

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI HAŞLAMA YÖNTEMLERİ İLE HAŞLANAN
BROKOLİLERDE ASKORBİK ASİT, RENK VE TEKSTÜR
ÖZELLİKLERİNDEKİ DEĞİŞİMİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ESRA GENÇDAĞ

DENİZLİ, ARALIK - 2017

T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



**FARKLI HAŞLAMA YÖNTEMLERİ İLE HAŞLANAN
BROKOLİLERDE ASKORBİK ASİT, RENK VE TEKSTÜR
ÖZELLİKLERİNDEKİ DEĞİŞİMİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ESRA GENÇDAĞ

DENİZLİ, ARALIK - 2017

KABUL VE ONAY SAYFASI

ESRA GENÇDAĞ tarafından hazırlanan “FARKLI HAŞLAMA YÖNTEMLERİ İLE HAŞLANAN BROKOLİLERDE ASKORBİK ASİT, RENK VE TEKSTÜR ÖZELLİKLERİNDEKİ DEĞİŞİMİN İNCELENMESİ” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 14 Aralık 2017 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman

Prof. Dr. Yahya TÜLEK

Üye

Prof. Dr. Mehmet İNAN

Akdeniz Üniversitesi

Üye

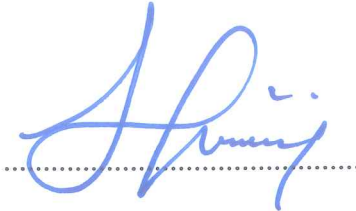
Yrd. Doç. Dr. İlyas ÇELİK

Pamukkale Üniversitesi





Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 27.12.2017 tarih ve 51/19.... sayılı kararıyla onaylanmıştır.



Prof. Dr. Uğur YÜCEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tez alışması PAUBAP tarafından 2013FBE031 nolu proje ile desteklenmiştir.

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

ESRA GENÇDAĞ



ÖZET

**FARKLI HAŞLAMA YÖNTEMLERİ İLE HAŞLANAN BROKOLİLERDE
ASKORBİK ASİT, RENK VE TEKSTÜR ÖZELLİKLERİNDEKİ
DEĞİŞİMİN İNCELENMESİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ESRA GENÇDAĞ
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. YAHYA TÜLEK)**

DENİZLİ, ARALIK - 2017

Bu çalışmada, brokoliye uygulanan farklı haşlama yöntemlerinin (geleneksel ve mikrodalga) ve farklı bileşimdeki (suda; 0.2 g/100 ml ve 0.5 g/100 ml sitrik asit çözeltisi) haşlama sularının; askorbik asit, renk ve tekstür üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Geleneksel haşlama suda ve sitrik asit çözeltileriyle, mikrodalgada haşlama ise üç farklı güçte (350 W, 450 W, 550 W) olup, suda ve sitrik asit çözeltileriyle gerçekleştirilmiştir.

Brokolilerde meydana gelen renk değişimine göre, mikrodalga haşlamanın geleneksel haşlamaya kıyasla rengi daha iyi koruduğu ve sitrik asit uygulamasının renk üzerine olumlu etki yaptığı görülmüştür. Bunun yanı sıra, geleneksel haşlamada tekstür, mikrodalga haşlamaya göre daha iyi korunmuştur. Nitekim geleneksel haşlamada tekstürde ortalama %9.32 seviyesinde bir kayıp ortaya çıkarken, mikrodalga haşlamada bu kayıp ortalama %23.43 seviyesinde gerçekleşmiştir. Mikrodalga haşlamada tekstürel kayıp miktarı mikrodalgada uygulanan güç seviyesiyle artmıştır. Yine sitrik asit uygulamasının tekstürel yapıyı olumlu etkilediği görülmüştür. Ayrıca yüksek sitrik asit konsantrasyonu ile düşük mikrodalga gücünde yapılan haşlama işleminin taze brokoliye en yakın sonuçları verdiği saptanmıştır.

Uygulanan haşlama işlemleri askorbik asit miktarında belirgin şekilde düşüşe neden olmuştur. Mikrodalgayla yapılan haşlamanın normal haşlamaya kıyasla askorbik asit miktarını daha iyi koruduğu belirlenmiştir. Mikrodalga ile haşlamada askorbik asit seviyesinde %14.5; geleneksel haşlamada %19.3 oranında azalma olmuştur. Geleneksel haşlama işleminde sitrik asit uygulamasının etkisi önemsizken, mikrodalga ile yapılan haşlamada kalite üzerine daha olumlu sonuçlar verdiği görülmüştür. Farklı güçlerdeki mikrodalga işlemi kıyaslandığında güç miktarı azaldıkça askorbik asit miktarının daha iyi korunduğu saptanmıştır. Bunun nedeni olarak güç miktarının azalmasıyla haşlama suyuna geçen askorbik asit miktarının doğru orantılı olarak arttığı düşünülmüştür.

ANAHTAR KELİMELELER: Farklı Haşlama Yöntemleri, Brokoli, Askorbik Asit, Tekstürel Değişim, Renk Değişimi

ABSTRACT

INVESTIGATION OF CHANGES IN ASCORBIC ACID, COLOUR AND TEXTURE PROPERTIES OF BROCCOLIES BLANCHED BY VARIOUS METHODS

MSC THESIS

ESRA GENÇDAĞ

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR:PROF. DR. YAHYA TÜLEK)

DENİZLİ, DECEMBER 2017

In this study, we investigated the effects of different blanching methods (conventional and microwave) and different components (water, 0.2 g/100 ml and 0.5 g/100 ml citric acid solution) on ascorbic acid, color and texturing. Conventional blanching was applied with boiled water and citric acid solutions, and the microwave blanching was applied in three different powers (350 W, 450 W, 550 W) with water and citric acid solutions.

According to the color change in the broccoli, the microwave boiling preserved the color better than traditional boiling, and the citric acid application had a positive effect on the color. Beside this, the textures were better preserved than traditional microwave cooking. As a matter of fact, a loss of 9.32% on the average textured with traditional blanching occurred, while the average loss in the microwave blanching was 23.43%. In the microwave, the amount of textural loss is increased by the power level applied in the microwave. It was also found that the application of citric acid positively affected the textural structure. It was also found that the high citric acid concentration and the low microwave power caused the closest results to the fresh broccoli.

Blanching process caused a significant decrease in the amount of ascorbic acid. Microwave blanching showed better preservation of the amount of ascorbic acid compared to conventional blanching. Ascorbic acid decrease were 14.5% and 19.3% after microwave and conventional boiling, respectively. The citric acid solution was found to be more effective in boiling in the microwave than in the traditional boiling process. Compared with microwave treatment at different powers, the amount of ascorbic acid was found to be better preserved as the amount of power decreased. It is thought that the amount of ascorbic acid passing through the boiling water increases proportionally with the decrease in the amount of power.

KEYWORDS: Different Blanching Methods, Broccoli, Ascorbic Acid, Textural Changes, Colour

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ	vi
SEMBOL LİSTESİ	vii
ÖNSÖZ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR BİLGİSİ	3
2.1 Gıda Muhafaza Yöntemleri	3
2.2 Gıdalarda Dondurarak Muhafaza Yöntemi	4
2.2.1 Dondurma Öncesi Uygulanan Ön İşlemler.....	4
2.3 Haşlama İşleminin Önemi	5
2.4 Gıdalara Uygulanan Farklı Haşlama Yöntemleri	6
2.4.1 Geleneksel Haşlama Yöntemi.....	6
2.4.2 Buharla Haşlama Yöntemi.....	7
2.4.3 Mikrodalga Haşlama Yöntemi.....	7
2.5 Haşlama İşleminde Kullanılan Maddeler	8
2.5.1 Su	8
2.5.2 Organik Asit Çözeltileri.....	8
2.5.2.1 Sitrik Asit Çözeltisi.....	8
2.5.2.2 Askorbik Asit Çözeltisi.....	8
2.6 Haşlama İşlemi Sırasında Gıdalarda Meydana Gelen Değişimler	9
2.6.1 Kimyasal Değişimler	9
2.6.2 Renk Değişimleri	9
2.6.3 Biyokimyasal Değişimler	10
2.6.3.1 Besin Değeri Kayıpları.....	10
2.6.3.2 Vitamin Kayıpları.....	10
2.7 Gıdaların Haşlanması İle İlgili Çalışmalar	11
3. MATERYAL VE METOT	18
3.1 Materyal.....	18
3.1.1 Kullanılan Kimyasallar	18
3.1.2 Kullanılan cihazlar	18
3.1.2.1 Mikrodalga Fırın	18
3.1.2.2 Su Banyosu	19
3.1.2.3 Tekstür Cihazı	20
3.1.2.4 Renk Ölçüm Cihazı	21
3.1.2.5 HPLC (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi) Cihazı.....	22
3.2 Metot	23
3.2.1 Brokolinin Temini ve Haşlama İşlemi İçin Hazırlanması	23
3.2.2 Haşlama Sıcaklığı ve Süresinin Belirlenmesi	24
3.2.2.1 Normal Haşlama İşleminde Sıcaklık ve Sürenin Belirlenmesi	24
3.2.2.2 Mikrodalga Haşlama İşleminde Güç ve Sürenin Hesaplanması	25

