pm 0,0035$ |

*Ortalama \pm standart sapma



Şekil 4.7 Taze fasulye çeşitlerinin tekstür şekilleri.

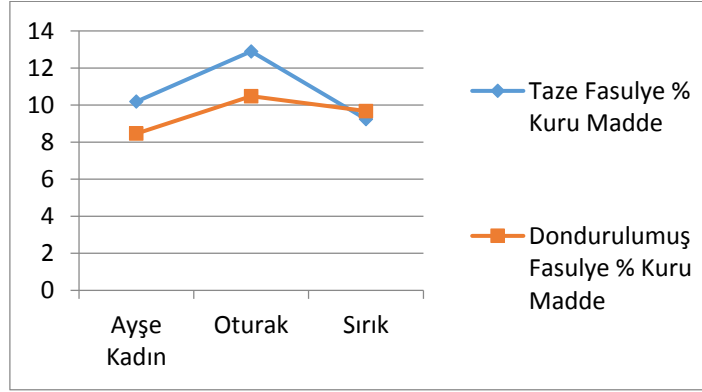
Uygulanan kuvvet ve sertlik analiz bulguları oturak ve sırık çeşitlerinde birbirine çok yakın değerlerden oluşurken Ayşe Kadın çeşidinde sertlik çok düşük ve kuvvet çok yüksek çıkmıştır. Bu durum Ayşe Kadın çeşidinin çeşit özelliğinin diğer çeşitlerden farklı tekstür yapısı sergilediğini göstermektedir.

Dondurulmuş fasulyelerin çeşitlerine göre kimyasal analizlerin sonuçları Çizelge 4.4'te verilmiştir. Yapılan kuru madde, kül, yağ ve protein analizlerinde 3 farklı fasulye çeşidi arasında farklar görülmüştür.

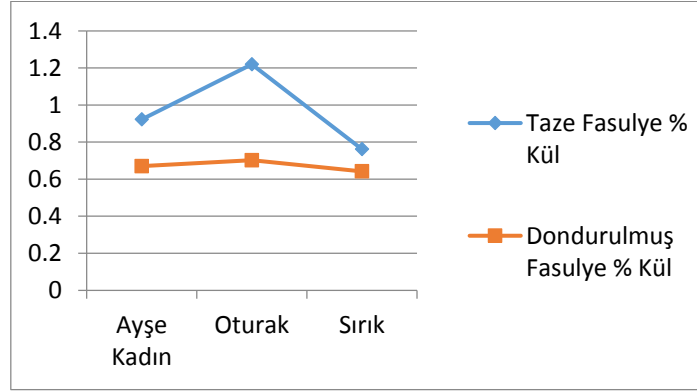
Çizelge 4.4. Dondurulmuş fasulyelerin çeşitlerine göre kimyasal analizlerinin sonuçları.

| Fasulye Çeşidi | Kuru Madde (%) | Kül (%) | Yağ(%) | Protein(%) | pH |
|----------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Ayşe Kadın | 8,463±0,09 ^c | 0,670±0,02 ^{ab} | 0,915±0,03 ^b | 1,706±0,08 ^b | 6,033±0,04 ^b |
| Oturak | 10,481±0,29 ^a | 0,702±0,03 ^a | 1,150±0,04 ^a | 1,882±0,13 ^a | 6,226±0,09 ^a |
| Sırık | 9,678±0,35 ^b | 0,642±0,02 ^a | 0,726±0,03 ^c | 1,760±0,08 ^{ab} | 5,841±0,09 ^c |

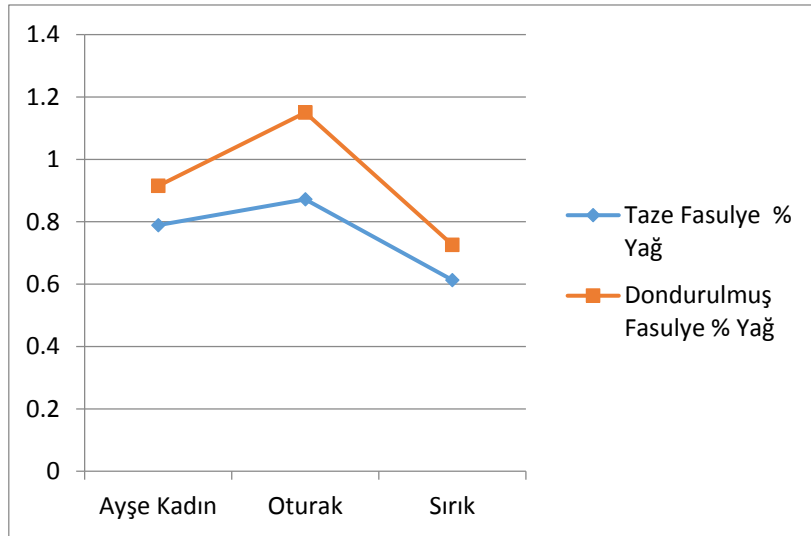
Aynı sütunda farklı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$). n=16



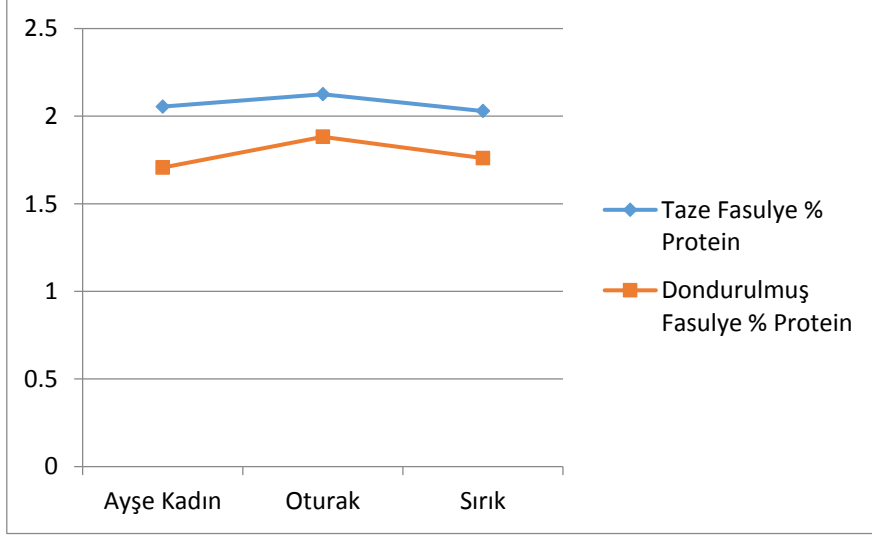
Şekil 4.8 Taze ve dondurulmuş fasulyelerin % kuru madde değişimi.



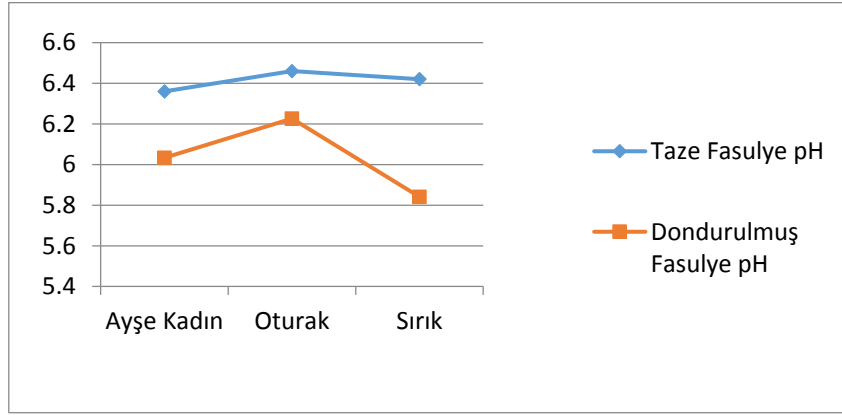
Şekil 4.9 Taze ve dondurulmuş fasulyelerin % kül miktarı değişimi.



Şekil 4.10 Taze ve dondurulmuş fasulyelerin % yağ miktarı değişimi.



Şekil 4.11 Taze ve dondurulmuş fasulyelerin % protein miktarı değişimi.



Şekil 4.12 Taze ve dondurulmuş fasulyelerin pH değişimi.

Yapılan bir çalışmada bezelyeler 12 ay boyunca depolanmış ve kuru madde miktarı % 12-15 arasında bulunmuştur (Hung and Thompson 1989).

Bilişli vd. (1982)'nin yapmış olduğu çalışmada taze fasulyelerin kuru madde miktarları % 11,20-15,48 arasında bulunmuştur ve Dondurulmuş fasulyelerin kuru madde miktarları % 8,85-10,15 arasında ve protein miktarı da % 2,78 olarak bulunmuştur.

Müftügil ve Yiğit (1984)'in yapmış olduğu bir çalışmada haşlanarak dondurulmuş fasulyelerin kuru madde miktarını %11,30 ve pH değerini 6,20 bulmuştur. Dondurulmuş taze Fasulyelerde bulduğumuz kuru madde miktarları literatür verilerine yakındır. Protein miktarı literatür verilerinin biraz altında ve pH ise literatürlere uyumlu olmakla beraber

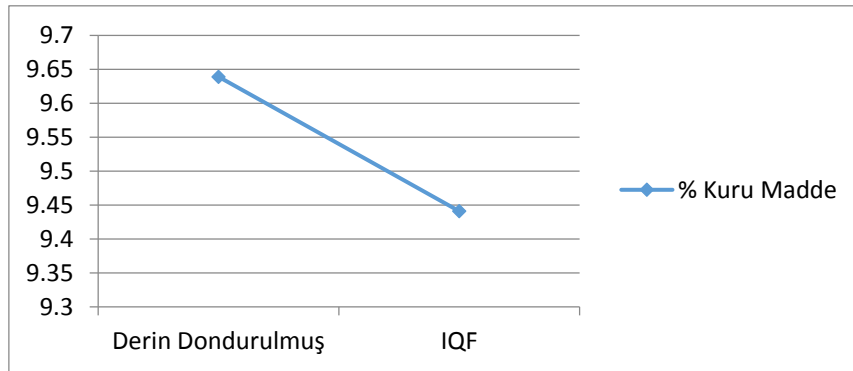
bölgesel ve coğrafik faktörler gibi etkenlerle bazı farklılıklar oluştuğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.5'te belirtilen analizler dondurma tiplerine göre karşılaştırılmıştır. Çizelgede görüldüğü üzere her bir analiz için IQF dondurma yöntemiyle dondurulan fasulyeler ile derin dondurulmuş fasulyeler arasında fark kuru madde, protein ve pH analizi açısından önemsizdir. Kül ve yağ tayini açısından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

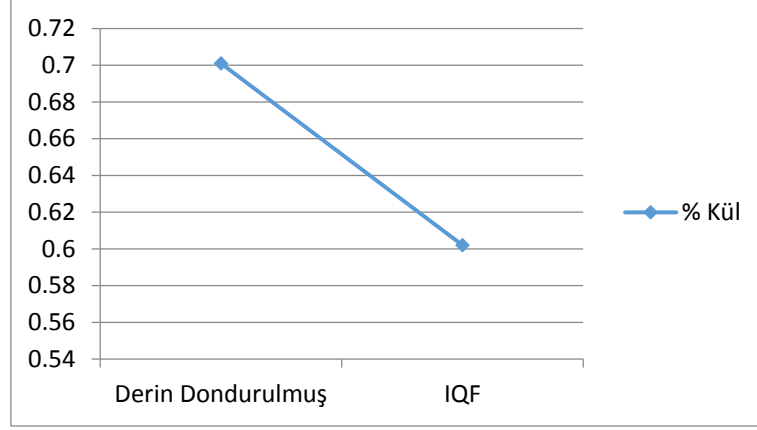
Çizelge 4.5. Dondurulmuş fasulyelerin dondurma tiplerine göre kimyasal analizlerinin sonuçları.

| Dondurma Tipi | Kuru Madde (%) | Kül (%) | Yağ(%) | Protein(%) | pH |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Derin Dondurulmuş | 9,639±0,27 ^a | 0,701±0,02 ^a | 1,001±0,05 ^a | 1,727±0,08 ^a | 6,039±0,07 ^a |
| IQF | 9,441±0,28 ^a | 0,642±0,02 ^b | 0,859±0,05 ^b | 1,838±0,08 ^a | 6,028±0,07 ^a |

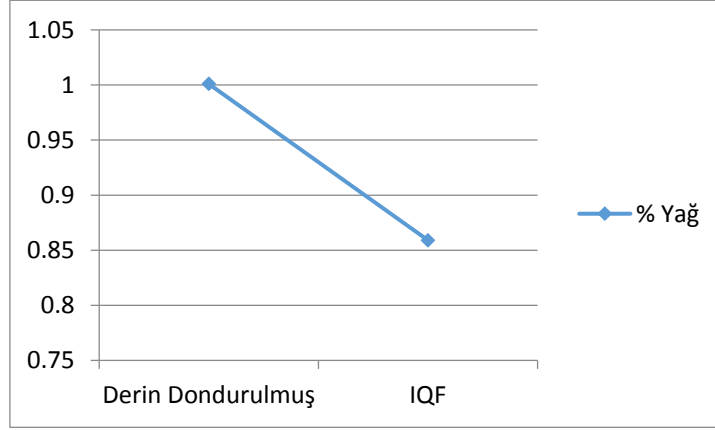
Aynı sütunda farklı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). n=24



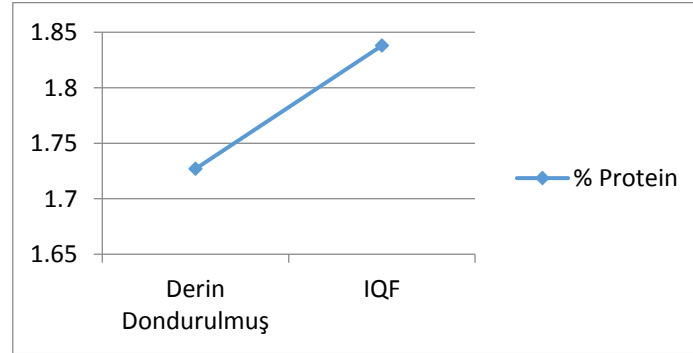
Şekil 4.13 Dondurma tipine göre % kuru madde miktarı.



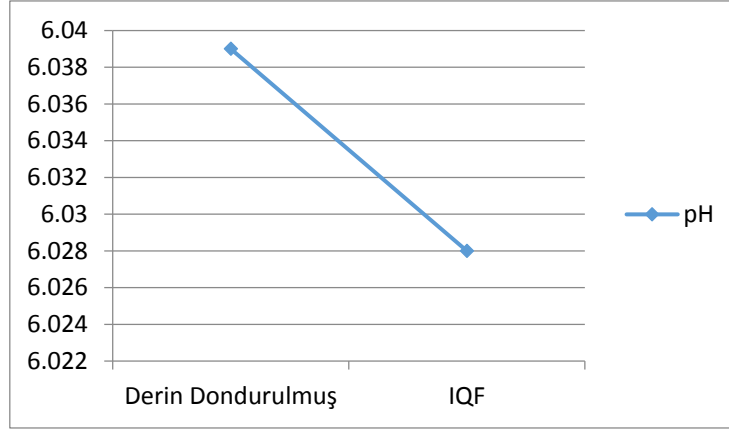
Şekil 4.14 Dondurma tipine göre % kül miktarı.



Şekil 4.15 Dondurma tipine göre % yağ miktarı.



Şekil 4.16 Dondurma tipine göre % protein miktarı.



Şekil 4.17 Dondurma tipine göre pH değişimi.

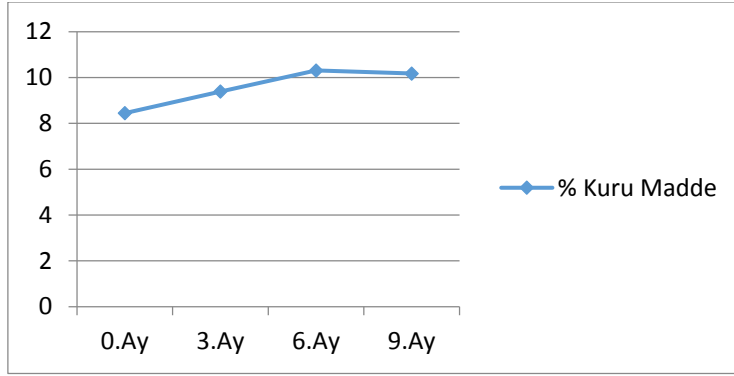
Dondurma çeşitleri arasındaki fark bakımından besin içerikleri analizlerinde sadece kül ve yağ istatistiksel olarak farklılık göstermiş, kuru madde, protein ve pH değerlerinde fark görülmemiştir.

Çizelge 4.6' da belirtilen analizler depolama sürelerine göre karşılaştırılmıştır. Kuru madde miktarında 0. aydan 9. aya kadar olan süreçte belirgin bir şekilde artış gözlenmiştir. Bunun sebebinin fire (ağırlık) kaybı olabileceği düşünülmektedir. Kül miktarı 0. aydan 9. aya kadar belirli bir artış gözlenmiş ancak dalgalanmaların olduğu gözlenmiştir. Yağ miktarı 0. aydan 9. aya kadar olan süreçte istatistiksel açıdan önemli farklar görülmemiştir. Protein miktarı belirtilen süreçte giderek azalma eğilimindedir. pH değeri giderek azalmış en düşük değerini 3. ayda vermiştir. Çizelgeden anlaşıldığı üzere yapılan analizlerdeki farklar depolama sürecinin etkisiyle istatistik açısından önemlidir.