3.2.2.3	Haşlama İşleminde Uygulanan Mikrodalga Gücünün Belirlenmesi	25
3.2.3	Renk Değişimlerinin İncelenmesi.....	26
3.2.4	Tekstürel Değişimlerin İncelenmesi	27
3.2.5	Askorbik Asit (C Vitamini) Değişimlerinin Belirlenmesi.....	27
3.2.5.1	Ekstraksiyon.....	27
3.2.5.2	Tanımlama ve Hesaplama	28
3.2.5.3	Kromatografi Koşulları	28
3.2.6	İstatistiksel Değerlendirmeler	29
4.	ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	30
4.1	Farklı Haşlama Metotlarının Brokoli Üzerindeki Etkisi	30
4.1.1	Renk Değişimi	30
4.1.1.1	L Değeri Değişimi.....	30
4.1.1.2	a Değeri Değişimi	33
4.1.1.3	b Değeri Değişimi	36
4.1.2	Tekstürel Değişimler.....	37
4.1.3	Askorbik Asit Miktarındaki Değişimler	39
4.2	Kullanılan Farklı Haşlama Çözeltilerinin Brokolinin Haşlanması Üzerindeki Etkileri	41
4.2.1	Renk Değişimi	41
4.2.1.1	L Değeri Değişimi.....	41
4.2.1.2	a Değeri Değişimi	44
4.2.1.3	b Değeri Değişimi	45
4.2.2	Tekstürel Değişimler.....	46
4.2.3	Askorbik Asit Miktarındaki Değişimler	48
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER	50
6.	KAYNAKLAR.....	53
7.	ÖZGEÇMİŞ	61

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1: Mikrodalga fırın genel görünümü.....	19
Şekil 3.2: Su Banyosu genel görünümü	20
Şekil 3.3: Tekstür Cihazının genel görünümü.....	20
Şekil 3.4: Hunter Lab renk skalası	21
Şekil 3.5: Hunter Lab cihazı genel görünümü	21
Şekil 3.6: HPLC cihazının genel görünümü	22
Şekil 3.7: Aynı boyutta kesilen brokolilerin genel görünümü	23
Şekil 3.8: Normal haşlama işlemi öncesinde brokolilerin genel görünümü	24
Şekil 3.9: Normal haşlama işlemi sırasında brokolilerin görünümü.....	25
Şekil 3.10: Tekstür analizi sırasında brokolinin görünümü	27
Şekil 4.11: Taze brokolide sap ve çiçek kısımlarının L, a, b değerleri	31
Şekil 4.12: Haşlama uygulamalarının L değeri üzerindeki değişimleri	32
Şekil 4.13: Mikrodalga uygulamasının L değeri üzerine etkisi	33
Şekil 4.14: Farklı haşlama yöntemlerinin a değeri üzerindeki değişimleri.....	34
Şekil 4.15: Mikrodalga uygulamalarının a değeri (sap) üzerine etkisi	35
Şekil 4.16: Mikrodalga uygulamalarının a değeri (çiçek) üzerine etkisi	36
Şekil 4.17: Farklı haşlama yöntemlerinin b değeri üzerine etkisi	37
Şekil 4.18: Farklı haşlama yöntemlerinin tekstürel özellikler üzerindeki etkisi	39
Şekil 4.19: Askorbik asit standart eğrisi	39
Şekil 4.20: Farklı haşlama yöntemlerinin askorbik asit miktarı üzerine etkisi	40
Şekil 4.21: Farklı haşlama çözeltilerinin L değeri (sap) üzerindeki etkisi.....	43
Şekil 4.22: Farklı haşlama çözeltilerinin L değeri (çiçek) üzerindeki etkisi.....	43
Şekil 4.23: Farklı haşlama çözeltilerinin a değeri (sap) üzerindeki etkisi	44
Şekil 4.24: Farklı haşlama çözeltilerinin a değeri (çiçek) üzerindeki etkisi	44
Şekil 4.25: Farklı haşlama çözeltilerinin b değeri (sap) üzerindeki etkisi	45
Şekil 4.26: Farklı haşlama çözeltilerinin b değeri (çiçek) üzerindeki etkisi	46
Şekil 4.27: Farklı haşlama çözeltilerinin sertlik değeri üzerindeki etkisi	47
Şekil 4.28: Farklı haşlama çözeltilerinin sertlik değeri üzerindeki değişimi	47
Şekil 4.29: Farklı haşlama çözeltilerinin askorbik asit değeri üzerindeki etkisi	49

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1: Brokolinin bileşimi (100 gram için) (Arın ve diğ. 2014)	1
Tablo 3.2: Mikrodalga fırının teknik özellikleri	19
Tablo 3.3: Hunter Lab renk skalasında kullanılan indislerin anlamları	22
Tablo 4.4: Taze brokolide sap ve çiçek kısımlarının L, a, b değerleri	30
Tablo 4.5: Haşlama işlemlerinden sonra brokolinin L değerleri ¹	32
Tablo 4.6: Mikrodalga uygulamaları sonucu L değerleri ¹	33
Tablo 4.7: Haşlama işlemlerinden sonra brokolinin a değerleri ¹	35
Tablo 4.8: Mikrodalga uygulamaları sonucu a değerleri ¹	36
Tablo 4.9: Haşlama işlemlerinden sonra brokolinin b değerleri ¹	37
Tablo 4.10: Haşlama işlemlerinden sonra brokolinin tekstür değeri ¹	38
Tablo 4.11: Haşlama işlemlerinden sonra brokolinin askorbik asit değeri ¹	41
Tablo 4.12: Haşlama işlemlerinden sonra brokolinin L değeri ¹	43
Tablo 4.13: Haşlama işlemlerinden sonra brokolinin a değeri ¹	45
Tablo 4.14: Haşlama işlemlerinden sonra brokolinin b değeri ¹	46
Tablo 4.15: Haşlama işlemlerinden sonra brokolinin askorbik asit değeri ¹	49

SEMBOL LİSTESİ

HPLC	:	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
L	:	Parlaklık değeri
a	:	Yeşillik değeri
b	:	Sarılık değeri
ÇYMW	:	Çok yüksek güç mikrodalga
YMW	:	Yüksek güç mikrodalga
OMW	:	Orta güç mikrodalga



ÖNSÖZ

“Farklı Haşlama Yöntemleri ile Haşlanan Brokolilerde, Askorbik Asit, Renk ve Tekstür Özelliklerindeki Değişimin İncelenmesi” konulu tez çalışmamın gerçekleştirilmesinde;

Değerli görüş ve katkılarıyla bana yol gösteren sayın danışman hocam Prof. Dr. Yahya TÜLEK’e

Çalışmam sırasında bana yardımcı olan Dr. Engin DEMİRAY’a ,

Projeyi maddi olarak destekleyen “Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi’ne” (BAP),

Ve emeği geçen herkese sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Esra GENÇDAĞ



1. GİRİŞ

Yapılan birçok çalışma, lahanagiller (*Brassicaceae*) familyasının düzenli olarak tüketilmesinin kanser riskini azalttığını göstermiştir (Leon ve diğ. 2013). *Brassicaceae* familyası dünya çapında endüstride kullanılan, ticari olarak geniş çaplı tüketilen ve ekonomik öneme sahip olan bir türdür (Francisco ve diğ. 2010). Özellikle bu familyaya ait olan brokoli (*Brassica oleracea L. Var. Italica*) içermiş olduğu bileşenlerin önemi sayesinde öne çıkmaktadır (Leon ve diğ. 2013).

Genellikle kışın tüketilen brokolinin, son yıllardaki üretim ve tüketimi hızlı bir artış göstermiştir (Keçebaş 2007). Brokoli; flavanol, glikozidler gibi biyolojik olarak aktif diyet bileşenlerinin; hidrosisinamik asitler, glukozinotlar gibi sülfür içeren bileşenlerin ve vitaminler, karotenoidler gibi besinsel antioksidanların önemli bir kaynağıdır (Zhang ve Hamauzu 2004). Brokolinin çeşit ve yetiştirme şartlarına göre bileşimi farklılık göstermekle birlikte ortalama bileşimi Tablo 1.1’de verilmiştir.

Tablo 1.1: Brokolinin bileşimi (100 gram için) (Arın ve diğ. 2014)

Bileşim Ögesi	Birim	Miktar
Protein	g	2.51
Şeker	g	1.67
C vitamini	mg	27.10
Kalsiyum	mg	35.7
Fosfor	mg	65.5
Potasyum	mg	322.7

Çoğu sebzenin mevsime bağlı olarak yetiştirilmesi ve kolay bozulmaya elverişli olması gıda muhafaza yöntemlerinin kullanılmasını gerekli kılmaktadır. Dondurarak muhafaza yöntemi gıdaların korunması ve uzun süreli muhafazasında en etkili yöntemlerden biri olarak öne çıkmaktadır (Martinez ve diğ. 2013).

Dondurulmuş ürünler; uzun raf ömrü, tazeye yakın fiziksel özellikler, besin değeri ve hazır kullanım gibi özelliklere sahip olduğu için oldukça sık tüketilmektedir (Gonçalves ve diğ. 2010). Ayrıca günümüzde çoğu insan her gün taze sebze hazırlayacak zaman bulamamakta ve bu nedenle dondurulmuş sebze tüketimini tercih etmektedir. Bu da son yıllarda dondurulmuş sebze tüketiminin artmasına neden olmuştur (Mazzeo ve diğ. 2011).