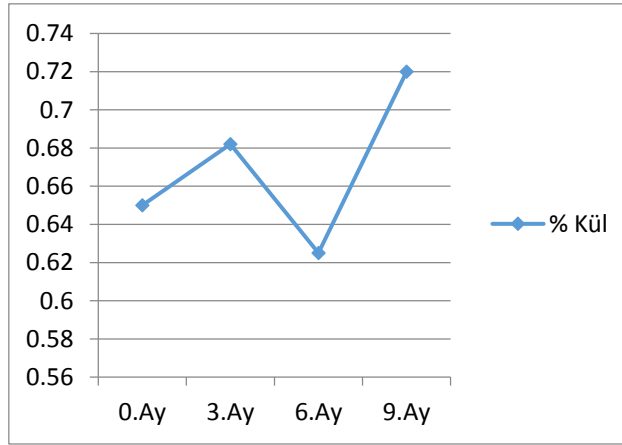
Çizelge 4.6. Dondurulmuş fasulyelerin depolama süresine göre kimyasal analizlerinin sonuçları.

| Depolama Süresi | Kuru Madde (%) | Kül (%) | Yağ(%) | Protein(%) | pH |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 0.Ay | 8,447±0,19 ^c | 0,650±0,02 ^{bc} | 0,783±0,06 ^d | 1,873±0,02 ^{ab} | 6,226±0,06 ^a |
| 3.Ay | 9,390±0,27 ^b | 0,682±0,02 ^{ab} | 0,880±0,06 ^c | 1,913±0,01 ^a | 5,719±0,12 ^c |
| 6.Ay | 10,309±0,44 ^a | 0,625±0,02 ^c | 0,574±0,05 ^b | 1,701±0,08 ^{bc} | 6,093±0,08 ^b |
| 9.Ay | 10,175±0,41 ^a | 0,720±0,04 ^a | 1,083±0,06 ^a | 1,644±0,07 ^c | 6,096±0,05 ^b |

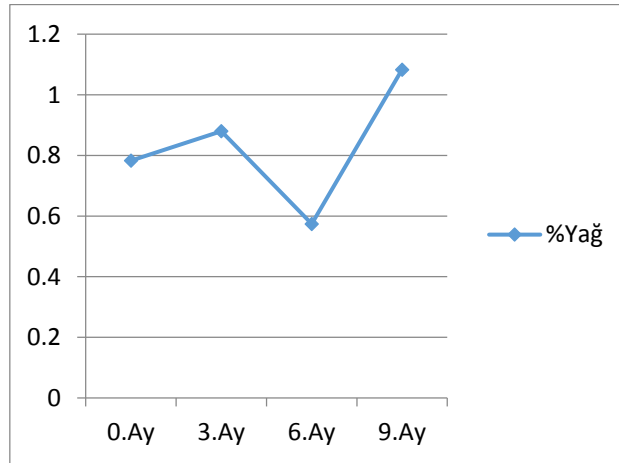
Aynı sütunda farklı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$). n=12



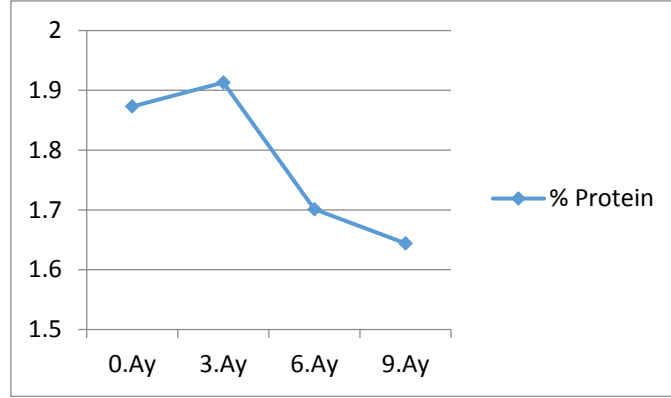
Şekil 4.18 Dondurulmuş fasulyelerin depolama sürecine göre % kuru madde miktarı.



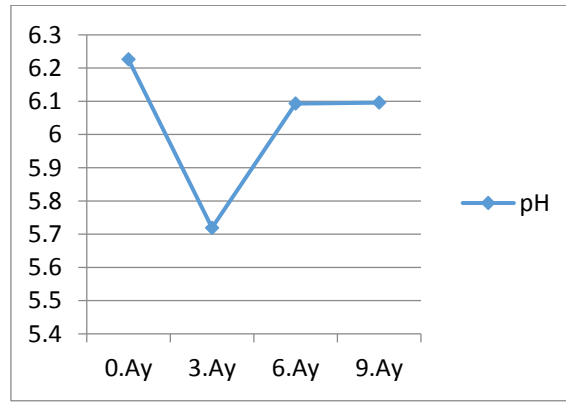
Şekil 4.19 Dondurulmuş fasulyelerin depolama sürecine göre % kül miktarı.



Şekil 4.20 Dondurulmuş fasulyelerin depolama sürecine göre % yağ miktarı.



Şekil 4.21 Dondurulmuş fasulyelerin depolama sürecine göre % protein miktarı.



Şekil 4.22 Dondurulmuş fasulyelerin depolama sürecine göre pH değişimi.

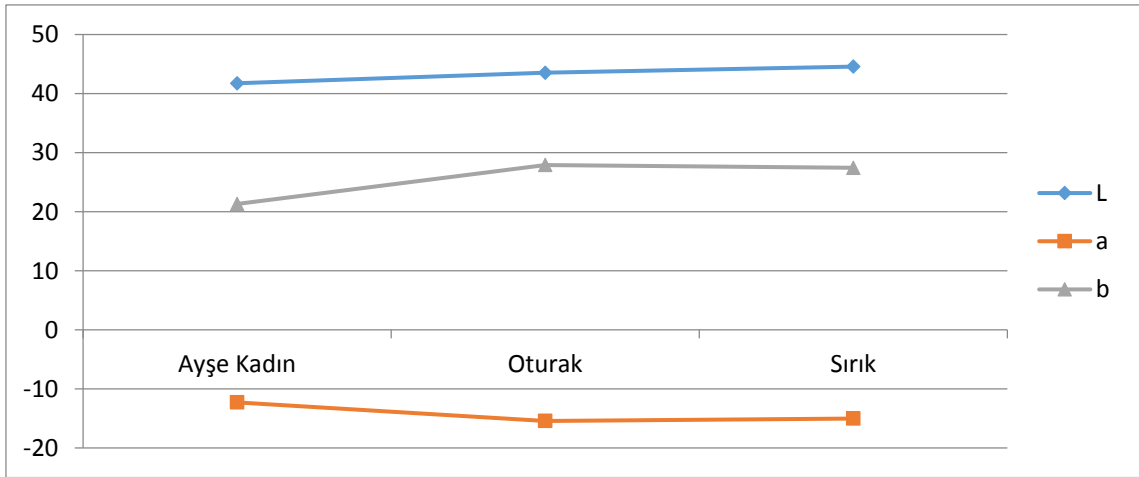
Kimyasal analiz sonuçlarına bakıldığında besin maddeleri depolama süresine göre istatistiksel olarak önemli değişimlere uğramıştır. Bu durum depolamanın başta su kaybı ile ilişkili kuru madde ve buna bağlı diğer besin öğelerini etkilediği düşünülmektedir.

Çizelge 4.7’de dondurulmuş fasulye çeşitlerinin renk ölçüm sonuçları verilmiştir. Buna göre sırik fasulye ve ayşe kadın fasulye arasındaki L^* (0, siyah; 100, beyaz) değeri farkı önemli ve oturak fasulyesi arada bir değerdir. Sırik fasulye ve oturak fasulye - değere daha yakın olduğu için yeşil renk daha fazla ve ayşe kadın fasulyenin a^* (+ kırmızı, - yeşil) değeri diğer fasulye çeşitlerinden biraz daha düşüktür. Sırik fasulye ve oturak fasulyenin b^* (+, sarı; -, mavi) değeri birbirine çok yakın bulunup ayşe kadın fasulyenin b^* (+, sarı; -, mavi) değeri diğerlerine göre daha düşük ve istatistikî açıdan fark önemli bulunmuştur.

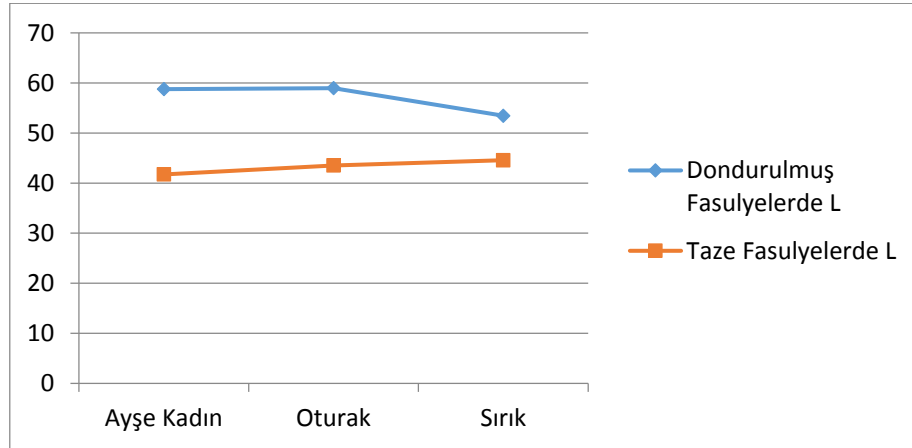
Çizelge 4.7. Dondurulmuş fasulye çeşitlerinin renk ölçüm değerlerinin sonuçları.

| Fasulye Çeşidi | L | a | b |
|----------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Ayşe Kadın | 41,741±1,02 ^b | -12,28±0,66 ^a | 21,311±0,52 ^b |
| Oturak | 43,523±1,66 ^{ab} | -15,42±0,91 ^b | 27,901±1,03 ^a |
| Sırık | 44,571±1,26 ^a | -15,01±0,80 ^b | 27,438±0,59 ^a |

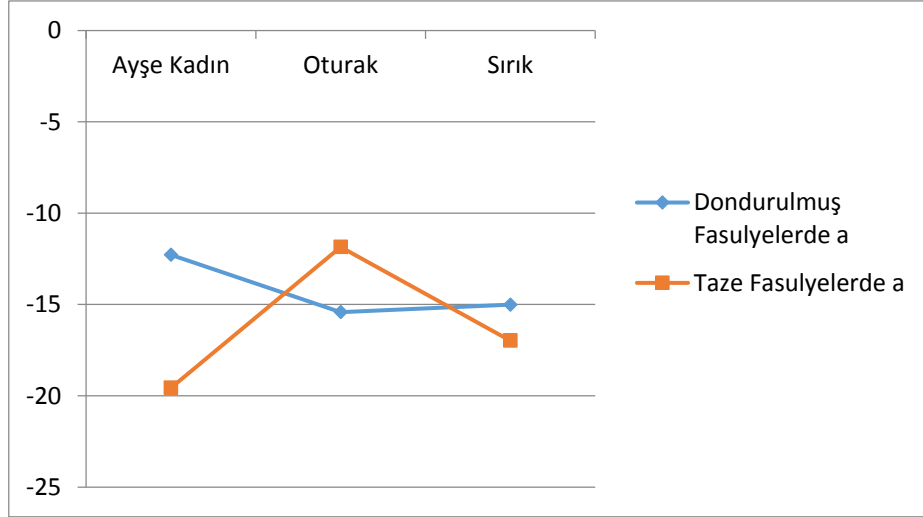
Aynı sütunda farklı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).
n=16



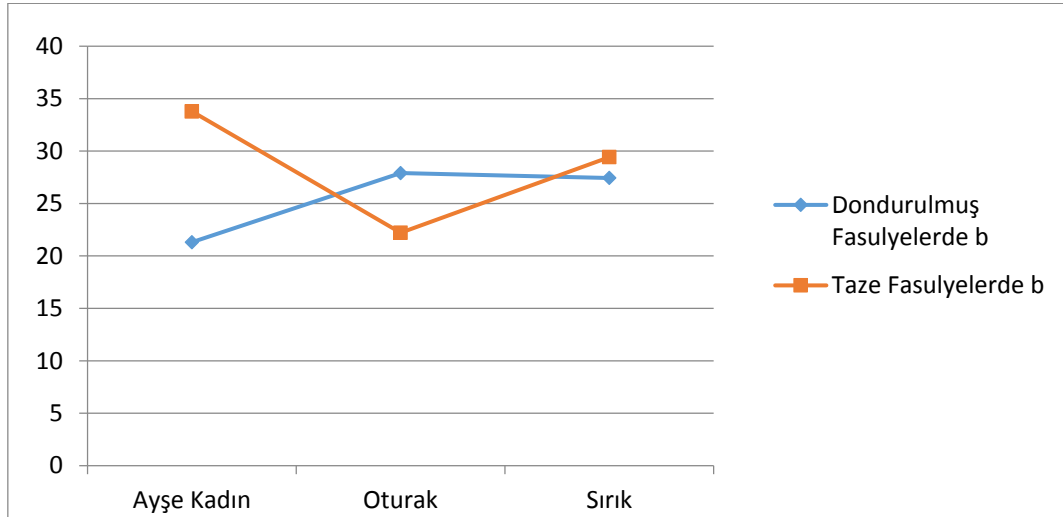
Şekil 4.23 Dondurulmuş fasulyelerin fasulye çeşitlerine göre renk sonuçları.



Şekil 4.24 Dondurulmuş ve taze fasulyelerin L değeri.



Şekil 4.25 Dondurulmuş ve taze fasulyelerin a değeri.



Şekil 4.26 Dondurulmuş ve taze fasulyelerin b değeri.

Martins vd. (2005), dondurulmuş fasulyelerle yapmış oldukları bir çalışmada 6-12 ay arasında depolamış ve a değerini (-6,25)- (-11,93) arasında ve b değerini 10,17-13,09 olarak bulmuştur.

Bilişli vd. (1982)' nin yapmış olduğu çalışmada taze fasulyelerin yeşil renk -a değeri 13,09-14,09 arasında bulunmuştur. Dondurulmuş fasulyelerin renk -a değeri 10,32-12,49 arasında olduğu belirtilmiştir.

Dondurulmuş fasulyelere ait renk bulgularımız Martins vd. (2005) ve Bilişli vd. (1982)'

nin a değeri verilerinden daha yeşil ve yine Martins vd. (2005 b değeri verilerinden daha sarı bulunmuştur. Bunun çeşit farkı, dondurma şartları ve dondurma sürelerinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Birlik (2014), tarafından Hunter lab aleti kullanılarak yaptığı çalışmada renk ölçümü sonucunda ham maddeye ait L* aydınlık değeri $49,08 \pm 0,11$ tespit edilirken, haşlamaya bağlı olarak bu değer (87°C 'de 100 sn olan haşlama işlemi sonrasında) % 9,59 azalarak $44,37 \pm 0,14$ 'e ve 92°C 'de 100 sn uygulanan haşlama işlemi sonrasında ise % 10,45 azalarak $43,95 \pm 0,14$ 'e düştüğünü belirtilmiştir.

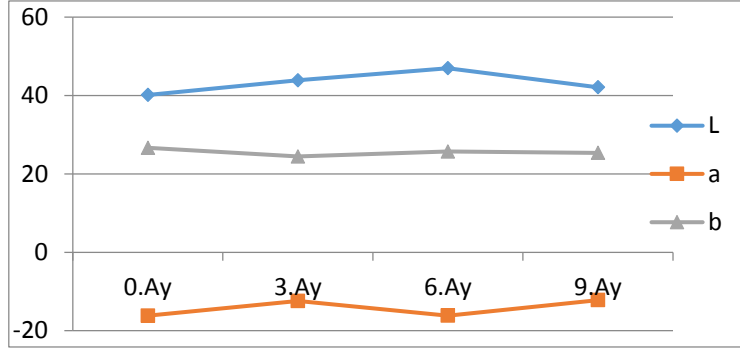
Donmuş fasulyelerde renk analizleri yönünden Ayşe kadın L, a ve b değerleri bakımından istatistikî açıdan oturak ve sırık çeşitlerinden farklı bulunmuşken, oturak ve sırık sadece L değeri bakımından fark arz etmiştir.

Çizelge 4.8' de fasulyelerin dondurma sürelerine (aylara) göre ortalamaları verilmiştir. 0. aydan 9. aya kadar olan süreçte renk değişimlerinde dalgalanmalar gözlenmiştir. L (0, siyah; 100, beyaz) değeri en çok 6. ayda a (+ kırmızı, -yeşil) değeri en çok 6. ayda ve b (+, sarı; -, mavi) değerinde aylar arasında belirgin fark gözlemlenmemiştir.

Çizelge 4.8. Dondurulmuş fasulyelerin dondurma sürelerine göre renk ölçüm sonuçları.

| Depolama Süresi | L | a | b |
|-----------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| 0.Ay | $40,148 \pm 1,59^c$ | $-16,18 \pm 0,95^b$ | $26,665 \pm 1,18^a$ |
| 3.Ay | $43,891 \pm 1,86^b$ | $-12,43 \pm 0,72^a$ | $24,442 \pm 1,08^a$ |
| 6.Ay | $46,965 \pm 1,10^a$ | $-16,15 \pm 0,68^b$ | $25,717 \pm 1,31^a$ |
| 9.Ay | $42,110 \pm 0,92^{bc}$ | $-12,19 \pm 1,06^a$ | $25,375 \pm 1,36^a$ |

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).
n=12



Şekil 4.27 Dondurulmuş fasulyelerin depolama sürecine göre renk sonuçları.

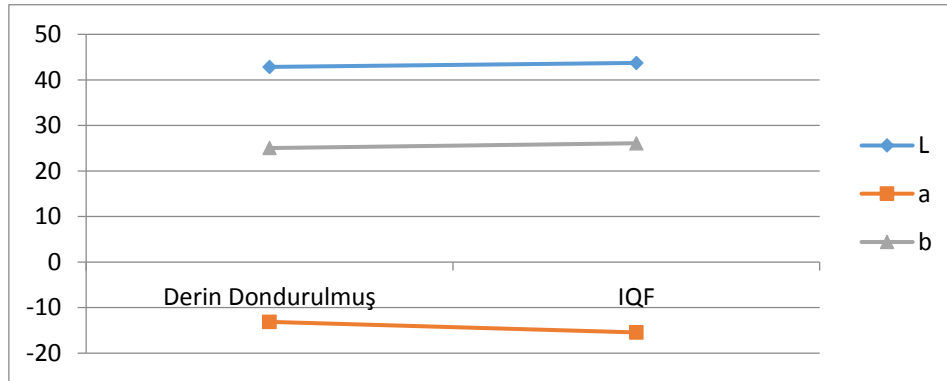
Depolama süresine göre L değeri istatistikî açıdan önemli farklar arz ederken, a değeri bakımından dalgalı bir seyir izlemiş ve b değeri bakımında ise fark görülmemiştir.

Çizelge 4.9’ da derin dondurulmuş ve IQF olarak dondurulmuş fasulyelerin renk ölçüm değerleri verilmiştir. Çizelgeye göre L (0, siyah; 100, beyaz) ve b (+, sarı; -, mavi) değerleri benzer bulunmuştur. IQF dondurulmuş fasulyelerde a (+ kırmızı, -yeşil) değeri daha yüksek ve istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Derin dondurulmuş ve IQF dondurulmuş fasulyeler arasında renk ölçümleri belirgin bir fark göstermemiştir.

Çizelge 4.9. Dondurulmuş fasulyelerin dondurma tiplerine göre renk ölçüm değerlerinin sonuçları.

| Dondurma Tipi | L | a | b |
|-------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Derin Dondurulmuş | 42,836±0,970 ^a | -13,14±0,68 ^a | 25,040±0,85 ^a |
| IQF | 43,720±1,23 ^a | -15,47±0,65 ^b | 26,085±0,87 ^a |

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).
n=24



Şekil 4.28 Dondurulmuş fasulyelerin dondurma tipine göre renk değerleri.

Dondurma şekline göre sadece a değerinde istatistikî açıdan fark bulunmuştur.

4.2 Tekstürel Analizler

Ayşe kadın, oturak ve sırik fasulyelerin tekstür sonuçları Çizelge 4.10’da verilmiştir.