Dondurmadan önce sebzelere ön işlem olarak genellikle haşlama işlemi uygulanır. Haşlama işlemi ile dondurma sürecinde besleyici ve organoleptik özelliklerde kayıplar ortaya çıkar. Yüksek sıcaklığa duyarlı gıda bileşenleri kaybolabilir ya da haşlama suyunda çözünerek gıdadan uzaklaşabilir. Yapılan kontrollü haşlama işlemi ile işlenmiş gıdada vitamin ve besin maddelerinin korunması sağlanabilir (Martinez ve diğ. 2013). Sebzelere uygulanan haşlama yönteminin, sebzelerin besin değerlerini ve fiziksel özelliklerini önemli ölçüde etkilediği görülmüştür (Lin ve Chang 2005). Uygun haşlama işlemi ile proseste meydana gelebilecek istenmeyen değişimler engellenir (Gökmen ve diğ. 2005).

Ayrıca haşlama işleminin enzimlerin inaktif edilmesi, mikrobiyolojik yükün azaltılması, paketlenmede kolaylık sağlanması ve sebzelerin yüzeyinin temizlenmesi gibi olumlu etkileri de bulunmaktadır (Patras ve diğ. 2011). Haşlama işlemi farklı yöntemlerle gerçekleştirilebilir. Bunlardan en yaygını suda yapılan klasik haşlamadır. Fakat günümüzde yeni tekniklerde denenmektedir (Bahçeci ve diğ. 2005). Bunlardan bazıları; buharda haşlama, mikrodalgada haşlama ve radyo frekansı gibi uygulamalardır (Vina ve diğ. 2007).

Haşlama ortamına ilave edilecek bazı organik asitler, haşlama süresince besin değerlerinin ve kalitenin korunmasına yardımcı olabilmektedir. Bunların bazıları rengi iyileştirmede kullanılır ve son üründe kaliteyi maksimum derecede korur. Sitrik asit ve askorbik asit en yaygın kullanılan organik asitlerdendir. Askorbik asit çok iyi bir antioksidan; sitrik asit ise iyi bir antioksidan olmanın yanında istenmeyen enzimleri de inaktive ederek üründe belli bir niteliğin korunmasına da yardımcı olur (Martinez ve diğ. 2013).

Bu çalışmada, brokolilere farklı haşlama yöntemleri ve haşlama işlemiyle beraber yapılan organik asit muamelesinin brokolinin renk, tekstür, askorbik asit içeriğinde meydana getirebileceği değişimler araştırılmış ve minimum kayıpların meydana geldiği yöntemin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR BİLGİSİ

2.1 Gıda Muhafaza Yöntemleri

İnsanlar gıdalarını uzun süre muhafaza edebilmek için çeşitli yöntemler geliştirmişlerdir. Gelişen teknoloji ile birlikte, muhafaza yöntemleri de gelişmiş ve çeşitlilik kazanmıştır. Gıdalarda yaygın olarak uygulanan kurutma, konserveleme, asit, tuz ve şeker konsantrasyonlarını arttırarak muhafaza gibi yöntemler arasında kalitenin en iyi korunduğu dondurarak muhafaza yöntemi ayrı bir öneme sahiptir. Diğer yöntemlerde meydana gelen kayıplar, özellikle de vitamin kayıpları oldukça yüksektir. Dondurarak muhafaza yönteminde ise bu tür besin kayıpları yaklaşık % 1-3 gibi minimum düzeyde tutulabilmektedir (Çurkan ve diğ. 2012).

Dondurarak muhafaza yöntemi, uzun depolama sürecinde ürünün kalitesini korumak için kullanılır ve enzimatik bozulma, kimyasal bozulma ve mikrobiyal büyüme gibi tepkimelerinde yavaşlamasını sağlar (Bahçeci ve diğ. 2005). Birçok gıda (meyve, sebze, et, su ürünleri, unlu mamuller, vb.) dondurularak muhafaza edilmesine rağmen, dondurulmuş gıda denildiği zaman tüm dünyada ve Türkiye’de akla ilk olarak dondurulmuş meyve ve sebzeler gelmektedir (Çurkan ve diğ. 2012).

Meyve ve sebzeler, zararlı serbest radikallere karşı koruma sağlayan ve kardiyovasküler hastalık, kanser, diyabet, Alzheimer hastalığı, katarakt gibi düşük kronik hastalık riskiyle güçlü bir şekilde ilişkili olan birçok antioksidan bileşen içermiş olup, insan sağlığı açısından tüketilmesi gerekli olan doğal antioksidanlar için de önemli kaynaklardır (Zhang ve Hamauzu 2004).

Ülkemizde çok çeşitli meyve ve sebze bulunmaktadır. Bu çeşitlilik taze tüketime yönelik üretimin yanı sıra, farklı şekillerde işlemeye yönelik üretimin de gelişmesinde etkili olmuştur (Pezikoğlu 1999). Aynı zamanda yapılarında yaklaşık olarak %95 oranında su bulunan meyve ve sebzelerin tüketim aşamasına kadar geçen süreçte çeşitli muhafaza yöntemleri ile dayanıklı hale getirilmeleri gerekir. Bozulmaya neden olan mikrobiyolojik faaliyetler ve biyokimyasal reaksiyonlar yüksek su aktivitesinde daha kolay gerçekleşir. Bu nedenle, meyve ve sebzelerin bozulmalarını önlemek için su aktivitesini düşürecek işlemler uygulanmalıdır. Su

aktivitesini düşürmede etkili bir yöntem olan dondurarak muhafaza, meyve ve sebzelerin korunmasında sık kullanılan işlemlerden birisi haline gelmiştir (Demiray ve Tülek 2010).

2.2 Gıdalarda Dondurarak Muhafaza Yöntemi

Dondurarak muhafaza yöntemi, gıdaların uzun süre korunması için en çok kabul gören ve yaygın olarak kullanılan gıda muhafaza tekniklerinden birisidir. Aynı zamanda işlenmiş ürünün duysal özellikleri ve besleyici özellikleri gibi temel kalite parametrelerinin korunmasına da yardımcı olup, uzun depolama koşullarına elverişli hale gelmesine olanak sağlamaktadır (Rawson ve diğ. 2012).

Meyve ve sebzelere uygulanan dondurularak muhafaza yöntemi diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında, hem görünüş hem de besleyici unsurların kaybının en aza indirildiği, avantajlı bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır (Ozan ve Bilişli 2008). Soğğun mikroorganizmalar üzerindeki etkisi çok çeşitliyse de, mikroorganizmaların düşük sıcaklıklarda daha fazla zarar görmesi, yapılarındaki suyun buz kristallerine dönüşmesi ve böylece hücredeki ozmotik basınç dengesinin bozulması olgusuna dayanır (Cemeroğlu 2011). Uzun süreli depolamalarda minimum besin kayıplarıyla ilk ürün kalitesi maksimum düzeyde korunmaktadır (Patras ve diğ. 2011).

2.2.1 Dondurma Öncesi Uygulanan Ön İşlemler

Çiğ sebzelerin çoğunun tatsız olması ve enzimatik reaksiyonlarla ilişkili aşamalarından dolayı kalite değişikliklerine maruz kalabilmesinden dolayı, sebzelerin raf ömrünü uzatmak ve yeme kalitelerini iyileştirmek için işlenmesi gerekmektedir. İşleme sırasında sebzeler çoğunlukla haşlama ve mekanik (soyma, kesme, karıştırma ve vb) işlemlerine tabi tutulurlar. Buna ek olarak, yüksek pH'lı sebzeler genellikle mikrobiyal büyümeyi önlemek için asitlendirilir (Munyaka ve diğ. 2010).

Dondurma işlemi öncesinde ürün yapısında değişiklik meydana getirebilecek çeşitli ön işlemler uygulanmaktadır. Bunlardan en önemlisi haşlama işlemidir (Mazzeo ve diğ. 2011).

2.3 Haşlama İşleminin Önemi

Haşlama, gıdalarda ön işlem olarak uygulanan önemli bir aşamadır (Xin ve diğ. 2015).

Haşlama, konserve ve dondurma gibi gıda muhafaza yöntemlerinden önce işlenmemiş sebzelerin hazırlanması sırasında gerçekleşen birçok işlemde biridir. Haşlama işlemi birçok avantaja sahip olmasına rağmen, besinlerin özellikle vitaminlerin yıkımına ve renk kaybına neden olmaktadır. Haşlama sıcaklığı ve süresi bazı enzimlerin inaktive edilmesinde önemli rol oynarken, uygulanan aşırı haşlama işlemi besin kalitesinde, tekstürde, aromada ve renkte arzu edilmeyen kayıplara yol açabilmektedir (Zheng ve Lu 2011). Gıdalarda yapılan kontrollü haşlama işlemi ile vitaminlerin ve besin öğelerinin daha iyi korunması mümkün olabilmektedir (Keçebaş 2007). Haşlama işlemi, genellikle yeşil yapraklı sebzelere uygulanan ısı bir işlemdir (Ruiz-Ojeda ve diğ. 2013).