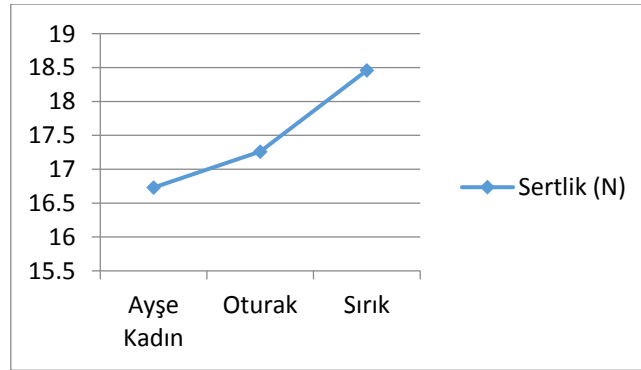
Tekstür analizlerinde bulunan tüm sonuçlar EK’te verilmiştir.

Çizelge 4.10. Dondurulmuş fasulye çeşitlerinin tekstür analiz değerlerinin sonuçları.

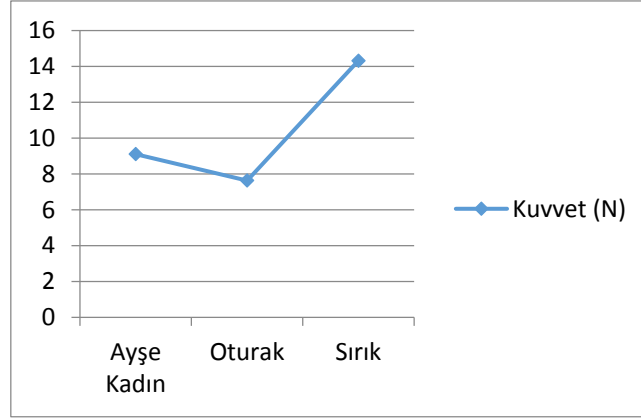
| Fasulye Çeşidi | Kuvvet (N) | Sertlik (N) |
|----------------|-------------------------|----------------------------|
| Ayşe Kadın | 9,10±2,83 ^b | 16,73±0,0008 ^b |
| Oturak | 7,63±2,07 ^b | 17,26±0,0013 ^{ab} |
| Sırık | 14,31±3,29 ^a | 18,46±0,0008 ^a |

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).
n=16

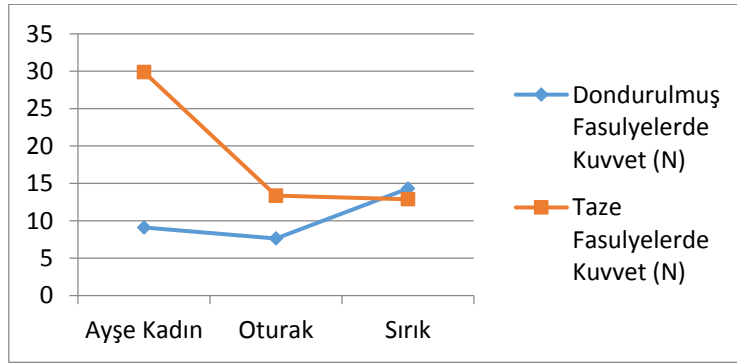
Uygulanan kuvvet ve sertlik değerleri arasındaki farklar istatistik açısından önemli bulunmuştur. Yapılan analizler literatürle karşılaştırıldığında farklı cihazlar ve farklı problemler kullanılması dolayısıyla farklı sonuçlar bulunmuştur. Fasulyelerin çeşidi ve farklı zamanlarda farklı yerlerde yetişen fasulyelerde olan değişiklikler, özelliklerinin birbirini tutmaması tekstürel verilerde farklılıkları ve dalgalanmaları ortaya çıkarmıştır.



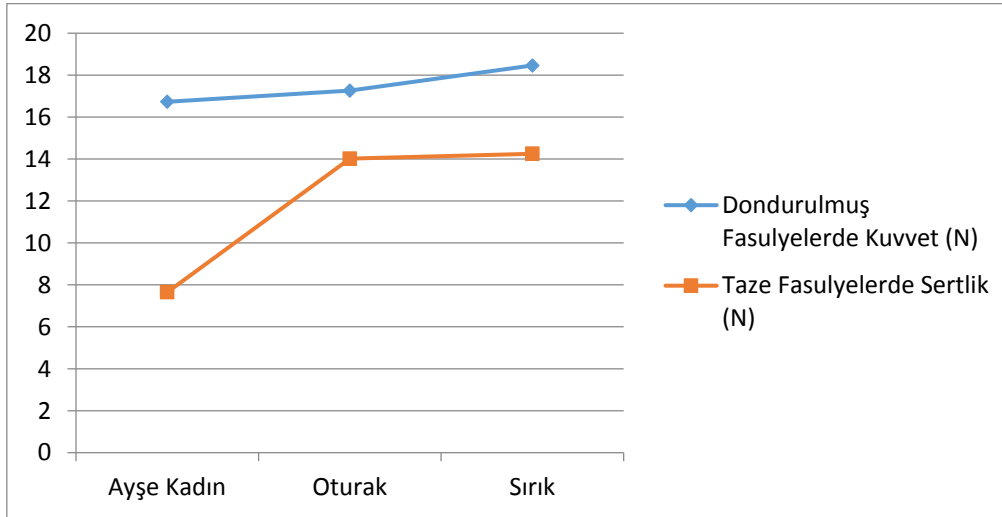
Şekil 4.29 Dondurulmuş fasulyelerde çeşitlerine göre sertlik değeri.



Şekil 4.30 Dondurulmuş fasulyelerde çeşitlerine göre kuvvet değeri.



Şekil 4.31 Dondurulmuş ve taze fasulyelerde kuvvet değerleri.



Şekil 4.32 Dondurulmuş ve taze fasulyelerde sertlik değerleri.

Ertaş ve Doğruer (2010)'a göre sertlik besin maddesinin uygulanan herhangi bir etkiye karşı koyma gücüdür. Başka bir ifadeyle katı besin partiküllerinin molar (öğütücü) dişler

arasında ve yarı katı besinlerin damak ve dil arasındaki basınca karşı koyması için gerekli güçtür.

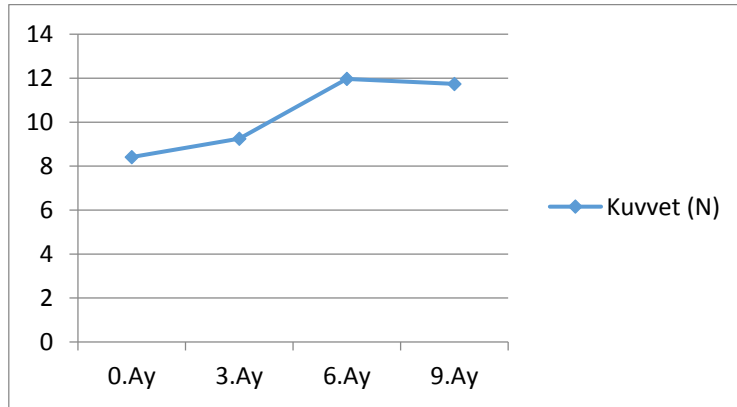
Donmuş fasulyelerde tekstür ve sertlik yönünden analiz sonuçlarını çeşide göre inişli çıkışlı bir seyir izlediği görülmüştür.

Çizelge 4.11’de depolama sürelerine göre dondurulmuş fasulyelerin iki farklı analiz sonuçları verilmiştir.

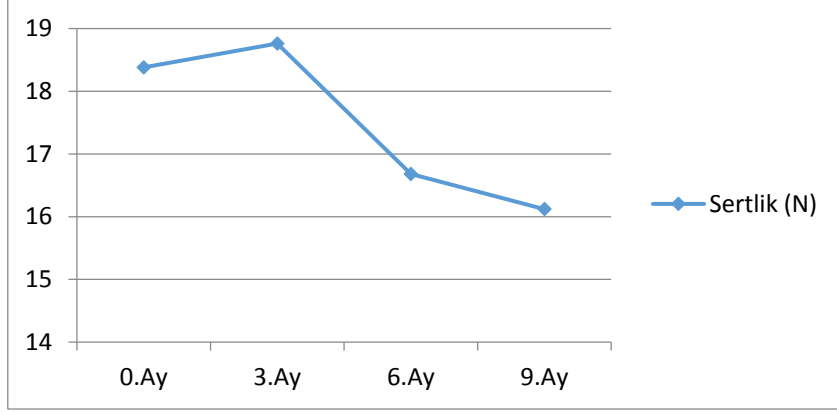
Çizelge 4.11. Dondurulmuş fasulyelerin depolama sürelerine göre tekstür analiz değerlerinin sonuçları.

| Depolama Süresi | Kuvvet (N) | Sertlik (N) |
|-----------------|-------------------------|----------------------------|
| 0.Ay | 8,41±1,66 ^a | 18,37±0,0017 ^{ab} |
| 3.Ay | 9,25±3 ^a | 18,76±0,001 ^a |
| 6.Ay | 11,97±3,51 ^a | 16,68±0,0008 ^{bc} |
| 9.Ay | 11,74±4,46 ^a | 16,12±0,0007 ^c |

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).
n=12



Şekil 4.33 Dondurulmuş fasulyelerde depolama süresine göre kuvvet değeri.



Şekil 4.34 Dondurulmuş fasulyelerde depolama süresine göre sertlik değeri.