Haşlama işlemi, polifenol oksidazın (PPO), peroksidazın (POD) inaktivasyonuna katkıda bulunmakla kalmaz, aynı zamanda ürünlerin diğer kalite özelliklerini de etkiler. Öncelikle enzimlerin inaktive edilmesi, kuruma hızı ve ürün kalitesinin artırılması, pestisit kalıntılarının ve toksik bileşenlerin uzaklaştırılması, bitki dokularındaki havanın dışarı atılması ve mikrobiyal yükün azaltılması gibi avantajlara sahiptir (Xiao ve diğ. 2017).

Lahana, karnabahar gibi sebzelerde yaygın olarak görülen istenmeyen tat ve aroma haşlama işlemiyle uzaklaştırılır. Ispanak gibi bazı sebzelerde hacimde azalma meydana geldiğinden dolayı kolay dolum sağlanır. Haşlama işlemi pek çok sebze ve meyvenin rengini daha parlak hale getirmektedir. Özellikle yeşil sebzeler, haşlama sonunda daha koyu bir renk kazanır (Şat ve Öz 2015).

İyi bir haşlama işleminin gerçekleşebilmesi için olması gereken bazı kurallar vardır. Bunlar;

- Her ürün için ayrı belirlenmiş olan haşlama sıcaklık ve süresinin uygulanması,
- Haşlama işlemi süresince gıda maddesine hiçbir zarar vermemesi,
- İyi bir son ürün kalitesi elde edebilmesi,
- Düşük su ve buhar kullanımını sağlaması,
- Çevre problemine sebep olabilecek atık madde üretimini sınırlandırması,
- Kolay sıcaklık ayarlaması yapılabilmesidir (Bevilacqua ve diğ. 2004).

Haşlama işlemi;

- İstenmeyen tat ve kokuya sebep olacak enzimlerin inaktive edilmesi,
- Renk, tekstür ve besin kalitesinin korunması,
- Mikroorganizmaların yok edilmesi,
- Pişirme süresinin kısaltılması,

gibi önemli işlemlere sahiptir (Xin ve diğ. 2015; Ruiz-Ojeda ve diğ. 2013).

2.4 Gıdalara Uygulanan Farklı Haşlama Yöntemleri

Gıdalarda yaygın olarak kullanılan haşlama yöntemlerinden başlıcaları;

- Geleneksel Haşlama
- Buharla Haşlama
- Mikrodalga Haşlama yöntemleridir (Zhong ve diğ. 2015).

2.4.1 Geleneksel Haşlama Yöntemi

Geleneksel haşlama, endüstride sıkça kullanılan bir yöntemdir. Genellikle bu yöntem, ürünün sıcak suyun içine daldırılması ve sabit bir sıcaklıkta tutulmasıyla

sağlanmaktadır. Geleneksel haşlama işlemi uygulanacak sebzelerin yüzey alanı ne kadar geniş olursa haşlama süresinde de aynı ölçüde azalma meydana gelir. Aynı zamanda bu durum, ürün kalitesinin de daha iyi korumasını sağlar (Guida ve diğ. 2013).

Bunun yanı sıra, geleneksel haşlama yönteminde suda çözünen bileşenlerin haşlama suyu ile atılması sonucunda ürün kalitesi ve verimi üzerinde istenmeyen olumsuz etkiler görülebilmektedir (Guida ve diğ. 2013).

2.4.2 Buharla Haşlama Yöntemi

Buharla haşlama yöntemi, yüksek nemli koşullarda gıda ürünlerinin ısıtılması esasına dayanır. Günümüzde, buharla haşlama yöntemi; gıda endüstrisinde en sık kullanılan yöntemlerden biridir. Buharla haşlama, oldukça ucuz bir yöntem olmanın yanı sıra ürüne ait çoğu mineral ve suda çözünen bileşenlerin suya geçmesini önleyerek kayıpların azalmasını sağlar. Buharla haşlama, ürünlerin termal işlenmesi sırasında oksidasyon etkisini en aza indirmede de etkili bir yöntemdir. Buna ek olarak, buharla haşlama; oksidatif ve hidrolitik enzimleri etkin bir şekilde etkisiz hale getirir ve taze ürünlerdeki fenolik asidin enzimlerin aktivitesi nedeniyle kaybolmasını önler (Roy ve diğ. 2009).

2.4.3 Mikrodalga Haşlama Yöntemi

Mikrodalga haşlama, geleneksel haşlamaya alternatif olarak uygulanan yaygın bir yöntemdir. Geleneksel haşlama işleminde oluşabilecek olumsuzlukları ortadan kaldırmak amacıyla endüstride yaygın bir kullanıma sahiptir. Mikrodalga haşlama işlemiyle, gıdaların besin değeri daha iyi korunmaktadır (Ruiz-Ojeda ve diğ. 2013).

Gıda endüstrisinde uygulanan geleneksel haşlama yöntemlerine kıyasla, mikrodalga haşlama, yüksek ısıtma oranları ve kısa işlem süresi gibi birçok avantaja sahiptir (Xiao ve diğ. 2017). Mikrodalga ile haşlanan ürünlerin tekstürel özelliklerinin istenilen ve kabul edilen sınırlar içinde olması bu uygulamanın diğer bir avantajıdır. Ayrıca mikrodalga uygulamasının daha kısa sürede gerçekleşmesine

bağlı olarak ürünlerdeki tat ve aromanın daha iyi korunduğu da belirtilmiştir (Konak ve diğ. 2009).

2.5 Haşlama İşleminde Kullanılan Maddeler

2.5.1 Su

Haşlama işlemlerinde en yaygın kullanılan madde, içme suyu kalitesindeki sudur (Guida ve diğ. 2013).

2.5.2 Organik Asit Çözeltileri

2.5.2.1 Sitrik Asit Çözeltisi

Sitrik asit, birçok meyve ve sebzede doğal olarak bulunan zayıf bir organik asittir. Metal çelatlayıcı aktivitesi ve ağır metalleri bağlama özelliği nedeniyle uygun antioksidanların aktivitesini teşvik ederek bir sinerjist rol oynar. Dolayısıyla sitrik asidin varlığı antioksidan etki için yararlı olabilir (De’Nobili ve diğ. 2016).

2.5.2.2 Askorbik Asit Çözeltisi

Askorbik asit, suda çözünen zayıf bir asittir ve gıdaların korunması, besin takviyesi ve ayrıca tedavi için kullanılabilen doğal bir antioksidandır (De’Nobili ve diğ. 2016).

Askorbik asit yaygın olarak antioksidan gıda katkı maddesi olarak kullanılır. Başlıca gıda ve yemlere uygulanır. Ürünün kararlılığını ve kalitesini artırmak amacıyla askorbik asidin doğrudan ya da çözelti halinde gıda maddesine temas etmesi sağlanır. Bu şekilde gıda maddesinin karakteristik özelliklerinin korunmasına yardımcı olmaktadır (Sarkar ve Sinha 2016).

2.6 Haşlama İşlemi Sırasında Gıdalarda Meydana Gelen Değişimler

Sebzelerin birçoğu tüketilmeden önce mikrodalga veya geleneksel haşlama işlemine tabi tutulmaktadır. Bu işlemlerin sebzelerde meydana getirdiği değişimler; kimyasal değişimler, renk değişimleri ve biyokimyasal değişimler olarak kategorize edilebilmektedir (Türkmen ve diğ. 2005; Zhang ve Hamauzu 2004).

2.6.1 Kimyasal Değişimler

Sebzeler, toplam antioksidan aktivitesine önemli ölçüde katkıda bulunan C ve E vitaminleri veya polifenoller gibi iyi bilinen antioksidanlara ek olarak fitokimyasal bileşikleri de içerirler (Patras ve diğ. 2011). Haşlamanın kimyasal bileşimde önemli değişikliklere neden olduğu, biyolojik erişimi ve C vitamini, karotenoidler ve polifenoller gibi besleyici maddelerin konsantrasyonunu etkilediği bilinmektedir (Mazzeo ve diğ. 2011).

Kontrollü yapılan haşlama uygulaması, işlenmiş gıdalarda vitamin ve besin maddelerinin korunmasına katkıda bulunur (Martinez ve diğ. 2013).

2.6.2 Renk Değişimleri

Renk, bir ürünün kalitesinin belirlenmesinde ve ürünü tatmadan üründeki muhtemel tadı değerlendirmek için önemli bir özellik olarak da karşımıza çıkmaktadır. Sonuç olarak, meyve ve sebzelerin rengi, kaliteyi ve ürünün kabul edilebilirliğinin değerlendirilmesinde satıcılar ve tüketiciler açısından ana bir indikatör oluşturur (Keçebaş 2007).

Renk, en önemli görünüş özelliklerinden birisi olarak kabul edilir. Meyve ve sebzelerin renklerinde istenmeyen değişiklikler, tüketicinin kabulünde ve piyasa değerinde bir düşüşe neden olabilir. Hammaddelerin veya nihai ürünlerin rengi; tazelik, duyu, beslenme, görsel ve görsel olmayan kusurlar gibi diğer kalite özellikleriyle ilişkilendirilebilir. Ayrıca antioksidan yetenekleri, oksidasyon ve

maillard reaksiyonları ile bağlantılı olup, onları dolaylı olarak kontrol eder (Xiao ve diğ. 2017).