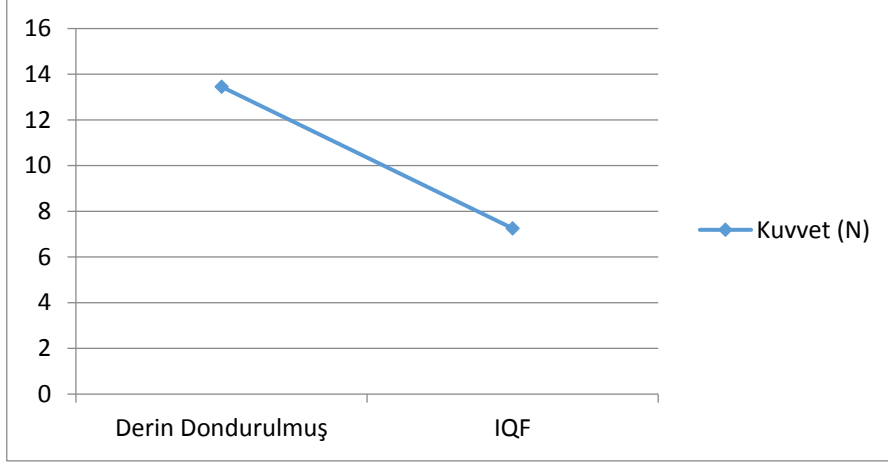
Kuvvet analiz değerleri arasındaki fark istatistik açısından önemsiz bulunmuştur. Farklı bir prob kullanılarak yapılan sertlik analiz değerleri arasındaki farklar istatistikî açıdan önemli bulunmuştur .

Çizelge 4.12’de Derin dondurulmuş ve IQF dondurulmuş fasulyelerin iki farklı tekstür analizine göre sonuçları verilmiştir. İlk analizde her iki fasulye tiplerinde kuvvet değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ve ikinci analizde IQF ve derin dondurulmuş fasulyeler arasındaki sertlik değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir.

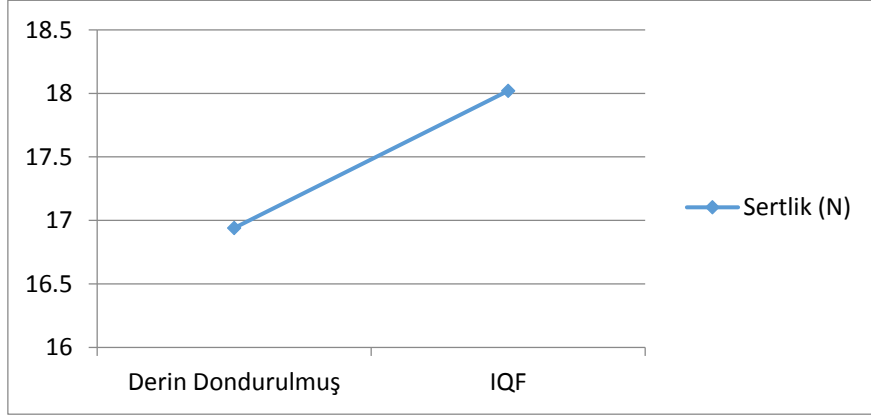
Çizelge 4.12. Dondurulmuş fasulyelerin dondurma tipine göre tekstür analiz değerlerinin sonuçları.

| Dondurma Tipi | Kuvvet (N) | Sertlik (N) |
|-------------------|------------------------|---------------------------|
| Derin Dondurulmuş | 13,45±2,9 ^a | 16,94±0,0008 ^a |
| IQF | 7,25±1,26 ^b | 18,02±0,0018 ^a |

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).
n=12



Şekil 4.35 Dondurulmuş fasulyelerde dondurma tipine göre kuvvet değeri.



Şekil 4.36 Dondurulmuş fasulyelerde dondurma tipine göre sertlik değeri.

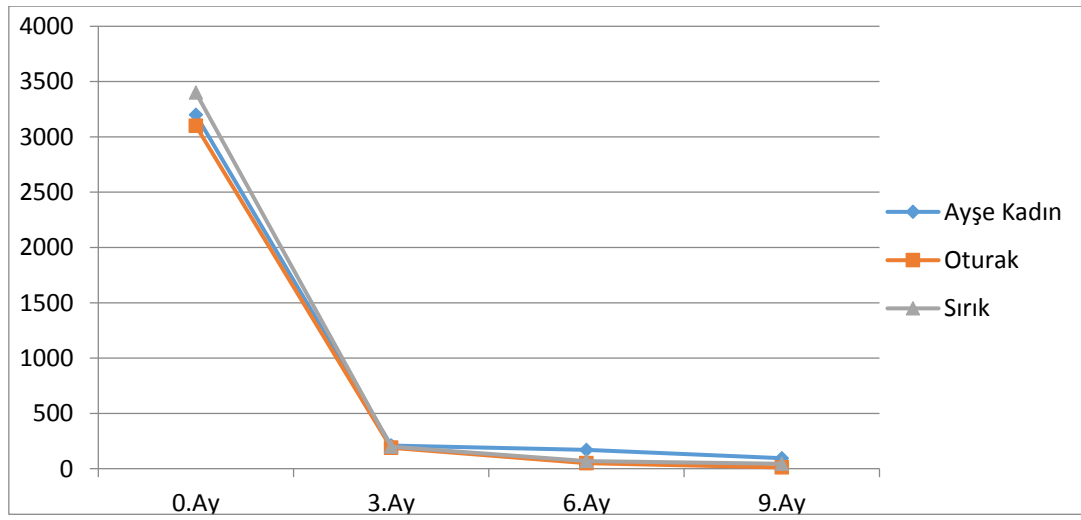
Dondurulmuş meyve ve sebzelerde meydana gelen tekstürel değişimler, kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlar sonucu oluşmaktadır. Bu reaksiyonlar bitki hücresi duvarının yapısında bulunan pektin, hemiselüloz ve selüloz gibi birleşiklerin parçalanmasından dolayı oluşmaktadır. Donma sırasında oluşan buz kristallerinin boyutları ve hücre içindeki bulunduğu yer hücre duvarı açısından önemlidir. Çünkü buz kristallerinden dolayı meydana gelen enzimatik ve kimyasal reaksiyonlar hücre duvarında mekanik bir zarara neden olmaktadır. Donmuş gıdaların depolanması sırasında meydana gelen rekristalizasyon nedeniyle de tekstürel değişimler meydana geldiği bilinmektedir (Demiray ve Tülek 2010). Dondurma yöntemleri açısından kuvvet değerleri istatistiki olarak farksız bulunmuşken, sertlik yönünden farklı bulunmuştur.

4.3. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı

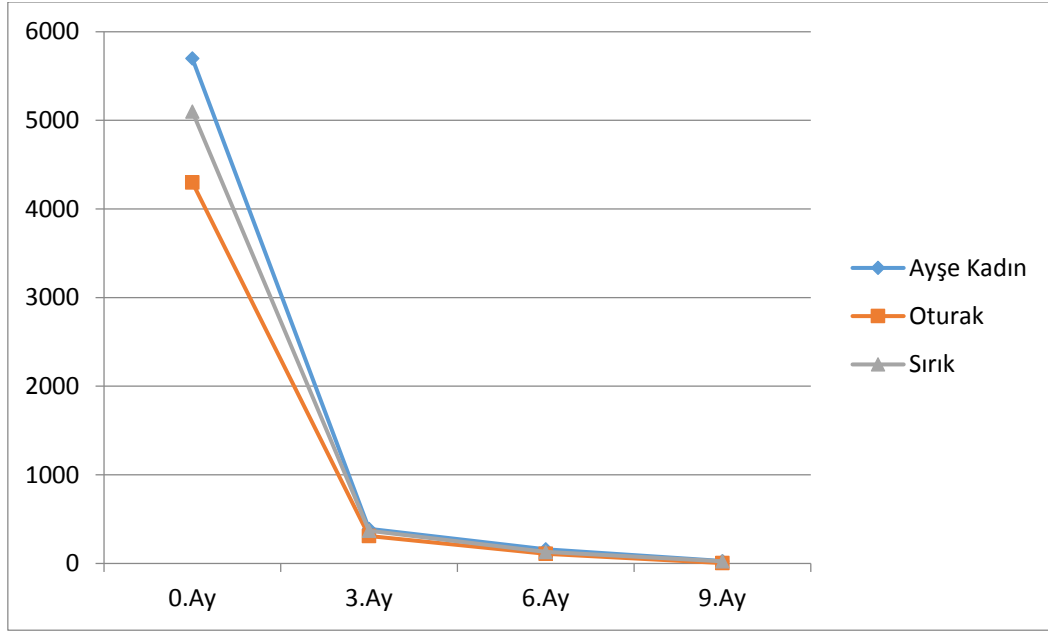
Çizelge 4.13' de dondurulmuş fasulyelerin toplam mezofilik aerobik bakteri sayım sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.13. Dondurulmuş fasulyelerin depolama sürelerine göre toplam mezofilik aerobik bakteri ortalama sonuçları.

| Depolama Süresi | Ayşe Kadın | Oturak | Sırık |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Derin | | | |
| Dondurulmuş | | | |
| 0. Ay | $3,2 \times 10^3$ | $3,1 \times 10^3$ | $3,4 \times 10^3$ |
| 3. Ay | $2,1 \times 10^2$ | $1,9 \times 10^2$ | 2×10^2 |
| 6. Ay | $1,7 \times 10^2$ | $0,5 \times 10^2$ | $0,7 \times 10^2$ |
| 9. Ay | 95 | 12 | 45 |
| IQF | | | |
| 0. Ay | $5,7 \times 10^3$ | $4,3 \times 10^3$ | $5,1 \times 10^3$ |
| 3. Ay | $3,9 \times 10^2$ | $3,1 \times 10^2$ | $3,7 \times 10^2$ |
| 6. Ay | $1,6 \times 10^2$ | $1,1 \times 10^2$ | $1,3 \times 10^2$ |
| 9. Ay | 27 | 5 | 25 |



Şekil 4.37 Ev tipi derin dondurulmuş fasulyelerde depolama sürecine göre toplam mezofilik aerobik bakteri ortalamaları.



Şekil 4.38 IQF Dondurulmuş fasulyelerde depolama sürecine göre toplam mezofilik aerobik bakteri ortalamaları.

Sonuçlar incelendiğinde literatür sonuçlarıyla paralellik gösterdiği görülmektedir. IQF dondurulmuş fasulyelerin ilk dondurulduklarında derin dondurulmuş fasulyelere göre toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı fazla bulunmuştur. Bunun sebebinin IQF dondurma işlemi sırasında bulaşının olması olduğu düşünülmektedir. Depolama süreci boyunca tüm fasulyelerdeki toplam mezofilik aerobik bakteri sayısında azalma görülmüştür.

Abaylu (1992) dondurarak muhafaza edilen bazı meyve ve sebzelerin depolama sürecindeki mikrobiyolojik değişimler çalışmasında 9 aylık depolama sürecinde toplam mezofilik aerobik bakteri sayısında azalma olduğunu tespit etmiştir.

Duman ve Evliya (2002)'nin çalışmasında dondurulmuş gıdaların toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı yapılmıştır. Farklı 10 fasulyede yapılan analizde $0.8 \times 10^3 - 2.9 \times 10^3$ kob/g arasında sonuç bulunmuştur. Fasulyelerin toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı ortalaması 2.1×10^3 kob/g bulunmuştur.

4.4 Koliform Bakteri Sayımı

IQF ve derin dondurulmuş fasulyelerin koliform bakteri analizi yapılmış olup bakteri üremesi gözlenmemiştir. Bu sonuç dondurulmuş fasulyelere fekal bulaşmanın olmadığını göstermektedir.

Duman ve Evliya (2002)'nin çalışmasında koliform bakteri içerikleri bakımından sebze örneklerinin hiçbirinde üreme meydana gelmemiştir. Bu durum haşlanarak dondurulmuş sebzelerde herhangi bir fekal bulaşmanın olmadığını göstermektedir. Bunun yanında sebzelerin patojen mikroorganizmaları da içermemeleri gerekmektedir. Gıda endüstrisinin tüm alanlarında olduğu gibi sanitasyonun sağlanması için gerekli şartların yerine getirilmesi oldukça önem kazanmaktadır.

Acar (1981)' e göre derin dondurulmuş besinlerde bulunan mikroorganizmaların vejetatif hücre ve spor sayılarında başlangıca oranla %90-99 oranla bir azalma görülmekle birlikte tam bir sterilize hiçbir zaman olmamıştır. Bu nedenle derin dondurulmuş besinler çözüldükten sonra hemen tüketilmelidir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Afyonkarahisar ilinde yetiştirilen 3 farklı çeşit taze fasulyelerin IQF yöntemi ile dondurulması ve derin dondurulmasını takiben -18 °C' de 9 ay depolama sürecinde kimyasal, fiziksel, tekstürel ve mikrobiyolojik özellikleri incelenmiş ve aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

1. Fasulye çeşitlerinin kuru madde sonuçlarına bakıldığında taze fasulyelere göre dondurulmuş fasulyelerde belirgin bir düşüş gözlenmiştir. Depolama süreci boyunca da bir artış saptanmıştır. Bunun sebebinin fire (ağırlık) kaybı olduğu düşünülmektedir. IQF ve derin dondurulmuş fasulyeler arasında kuru madde miktarı sonuçları incelendiğinde fark bulunmamıştır. Bölgemizde yetişen taze fasulyelerin kuru madde içerikleri literatür verilerinden az fazla, kül miktarları yakın ve yine protein miktarları da benzerlik arz etmiştir.
2. Yapılan kül analizinde taze fasulyeler ile dondurulmuş fasulyeler karşılaştırıldığında kuru madde analizinde olduğu gibi bir azalma meydana gelmiştir. Çeşitler kül analizi açısından karşılaştırıldığında farklar istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. 9 aylık depolama süreci içerisinde kül analizi sonuçlarında dalgalanmalar olduğu görülmüştür. IQF ve derin dondurulmuş fasulyeler arasında kül analizi sonuçları incelendiğinde istatistiksel olarak fark önemli bulunmuştur.
3. Yağ analizinde taze fasulyeler ile dondurulmuş fasulyeler karşılaştırıldığında dondurulmuş fasulyelerdeki yağ miktarı daha fazla bulunmuştur. Depolanma sürecinde de süre sonuna doğru dalgalanmalarla birlikte artış gözlenmiştir. IQF ve derin dondurulmuş fasulyeler arasında yağ analizi sonuçları incelendiğinde istatistiksel olarak fark önemli bulunmuştur.
4. Fasulye çeşitlerinin protein analizi sonuçlarına bakıldığında taze fasulyelere göre dondurulmuş fasulyelerde belirgin bir düşüş gözlenmiştir. Fasulye çeşitlerinin kendi içlerindeki farkları da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Depolama

sürecinde dalgalanmalar ile birlikte protein miktarında azalma görülmüştür. IQF yöntem ile dondurulmuş fasulyeler ile derin dondurulmuş fasulyelerdeki protein miktarı benzer bulunmuş ve istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Bu durum her iki yöntemle dondurulan fasulyeler arasında farkların olmadığını göstermektedir. Dondurma çeşitleri arasındaki fark bakımından besin içerikleri analizlerinde sadece kül ve yağ istatistiksel olarak farklılık göstermiş, kuru madde, protein ve pH değerlerinde fark görülmemiştir. Kimyasal analiz sonuçlarına bakıldığında besin maddeleri depolama süresine göre istatistiksel olarak önemli değişimlere uğramıştır. Bu durum depolamanın başta su kaybı ile ilişkili kuru madde ve buna bağlı diğer besin öğelerini etkilediği düşünülmektedir.

5. Taze fasulyelerin dondurulmadan önce ve sonra pH ölçümleri yapılmış ve düşüş olduğu sonucuna varılmıştır. Fasulye çeşitlerinin kendi aralarındaki pH değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Depolama süreci boyunca pH değerlerinde iniş çıkışlar olmuş ve değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Derin dondurulmuş fasulyeler ve IQF yöntem ile dondurulmuş fasulyelerin pH değerlerine bakıldığında birbirine çok yakın bulunmuş ve değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Sonuç olarak her iki yöntem ile dondurulan fasulyeler arasında fark olmadığı görülmektedir.
6. Fasulyelerin renk ölçümleri yapılmış olup çeşitlere göre L, a ve b değerlerinde farklılık görülmüştür. Dondurulmuş fasulyelerin tüm L, a ve b değerleri tazelerin L, a ve b değerlerinden düşüktür. Bu durum parlaklığın, yeşilliğin ve sarılığın düştüğünü göstermektedir. Depolama süreci boyunca tüm L, a ve b değerlerinde iniş ve çıkışlar gözlenmiştir ve tüm değerler kendi arasında incelendiğinde farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Derin dondurulmuş fasulyeler ve IQF yöntem ile dondurulmuş fasulyelerde L, a ve b değerleri incelendiğinde L ve b değerlerinin birbirine çok yakın olduğu ve aralarındaki farkların istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur. Derin dondurulmuş fasulyeler ve IQF yöntem ile dondurulmuş fasulyelerde a değeri arasındaki farklar önemli

bulunmuştur ve IQF yöntem ile dondurulmuş fasulyelerde a değeri daha yüksek çıkmıştır. Bu durum IQF yöntem ile dondurulan fasulyelerin daha yeşil olduğunu göstermektedir. Sonuçlarda oluşan farkların çeşit farkı, dondurma şartları ve dondurma sürelerinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir

7. Taze fasulyelere uygulanan kuvvet dondurulmuşlara göre fazla bulunmuştur ve taze fasulyelerin sertlik değerleri dondurulup çözündürülen fasulyelerden daha düşük bulunmuştur. Fasulyelerin tekstür sonuçları incelendiğinde dondurulmuş ayşe kadın, oturak ve sırık çeşitleri arasında farklı iki prob kullanılarak yapılan analizde çıkan sonuçlar arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Depolama sürecinde kuvvet sonuçları benzer çıkmıştır ve aralarındaki farkların istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur. Sertlik değerleri depolama sürecinde birbirinden farklı bulunmuştur ve bu değerler 9. aya kadar azalma göstermiştir. IQF yöntem ile ve derin dondurulmuş fasulyelerde kuvvet değerleri, derin dondurulmuşta daha fazla çıkmıştır. Sertlik analizinde fasulyeler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur. Bunun sonucunda her iki yöntem arasında farkın olmadığı görülmektedir.
8. IQF dondurulmuş fasulyelerin ilk dondurulduklarında derin dondurulmuş fasulyelere göre toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı fazla bulunmuştur. Bunun sebebinin IQF dondurma işlemi sırasında bulaşmanın olması olduğu düşünülmektedir. Depolama süreci boyunca tüm fasulyelerdeki toplam mezofilik aerobik bakteri sayısında azalma görülmüştür.
9. IQF ve derin dondurulmuş fasulyelerin koliform bakteri analizi yapılmış olup bakteri üremesi gözlenmemiştir. Bu sonuç dondurulmuş fasulyelere fekal bulaşmanın olmadığını göstermektedir.
10. Yapılan analizlerde fasulye çeşitleri arasında ve depolama süreci boyunca çoğu analizlerde belirgin farklar görülürken derin dondurulmuş fasulyeler ve IQF yöntem ile dondurulmuş fasulyelerin değerlerine bakıldığında birbirine çok yakın bulunmuş ve değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