Tüm bitkisel dokuların yeşil renkleri, klorofil olarak bilinen pigmentten kaynaklanmaktadır (Cemeroğlu ve diğ. 2001). Klorofiller seyreltik asidik ortamlarda hızla feofitinlere dönüşmektedirler. Yani, klorofil molekülündeki Mg'un yerini H almakta ve klorofil a ve b'ye dönüşmektedir. Bu olay asit ortamında ısının etkisiyle daha da hızlı gerçekleşmektedir. Haşlama suyuna ayrıca asit eklenecek olursa, olay daha da hızlanmakta ve sebzenin yeşil rengi hızla esmer sarıya dönüşmektedir. Asidik ortamda bekletilen yeşil renkli ürünlerin ısı uygulanmasa bile uzun süre sonunda sarardıkları görülür (Cemeroğlu ve diğ. 2001; Martins ve Silva 2002).

2.6.3 Biyokimyasal Değişimler

2.6.3.1 Besin Değeri Kayıpları

Haşlama işlemiyle, besin maddelerinin kaybının meydana gelmesinde sızıntı veya difüzyon etkilidir. Vitaminler, aromalar, mineraller, karbonhidratlar, şekerler ve proteinler gibi suda çözünen besinler bitki dokularından haşlama suyuna geçebilir. Bunun yanı sıra, haşlama ile aynı zamanda askorbik asit, aroma ve lezzet bileşiklerinin degradasyonuna neden olabilir (Xiao ve diğ. 2017). Bu bileşikler ısıya oldukça hassas oldukları için, su veya buhar ile yapılan haşlama işlemiyle kolayca çözünüp üründen uzaklaşabilmekte ve parçalanabilmektedir (Konak ve diğ. 2009).

2.6.3.2 Vitamin Kayıpları

Brokoli; A, C, E, K vitaminleri, folik asit, kalsiyum, potasyum ve fenolik bileşenleri önemli ölçüde içermektedir (Perez-Balibrea ve diğ. 2011). İçermiş olduğu bu bileşenlerden, özellikle C vitamini insan sağlığı açısından oldukça önemlidir. Bunun başlıca sebepleri; bağışıklık sistemini geliştirmesi, demir emilimi ile bazı kanser ve kalp-damar hastalıklarını önlemesidir (Munyaka ve diğ. 2010).

Isıl işlem sırasında C vitamini kaybının derecesi; sıcaklık, oksijen varlığı, pH ve Cu^{+2} , Fe^{+2} ve Ag gibi metal iyonlarından etkilenir (Munyaka ve diğ. 2010).

2.7 Gıdaların Haşlanması İle İlgili Çalışmalar

Lemmens ve diğ. (2009), havuç dilimlerine; yüksek sıcaklıkta haşlama (90°C 'de 4 dak.), düşük sıcaklıkta haşlama (60°C 'de 40 dak.) ve %5'lik CaCl_2 çözeltisiyle muamele (1 saat) ile birlikte düşük sıcaklıkta haşlama işlemi uygulanmış olup, kalite üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Kalite parametreleri olarak; enzim aktiviteleri, tekstür ve β karoten değişimleri incelenmiştir. Haşlama sıcaklığı enzim aktivitesini etkilemiş olup, sıcaklık ne kadar yüksekse enzim inaktivasyonun da o kadar yüksek olduğu görülmüştür. Düşük sıcaklık uygulamasıyla tekstürün daha iyi korunduğu ifade edilmiştir. β karoten açısından düşük ve yüksek sıcaklıkta haşlama arasında pek fark görülmemiş, fakat %5'lik CaCl_2 çözeltisiyle birlikte yapılan haşlamayla karotenoid oluşumu zenginleşmiş olup β karoten içeriğinin en iyi korunduğu yöntem olarak belirlenmiştir.

Bahçeci ve diğ. (2005) tarafından, taze fasulyelere farklı sıcaklıklarda (70°C 'de 2 dak. ve 90°C 'de 3 dak.) haşlama işlemi uygulanmış, enzim aktivitesi değişimlerine bakılmıştır. Peroksidaz (POD) ve lipoksigenaz (LOX) enzimleri karşılaştırılmış ve lipoksigenazın düşük sıcaklıkta kolaylıkla inaktive olduğu görülmüş, bu nedenle daha yüksek sıcaklığa dayalı peroksidaz enzimi indikatör enzim olarak tespit edilmiştir.

Olivera ve diğ. (2008) tarafından, brüksel lahanasına doğrudan (100°C 'de 4 dak.) haşlama, 50°C 'de 5 dak. suya daldırdıktan sonra 100°C 'de 3 dak. haşlama ve 700 W'da 5 dak. mikrodalgada ısıttıktan sonra 100°C 'de 2 dak. haşlama işlemleri uygulanmıştır. Haşlama işlemleriyle tekstürde önemli değişiklikler olduğu, sertliğin azaldığı görülmüştür. En fazla sertlik kaybı doğrudan yapılan haşlama ile gerçekleşmiştir. Mikrodalga ile yapılan ön ısıtmanın tekstür açısından en iyi olduğu belirlenmiştir. Renk ve askorbik asit içeriğinin en iyi korunduğu yöntemin mikrodalga ile yapılan haşlama olduğu belirtilmiştir.

Ni ve diğ. (2005), 8 farklı sebzenin tekstürel özellikleri üzerinde düşük sıcaklıkta haşlama uygulamasının etkisini araştırmışlardır. Konvansiyonel bir haşlamadan önce düşük sıcaklıklarda ön ısıtmaya tabi tutulan sebzelerin haşlama işleminden daha az etkilenmiş olduklarını görmüşlerdir.

Patras ve diğ. (2011), haşlama işleminin dondurulmuş ürünler üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Haşlama işlemi uygulandıktan sonra dondurulmuş ve haşlama işlemi uygulanmadan dondurulmuş brokoli, havuç ve taze fasulyede; antioksidan aktivite, fenolik bileşenler, askorbik asit ve renk gibi kalite parametreleri incelenmiştir. Araştırmacılar tarafından, haşlanarak dondurulmuş sebzelerin antioksidan aktivite ve askorbik asit içeriğinin daha iyi korunduğu, bununla birlikte fenolik bileşenler açısından belirgin bir farklılığın görülmediği ifade edilmiştir.

Haşlama işlemi sırasında kullanılacak farklı çözeltilerin haşlama süresi ve kalite üzerinde önemli değişiklikler oluşturabileceği belirtilmektedir. Nitekim yapılan bir çalışmada, turplara sitrik asit ve askorbik asit çözeltileriyle haşlama işlemi uygulanmış ve değişimlere bakılmıştır. 0.1 g/100ml, 0.2 g/100ml ve 0.5 g/100ml farklı konsantrasyonlardaki asit çözeltilerinde yapılan haşlama işlemi sonucunda özellikle askorbik asit ilavesinin antioksidan kaybını önemli derecede azaltmış olduğu görülmüştür. İlave olarak, fenolik bileşen kaybının haşlama süresi arttıkça artmış olduğu, 1 dak.'da kayıp 14.82 iken 2 dak.'lık haşlama sonucunda kaybın 20.27'ye yükseldiği saptanmıştır. Asit çözeltisi uygulamasının fenolik bileşen kaybında belirgin bir azalma meydana getirdiği de ifade edilmiştir (Martinez ve diğ. 2013).

Mazzeo ve diğ. (2011) tarafından, buharla haşlama ve geleneksel haşlama işlemi çeşitli sebzelere (havuç, karnabahar ve ıspanak) uygulanmış, askorbik asit, renk, karotenoidler gibi fitokimyasal bileşiklerde oluşabilecek değişimler incelenmiştir. Geleneksel haşlamanın buharla haşlamaya kıyasla sebzelerin besin değeri üzerinde olumsuz etkisinin daha fazla olduğu görülmüştür. Sebzelerde toplam karotenoid içeriğinde azalma görülmüş, β karoten stabil kalmıştır. Bunun nedeni olarak, β karotenin α karotene göre ısıya daha dayanıklı olması gösterilmiştir. Toplam karotenoid kaybının α karoten miktarındaki düşüşten meydana geldiği ifade edilmiştir. Geleneksel haşlama yönteminin fenolik bileşikleri üzerine de olumsuz

etkiye sahip olduğu belirtilmiştir. Genel olarak renk her iki haşlama yönteminde de ciddi farklılık gösteren bir kalite parametresi olarak ortaya çıkmıştır.

Gökmen ve diğ. (2005), farklı haşlama yöntemlerinin lipoksigenaz (LOX), peroksidaz (POD) enzimleri üzerindeki etkileri ve bunun renk ve askorbik asit gibi kalite parametreleriyle ilişkilerini araştırmıştır. Bu enzimler indikatör olarak belirlenmiş olup; LOX için 70 C’de 4 dak. (A); POD için 80 C’de 2 dak. (B)’nin inaktivasyon için yeterli olduğu görülmüştür. Haşlanmamış 100 g taze bezelyenin 26.12 mg askorbik asit içerdiği, haşlama (A)’da 25.85 mg; haşlama (B)’de 25,69 mg seviyesinde askorbik asit kaybının meydana geldiği belirlenmiştir. Haşlama sıcaklığının artması askorbik asitte daha fazla kayba sebep olmuştur. Aynı şekilde renkte de önemli değişimler görülmüştür.