6. KAYNAKLAR

- Abaylu, N., Başoğlu, F., Dondurarak Muhafaza Edilen Bazı Meyve ve Sebzelerin Mikrobiyolojisi ve Depolama Sürecindeki Değişmeleri Üzerine Araştırmalar. *Gıda*, **17**: 291-301.
- Acar, J., (1981). Bitkisel Besinlerin Dondurularak Saklanması. *Gıda*, **6**: 19-21.
- Acosta- Gallegos, J. A., Kelly, J. D., Gepts, P., (2007). Prebreeding in common bean and use of genetic diversity from wild germplasm. *Crop Science Society of America*, **47**: 44-59.
- Akbay C., Candemir S., Orhan E., (2005). Türkiye’ de Yaş Meyve ve Sebze Ürünleri Üretim ve Pazarlaması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, **8**: 96-107.
- Anonim, (2005). Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. Ed: A. K. Halkman, Başak Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara.
- Anonim, (2008). Fasulye Yetiştiriciliği. Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, Gıda Teknolojisi, Ankara.
- Anonim, (2009). Dondurulmuş Sebze ve Meyve Üretimi. Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, Gıda Teknolojisi, Ankara.
- AOAC (1980) Official Methods of Analysis 13 th Ed. Association of Official Agricultural Chemists, Washington D.C.
- Bilişli, A., Erhan, M., Yelken, M. (1982). Çanakkale Yöresinde Yetiştirilen Bezelye ve Taze Fasulyenin Konserve ve Dondurarak Muhafaza Şekillerinin Karşılaştırılması. *Gıda*, **7**: 103-108.
- Birlik, P., (2014). Dondurulmuş Bezelye Ve Taze Fasulye Üretiminde Peroksidaz Ve Lipoksigenaz Enzimlerinin Haşlama Ve Depolama Sırasındaki Değişimleri. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Casanas, F., Pujola, M., Castillo, M., Almirall, A., Sanchez, E., Nuez, F. (2006). Variability in Some Texture Characteristics and Chemical Composition of Common Beans (*Phaseolus Vulgaris* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **86**: 2445–2449.

- Cemeroğlu, B., Yemenicioğlu, A., Özkan, M. (2009). Meyve ve Sebzelerin Bileşimi. In: Cemeroğlu, B., Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi 1, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Ankara, 1-217.
- Cemeroğlu, B. (2009). Meyve ve Sebzelerin Dondurularak Muhafaza Edilmesi. In: Cemeroğlu, B., Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi 2, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Ankara, 1-217.
- Cemeroğlu, B., (2010). Gıda Analizleri, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, 2. Baskı, Ankara, Türkiye.
- Cemeroğlu, B., (2013). Gıda Mühendisliğinde Temel İşlemler, Bizim Grup Basımevi Yayınları, 3. Baskı, Ankara, Türkiye.
- Çirka, M. (2012). Doğu Anadolu'nun Güneyinde Yetiştirilen Taze Fasulye (*Phaseolus Vulgaris* L.) Gen Kaynaklarının Toplanması ve Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Çurkan, A., Tamer, C., Çopur, Ö., (2012). Dondurulmuş Meyve - Sebze İhracatının Analizi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **1**: 73-82.
- Deligöz, İ. (2007). Samsun İlinde Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Alanlarında Enfeksiyon Oluşturan Bean common mosaic virus (BCMV) ve Bean common mosaic necrosis virus (BCMNV)'un Irklarının Belirlenmesi ve Bazı Fasulye Çeşitlerinin BCMV ve BCMNV'ye Karşı Dayanıklılık Düzeylerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Demir, C. (2011). Ordu İlinde Yetişen Taze Fasulye (*Phaseolus Vulgaris* L.) Tiplerinde Karakterizasyonun Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Demiray, E., Tülek, Y., (2010). Donmuş Muhafaza Sırasında Meyve ve Sebzelerde Oluşan Kalite Değişimleri. *Akademik Gıda*, **8**: 36-44.
- Duman, A., Evliya, B., (2002). Bazı Dondurulmuş Sebzelerin Mikrobiyal Florasının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, **5**:153-159
- Hekimoğlu, B., Altindeğer, M., (2012). Samsun' da Dondurulmuş Gıda Sektör

- Potansiyeli. T.C. Samsun Valiliği Gıda Tarım Ve Hayvancılık İl Müdürlüğü, Samsun.
- Hekimoğlu, B., Altındağ, M., (2015). Samsun İlinde Sebze Üretim Sektörü. T.C. Samsun Valiliği Gıda Tarım Ve Hayvancılık İl Müdürlüğü, Samsun.
- Hung, Y., Thompson, D. (1989). Changes in Texture of Green Peas of During Freezing and Frozen Storage. *Journal of Food Science*, **54**: 96-101.
- Keskin, G., 2002. Dondurulmuş Gıda. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü (TEAE Bakış). Ankara.
- Kıvanç, M., Yılmaz, M. (2009). Gıdaların Dondurularak, Soğutularak ve Işınlıyarak Muhafazası. In: Sarıözlü, N., Alanyalı,F., Güven, A., Kıvanç, M., Yılmaz, M., Demirel, R., Güven, K., Mutlu, M., Gıda Muhafaza, TC. Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir, 2-225.
- Küleççi, M., Topaloğlu, A. ve Aksoy, A., (2006). Dondurulmuş gıda tüketimini etkileyen sosyo-ekonomik özelliklerin belirlenmesi, Erzurum ili örneği. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **37**: 91-101.
- Lisiewska, Z., Kmiecik, W., Supski, J., (2004). Contents of chlorophylls and carotenoids in frozen dill: effect of usable part and pre-treatment on the content of chlorophylls and carotenoids in frozen dill (*Anethum graveolens* L.), depending on the time and temperature of storage. *Food Chemistry*, **84**: 511–518.
- Martinez, C., Ros, G., Periago, M., Ortuno, J., Lopez, G., Rincon, F. (1998). In Vitro Protein Digestibility and Mineral Availability of Green Beans (*Phaseolus vulgaris* L) as Influenced by Variety and Pod Size. *J Sci Food Agric* **77**: 414-420.
- Müftügil, N., Yiğit, V. (1984). Haşlanarak ve Haşlanmadan Dondurulan Bazı Sebzelerdeki Kalite Değişimleri. *Gıda*, **9**: 357-362.
- Müftügil, N. (1985). Karnabaharın Farklı Koşullarda Haşlanması ve Dondurulmasının Fiziksel ve Kimyasal Yapısı Üzerindeki Etkisi. *Gıda*, **10**: 123-127.
- Martins, R., Lopes, I., Silva, C. (2005). Accelerated Life Testing of Frozen Green Beans (*Phaseolus vulgaris*, L.) Quality Loss Kinetics: Colour and Starch. *Journal of Food Engineering*, **67**: 339-346.

- Pajula, M., Farreras, A. and Casanas, F. (2007). Protein and Starch Content of raw, soaked and cooked beans (*Phaseolus vulgaris L.*). *Food Chemistry*, **102**: 1034-1041.
- Şahin, F. H., Aktas, T., Orak, H., & Ulger, P. (2011). Influence of pretreatments and different drying methods on color parameters and lycopene content of dried tomato. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, **17**: 867-881.
- Sarıözlü, N., Alanyalı, F. (2009). Bitkisel Ürünlerde Muhafaza Yöntemleri. In: Sarıözlü, N., Alanyalı, F., Güven, A., Kıvanç, M., Yılmaz, M., Demirel, R., Güven, K., Mutlu, M., Gıda Muhafaza, TC. Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir, 2-225.
- Sözen, Ö. (2006). Artvin İli Yerel Fasulye (*Phaseolus vulgaris L.*) Populasyonlarının Toplanması, Tanımlanması Ve Morfolojik Varyabilitesinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Sürel, C. (2012). Bazı Sebzelerde Dondurma ve Donmuş Muhafaza Sürecinde Askorbik Asit β -karoten ve Tekstürel Değişimlerin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Tülek, Y., Gökalp, H., Özkal, S. (1999). Gıdaların Donma ve Çözülme Zamanlarının Belirlenmesinde Kullanılan Tahmin Metotları I. Basit Eşitlikler. *Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **5**: 943-950.
- Yönlü, T. (2004). Türkiye’de Dondurulmuş Gıda Sektörü: Yapı, Performans Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya.
- Yurdagel, Ü., Müftügil, M. (1984). Dondurma İşleminin Bazı Gıdalarda Yapı üzerine Etkileri ve Donma Süresinin Tayini. *Gıda*, **9**: 1-8.
- Yurtman, A. (2003). Dondurulmuş Gıda Sektör Raporu, İstanbul Ticaret Odası Etüt ve Araştırma Şubesi, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Gizem ÇAYLI
Doğum Yeri ve Tarihi : 20.08.1988
Yabancı Dili : İngilizce
İletişim (Telefon/e-posta) :05415535354 / gzmcaqli@gmail.com

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Afyon Fatih Lisesi (YDA) (2002-2006)
Lisans : Akdeniz Üniversitesi (2007-2012)
Yüksek Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi (2012-2015)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : GOSB- Tadım Jale Yücel Mesleki ve Teknik
Anadolu Lisesi Kocaeli/Çayırova (2014-Devam
ediyor)