Lin ve Chang (2005), brokoliye uygulanan farklı haşlama tekniklerinin tekstür üzerindeki değişimlerini incelemişlerdir. Brokoliye; 50 C’de 10 dak., 100 C’de 8 dak. ve ön ısıtma olarak 50 C’de 10 dak. pişirmenin ardından 100 C’de 8 dak. haşlama işlemi uygulanmıştır. Yapılan  n ısıtma işleminin brokolide kırılganlığı azaltmış olduğu, tekstür üzerinde olumlu sonuçlar doğurduğu belirtilmiştir. Bunun nedeni olarak,  n pişirme işlemiyle pektinesteraz enziminin etkisiyle hücre duvarındaki pektinlerin desterifikasyona uğradığı, bitişik karboksil grupları arasında kalsiyum köprüleri oluşarak tekstürel yapının daha iyi korunmuş olduğu ifade edilmiştir.

Song ve diğ. (2003) tarafından, soya fasulyesine değişik haşlama koşulları uygulanmış olup; renk, tekstür, besin değer ve duysal özellikler gibi kalite parametreleri üzerindeki değişimleri incelenmişlerdir. 80 C’nin altında yapılan haşlama işleminde ham fasulye tadından dolayı ürünlerin tüketicisi panelinde kabul edildiği belirtilmiştir. Bu nedenle haşlama işleminin 80 C ve üzerinde yapılması gerektiği ifade edilmiştir. Haşlama sıcaklık ve süresi arttı ça soya fasulyesinin toplam sertlik değerinde azalma olduğu görülmüştür. Soya fasulyesinde sertliğin, nişasta ve pektinden kaynaklandığı, haşlama ile nişastanın jelatinize olduğu ve pektinin de    nmesi nedeniyle sertliğin azalmış olabileceği rapor edilmiştir. Yapılan duysal değerlendirme sonucunda yüksek sıcaklık ve kısa sürede yapılan haşlamanın tercih edildiği görülmüştür. Sonuç olarak, soya fasulyesi için, 100 C’de 10 dak. haşlama önerilmiştir.

Gonçalves ve diğ. (2010) tarafından, havuç örneklerine farklı sıcaklıklarda haşlama işlemi uygulanmış olup; renk, tekstür, peroksidaz aktivitesi ve fenolik bileşik değişimleri incelenmiştir. Enzim inaktivasyonunun haşlama sıcaklığı ve sresinden önemli derecede etkilendiği görülmüştür. Haşlama süre ve sıcaklığı arttıkk; havuçlar kararmış, L değeri düşmüştür. Karoten pigmentindeki değişimler havucun rengine değişimlere neden olmuştur. Haşlama sıcaklığının artması tekstürü olumsuz etkilemiştir.

Roeck ve diğ. (2010), haşlama öncesi yapılan ön işlemlerle havuta tekstürel kayıpları azaltmaya çalışmıştır. Düşük sıcaklıkta (60°C’de 40 dak.), düşük sıcaklıkla beraber CaCl₂ zeltisi uygulaması, yüksek basınç uygulaması ve yüksek basınç uygulaması ile beraber CaCl₂ zeltisi uygulaması olmak üzere farklı ön işlemler uygulanmış, sonrasında 100°C’de 20 dak. haşlama yapılmıştır. Yapılan uygulamalar sonucunda hiç ön işlem yapılmadığında tekstür kaybı yaklaşık %94 olarak belirlenirken, ön işlemler uygulanarak kayıplar minimize edilmiştir (%53). Yapılan CaCl₂ uygulamasının tekstürü daha da iyileştirdiği görülmüştür.

Smout ve diğ. (2005), CaCl₂ muamelesinin havuçlarda tekstürü iyileştirdiği sonucuna ulaşmıştır.

Saldivar ve diğ. (2010), soya fasulyesini tohum ve kabukları olarak ikiye ayırıp 100°C’de 10 dak. haşlama işlemi (su ve buharda) uygulamışlardır. Örnekler daha sonra -20°C’de 6 ay depolanmış olup, şeker analizi yapılmıştır. Buharla yapılan haşlamanın suyla yapılanla kıyasla çözünür şekerini daha iyi koruduğu saptanmıştır.

Vina ve diğ. (2007) tarafından, brüksel lahanasına 50°C’de 5 dak. veya mikrodalga (500W’da 5 dak.) ile ön işlem yapılmış, sonrasında 100°C’de 2-3 dak. haşlama işlemi uygulanmıştır. Örneklerin bir kısmına da doğrudan haşlama işlemi uygulanmıştır. Sonrasında renk, tekstür, askorbik asit ve toplam flavonoid içeriği gibi kalite parametrelerindeki değişimler incelenmiştir. n işlem uygulaması testrde olumlu etki yapmıştır. Askorbik asit, haşlama sıcaklığının artması ile azalmıştır, en fazla düşüş yüksek sıcaklıktaki haşlama ve suyla yapılan ön işlem sonucu yapılan haşlamada gerçekleşmiştir. Mikrodalga ile yapılan ön işlem diğerine kıyasla askorbik asit içeriğini daha iyi korumuştur. Yapılan n işlemler flavonoid içeriğinde düşmeye neden olmuş, fakat çok belirgin bir düşme görülmemiştir.

Patricia ve diğ. (2011), brokoliye geleneksel haşlama (92°C’de 0,5-4 dak.), mikrodalga haşlama (950W’da 3 dak.) uygulamışlar, tekstür, askorbik asit ve klorofil içeriğindeki değişimleri incelemişlerdir. Yapılan geleneksel haşlamanın mikrodalgaya kıyasla daha fazla tekstür kaybına sebep olduğu belirtilmiştir. Bunun nedeni olarak, yüksek sıcaklığın hücre duvarını yıkarak; geçirgenlik ve esnekliği etkilemiş olabileceği ifade edilmiştir. Diğer taraftan, mikrodalga ile yapılan haşlama ile askorbik asit içeriği ve klorofil içeriğinin daha iyi korunduğu belirtilmiştir.

Zhang ve Hamauzu (2004), brokolide geleneksel ve mikrodalga haşlama boyunca fenolik bileşen, askorbik asit ve karotenoid değişimi incelenmiştir. Geleneksel haşlama; 100°C’de 30-60-90-120-300 saniye, mikrodalga haşlama 600 W’da aynı sürelerde yapılmıştır. Geleneksel haşlamada haşlama süresi arttıkça fenolik bileşen kaybı da artmıştır. Mikrodalga haşlama ile askorbik asit içeriği ve karotenoid içeriği daha iyi korunmuştur.

Francisco ve diğ. (2010), şalgama geleneksel (100°C’de 15 dak.), buharla (15 dak.) ve yüksek basınçta (5 dak.) olmak üzere farklı haşlama işlemleri uygulamışlardır. Araştırmacılar, işlemler sonrasında, glukosinolat, fenolik bileşen ve askorbik asit içeriğindeki değişimi incelemiştir. Geleneksel haşlama ile yüksek basınç uygulaması karşılaştırıldığında glukosinolat açısından belirgin bir farklılık görülmemiştir. Glukosinolat içeriğinin en iyi korunduğu metot buharda haşlama olmuştur. Haşlama işlemlerinin hepsi askorbik asit içeriğinde düşmeye neden olurken; askorbik asit içeriğindeki düşmenin esas kaynağının metottan ziyade haşlama süresiyle ilişkili olduğu düşünülmüştür.

Volden ve diğ. (2008), kırmızı lahanalara 3 farklı haşlama işlemi uygulamış olup, bu işlemler; (94°C-96°C’de 3 dak.) ve (100°C’de 10 dak.) geleneksel haşlama ile 100°C’de 10 dak. buharla haşlama işlemidir. Uygulanan bu farklı işlemlerle; glukosinolat, askorbik asit ve toplam fenolik bileşenlerdeki değişimler incelenmiştir. Toplam glukosinolat içeriğindeki en az kayıp (%19) buharla haşlama işleminde olurken, en fazla kayıp (%64) (94°C-96°C’de 3 dak.) haşlama işleminde gerçekleşmiştir. Her iki geleneksel haşlama işleminde toplam antioksidan içeriği önemli ölçüde azalmıştır. Askorbik asit içeriğinin en iyi korunduğu yöntemin buharla yapılan haşlama işlemi olduğu görülmüştür.

Karnabahar örneklerinde farklı sıcaklık ve sürelerde uygulanan geleneksel haşlama işlemi ile buharla yapılan haşlama işlemi kıyaslanmış olup, haşlama işlemleri sonrası meydana gelen glukosinolat, askorbik asit ve toplam fenolik bileşen değişimleri incelenmiştir. Buharla yapılan haşlama yönteminde diğer yöntemlere kıyasla glukosinolat içeriği daha iyi korunmuştur. En fazla kayıp diğerinden daha yüksek sıcaklık ve sürede gerçekleşen geleneksel haşlama işleminde meydana gelmiştir. Askorbik asit içeriğinde de benzer değişimler gözlenmiştir. Ayrıca bu çalışmada; suyla temas eden bileşenlerin suya geçerek büyük oranda kayıpları meydana getirdiğini ortaya koymuştur (Volden ve diğ. 2009).

Türkmen ve diğ. (2005), seçilmiş olan yedi farklı yeşil sebzeye geleneksel, mikrodalga ve buharda olmak üzere farklı haşlama işlemleri uygulamış ve toplam fenolik bileşen ve antioksidan aktivitedeki değişimleri incelenmişlerdir. Isıl uygulamalardan sonra bazı yeşil sebzelerde fenolik bileşen içeriğinde azalma olurken diğerlerinde artış meydana gelmiştir. Bu çalışma ile fenolik bileşen ve antioksidan içeriği değişimlerin uygulanan ısıl işlemle değil sebzelerin çeşidine göre değişim gösterdiği vurgulanmıştır.

Ruiz-Ojeda ve diğ. (2013), taze fasulyeler için geleneksel haşlama işlemine alternatif olarak mikrodalga haşlama yöntemini uygulamışlardır. Bu araştırmada, mikrodalga işlem gücü ve süresinin fiziksel özellikler, enzim aktivitesi ve askorbik asit üzerindeki değişimleri incelenmiştir. Mikrodalga ile gerçekleştirilen haşlama işleminde geleneksel haşlamaya kıyasla suda çözünen bileşen kaybının daha az olduğu tespit edilmiştir. Mikrodalga haşlama işlemi ile besin değerleri daha iyi korunmuştur.

Zhong ve diğ. (2015), brokoliye buharla haşlama, mikrodalga haşlama ve buhar uygulamalı mikrodalga olmak üzere farklı ısıl işlemler uygulamışlardır. Buharla haşlamaya kıyasla mikrodalga ile yapılan işlemlerde askorbik asit içeriğinin daha iyi korunduğu ifade edilmiştir. Buhar uygulamalı mikrodalga işlemi ile askorbik asit açısından tazeye en yakın sonuçlar elde edilmiştir. Bu işlem aynı zamanda, diğer yöntemlere kıyasla fiziksel özellikler açısından da ürün kalitesinin en iyi korunduğu yöntem olarak belirlenmiştir.

Molmann ve diğ. (2015), haşlama işlemlerinde yüksek sıcaklıkta uygulanan ısıt işlemlerin askorbik asit içeriğini olumsuz etkilediğini vurgulamışlardır.

Munyaka ve diğ. (2010), brokoliye; asit uygulaması, yüksek sıcaklık düşük zaman (HTST) ve düşük sıcaklık yüksek zaman (LTLT) uygulamaları yapmış olup askorbik asitteki değişimleri incelemişlerdir. Haşlama öncesi yapılan asit uygulaması ile daha az kayıp olurken, ürünün daha yüksek pH değerinde daha iyi korunduğu görülmüştür. HTST ile askorbik asit kaybı daha yüksek olmuştur.

Ramos dos Reis ve diğ. (2015a), brokoli ve karnabahara farklı haşlama işlemleri uygulamıştır. Geleneksel, buharla, mikrodalga ve vakumla olmak üzere 4 farklı ısıt işlem uygulanmıştır. Karotenoid, flavonoid, klorofil, fenolik bileşen ve antioksidan aktivite bakılmıştır. En yüksek antioksidan aktivite mikrodalga haşlama ile elde edilmiştir. Fenolik bileşenlerin en iyi korunduğu yöntemler vakum ve mikrodalga işlemleri olarak belirlenmiştir.

Xu ve diğ. (2016) tarafından, brokoli örnekleri 12 g/L süktroz çözeltisi ile muamele edildikten sonra haşlama işlemi uygulanmış olup, renk, antioksidan aktivite ve glukosinolat gibi kalite parametreleri incelenmiştir. Yapılan işlemin brokolinin raf ömrünü uzatmış olduğu ifade edilerek, işlem sonrası yüksek renk değerleri ve klorofil içeriği elde edilmiştir.

Yang ve diğ. (2016), brokoliye CaCl_2 çözeltisi ile muamele ederek geleneksel haşlama işlemine tabi tutmuşlardır. İşlem sonrası antioksidan aktivitenin arttığı tespit edilmiştir.

Bir başka araştırmada, brokoliye normal haşlama ve mikrodalga haşlama işlemi uygulanmış olup, kalite parametrelerine bakılmıştır. Normal haşlama işlemiyle a değeri (yeşillik) artışı görülürken; mikrodalga haşlamada düşüş görülmüştür (Pellegrini ve diğ. 2010).

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Bu çalışmada kullanılan brokoliler, Denizli merkezde kurulan yerel bir halk pazarından temin edilmiştir. Brokoli örnekleri polietilen poşet malzemeler içerisinde laboratuvara getirilmiş, ağzları kapalı olacak şekilde buzdolabı içerisinde tutulmuştur. 3-4 gün içerisinde işlem ve analizlere tabi tutulmuş olup her hafta aynı sirkülasyon sağlanmaya çalışılmıştır.

3.1.1 Kullanılan Kimyasallar

HPLC (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi) analizlerinde kullanılan askorbik asit (G-002722) standartı Sigma firmasından (St. Louis, MO, A.B.D.) satın alınmıştır. Askorbik asidin ekstraksiyon ve HPLC ile analizlerinde, HPLC saflığında olan metanol solventi kullanılmıştır. Ayrıca haşlama işlemleri üzerindeki etkisi araştırılmak üzere, %0.2 ve %0.5 konsantrasyonlarda ayarlanmış sitrik asit çözeltileri kullanılmıştır.

3.1.2 Kullanılan cihazlar

3.1.2.1 Mikrodalga Fırın

Brokolilere uygulanan haşlama işlemi, Vestel firması tarafından üretilmiş olan farklı güçlerde çalışabilen mikrodalga fırında gerçekleştirilmiştir. Mikrodalga haşlama ünitesinin genel görünümü Şekil 3.1’de ve mikrodalga fırına ait teknik özellikler Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2: Mikrodalga fırının teknik özellikleri

Özellikler	Değerler
Dayanıklı paslanmaz çelik gövde ve iç yüzey	-
İç hacmi	En az 25 Lt
Mikrodalga güç seviyesi	3
Güç seviyesi	600-1000 W
İç boyutlar	35x55x45
Zaman ayarı	0-30 dakika



Şekil 3.1: Mikrodalga fırın genel görünümü

3.1.2.2 Su Banyosu

Haşlama işlemleri sırasında; geleneksel haşlama işlemi için DAIHAN marka su banyosu kullanılmıştır. Kullanılan su banyosunun genel görünümü Şekil 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2: Su Banyosu genel görünümü

3.1.2.3 Tekstür Cihazı

Brokoliye haşlama öncesi ve sonrası uygulanan sertlik analizleri için tekstür ölçüm cihazı (Brookfield Texture Analyzer) kullanılmıştır (Şekil 3.3).

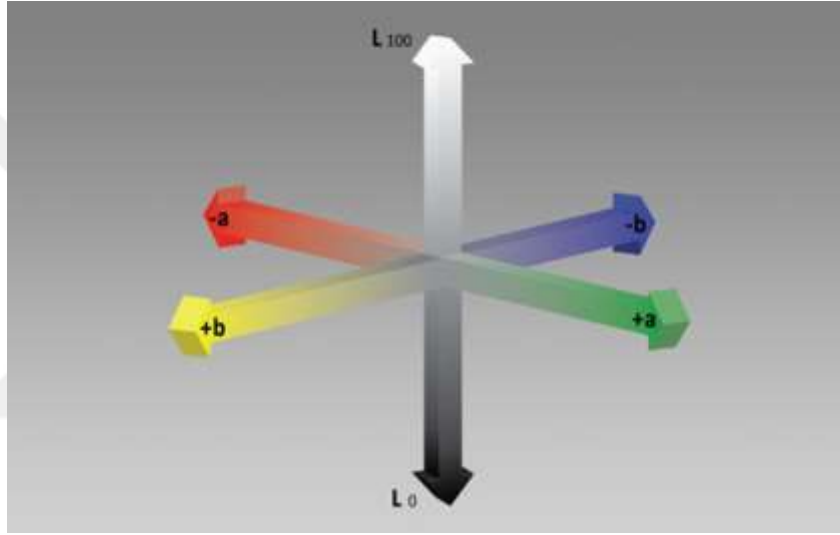


Şekil 3.3: Tekstür Cihazının genel görünümü

3.1.2.4 Renk Ölçüm Cihazı

Brokolilerde haşlama öncesi ve sonrasında meydana gelen renk değişimlerinin gözlemlenebilmesi için, Hunterlab MiniScan XE cihazı (Hunter Associates Laboratory) kullanılmıştır.

Analizlerde kullanılan renk ölçüm cihazında ölçümler “Hunter Lab Renk Skalası (L, a, b)” metodu ile yapılmıştır. Çalışmalar sırasında kullanılan renk skalası Şekil 3.4’te, analizlerde kullanılan cihaz Şekil 3.5’te ve L, a ve b indislerinin renk skalasındaki anlamlarını gösteren açıklama ise Tablo 3.3’te sunulmuştur.



Şekil 3.4: Hunter Lab renk skalası



Şekil 3.5: Hunter Lab cihazı genel görünümü

Tablo 3.3: Hunter Lab renk skalasında kullanılan indislerin anlamları

İndis	Anlamı
L	L değeri gıdanın renginin beyazlık parlaklık matlık indeksine göre ölçümü sonucu elde edilen bir değerdir. Bu değer 0 ile 100 arasında değişmektedir. L değeri arttıkça koyuluk artar.
a	a değeri gıdanın renginin kırmızı ile yeşil renk skalası içinde nerede bulunduğunu gösterir.
b	b değeri, gıdanın renginin mavi ile sarı renk skalası içinde nerede olduğunu belirtir.

3.1.2.5 HPLC (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi) Cihazı

Brokolilerin haşlama öncesinde ve farklı haşlama yöntemleri sonucunda oluşan askorbik asit miktarlarındaki değişimin belirlenebilmesi için, SHIMADZU firmasının ürettiği HPLC cihazı kullanılmıştır.

Deneylerde kullanılan HPLC cihazının genel görünümü Şekil 3.6'da verilmiştir.



Şekil 3.6: HPLC cihazının genel görünümü

3.2 Metot

3.2.1 Brokolinin Temini ve Haşlama İşlemi İçin Hazırlanması

Haşlama işlemi uygulanacak olan brokoliler her hafta taze olarak temin edilmiştir. Brokoliler 20'şer gram olacak şekilde kesilmiş olup her parçanın aynı boyutta ve uniform olmasına dikkat edilmiştir. Bu aşamada çiçek kısmının 3 cm, sap kısmının ise 1 cm olmasına dikkat edilmiştir (Şekil 3.7). Haşlama işlemi sırasında her 10 g brokoli için 100 ml su kullanılmıştır.



Şekil 3.7: Aynı boyutta kesilen brokolilerin genel görünümü

Haşlama işlemi için iki farklı metot kullanılmıştır. Bunlar; normal haşlama ve mikrodalga haşlamadır. Ayrıca brokolilere sitrik asit çözeltisi uygulanarak haşlama işlemi yapılmış olup, kalite parametreleri üzerindeki değişimleri incelenmiştir. İncelenen kalite parametreleri; renk, tekstür ve askorbik asittir.

Sitrik asit çözeltileri 0,2 g/100ml ve 0,5 g/100ml olacak şekilde iki farklı konsantrasyonda hazırlanmıştır. Saf su yerinde kullanılan sitrik asit çözeltileri ile meydana gelebilecek değişimler incelenmiştir.

Normal haşlama işlemi için; su banyosu içerisine 600 ml su bulunan beherler yerleştirilmiş ve sıcaklık istenilen dereceye ulaştığında içerisine her biri 20'şer g olan 3 adet brokoli atılmıştır ve istenilen sürede haşlama işlemi gerçekleştirildikten sonra suyu kurularıp gerekli analizler için hazır hale getirilmiştir. Sitrik asit çözeltisi ile haşlama

işlemi için; beherlerin içerisine saf su yerine iki farklı konsantrasyondaki sitrik asit çözeltileri koyulmuştur.

Mikroalgada haşlama işleminde, 3 farklı güçte denemeler yapılmıştır. Beherlerin içine suyla birlikte brokoliler koyulmuş, gerekli sürelerde işlemler gerçekleştirilmiştir.

3.2.2 Haşlama Sıcaklığı ve Süresinin Belirlenmesi

3.2.2.1 Normal Haşlama İşleminde Sıcaklık ve Sürenin Belirlenmesi

Normal haşlama işleminde sıcaklık ve sürenin belirlenmesinde, brokolilerin form ve yapısını kaybetmemesi esas alınarak yapılan ön denemeler sonucuna göre çalışılmıştır. Haşlama işlemi için uygun sıcaklık ve süre olarak; 90°C'de 3 dakika belirlenmiştir.

Normal haşlama işlemi öncesinde hazırlanmış olan brokoli örneklerinin genel görünümü Şekil 3.8'de gösterilmiştir.



Şekil 3.8: Normal haşlama işlemi öncesinde brokolilerin genel görünümü

Normal haşlama işlemi sırasında, brokolilerin su banyosu içerisindeki görünümü şekil 3.9’da sunulmuştur.



şekil 3.9: Normal haşlama işlemi sırasında brokolilerin görünümü

3.2.2.2 Mikrodalga Haşlama İşleminde G ve Srenin Hesaplanması

Mikrodalga haşlama işlemi 3 farklı güçte gerçekleştirilmiştir. Bu glerin derecesi; çok yüksek, yüksek ve orta olarak isimlendirilmiştir. Bu farklı glerin, g seviyelerinin belirlenmesinde ürün içerisindeki sıcaklığın 60-65  C olması esas alınmıştır. Mikrodalga uygulama süresi 5 dak. olarak belirlenmiştir.

3.2.2.3 Haşlama İşleminde Uygulanan Mikrodalga Gücünün Belirlenmesi

Mikrodalga güç belirleme testi olarak 2 litre testi kullanılmıştır. Bu teste göre, mikrodalga fırın içerisine 800 mL saf su ile dolu iki adet beher yerleştirilmiştir. Beher içindeki suyun sıcaklığı 20 ± 2  C olarak ayarlanmıştır. Mikrodalga 2 dak. 2 sn çalıştırılmıştır. Bu işlem üç kez tekrarlanmış ve ortalama alınarak çok yüksek, yüksek ve orta güç seviyelerinin hangi gce denk geldiği hesaplanmıştır (Alifakı 2013).

$$P_m = \frac{M \cdot C_p (\Delta T_1 + \Delta T_2)}{2\Delta t}$$

P_m = Ortalama mikrodalga çıkış gücü (W)

ΔT_1 ve ΔT_2 = Her iki beherde bulunan saf suda meydana gelen sıcaklık yükselmeleri (°C)

M = Toplam su kütlesi (kg)

C_p = Suyun özgül ısısı (J/kg°C)

Δt = Mikrodalga uygulama süresi (s)

Yukarıdaki mikrodalga güç belirleme testine göre mikrodalga güçleri belirlenmiştir. Bu teste göre;

Çok yüksek güç, (P_1) ; 560 W

Yüksek güç, (P_2) ; 450 W

Orta güç, (P_3) ; 330 W olarak belirlenmiştir.

3.2.3 Renk Değişimlerinin İncelenmesi

Yapılan haşlama işlemlerinin brokoli üzerindeki renk değişimlerini incelemek için; haşlama işlemi sonrasında brokolilerde renk ölçüm cihazı ile renk analizi gerçekleştirilmiştir. Brokolilerde taze halde ve yapılan çeşitli haşlamalar sonrasındaki renk değişimleri belirlenmiştir.

Renk ölçümleri için, Hunterlab MiniScan XE renk ölçüm cihazı (Hunter Associates Laboratory) kullanılmıştır. Renk ölçümleri gerçekleştirilmeden önce Hunterlab MiniScan XE renk ölçüm cihazı beyaz ve siyah standart kalibrasyon plakaları ile kalibre edilmiştir. Renk ölçümleri, 3 farklı noktadan yapılmış ve elde edilen değerlerin ortalamaları alınarak değerlendirilmiştir.

3.2.4 Tekstürel Değişimlerin İncelenmesi

Tekstürel değişimlerin incelenmesi için; brokolilere uygulanan haşlama işlemi öncesinde ve sonrasında tekstür ölçüm cihazı (Brookfield Texture Analyzer) kullanılarak ölçümler yapılmıştır. Uygun prop başlığı olarak TA25/1000 seçilerek tekstür cihazına takılmış olup, uygulama 5 mm/s hızda gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.10'da brokolinin sertlik ölçümü aşaması gösterilmiştir.



Şekil 3.10: Tekstür analizi sırasında brokolinin görünümü

3.2.5 Askorbik Asit (C Vitamini) Değişimlerinin Belirlenmesi

3.2.5.1 Ekstraksiyon

Askorbik asit değişimlerinin incelenmesi için ekstraksiyon işlemi, Giovanelli ve diğ. (2002) tarafından önerilen yöntemin modifiye edilmesiyle yapılmıştır. Bu amaçla, taze ve çeşitli haşlama işlemleri uygulanmış olan brokoli örnekleri, 1:10 (ağırlık/hacim) oranında olacak şekilde %1'lik metafosforik asit içeren suyla karıştırılıp, blender kullanılarak pulp haline getirilmiştir. Brokolide bulunan askorbik asit hava ile temas ettiğinde önemli ölçüde kayıp meydana getirebileceğinden dolayı,

pulp süratle santrifüj tüplerine aktarılmıştır. Tüpler, 5°C’de 9,000 x g’de 20 dakika süreyle santrifüj işlemine tabi tutulmuştur. Bu süre sonunda santrifüj tüplerinde faz ayrımı gerçekleşmiş ve üst kısımda toplanan supernatantlar pasteur pipeti ile amber şişelere aktarılmıştır. Amber şişelerde toplanan supernatantlar HPLC cihazına enjekte edilmeden önce 0,45µm’lik membran filtreden geirilmıştır.

3.2.5.2 Tanımlama ve Hesaplama

Askorbik asit (C vitamini) tanımlanması ve miktarının hesaplanmasında “yüksek basınçlı sıvı kromatografisi” cihazından yararlanılmıştır. HPLC cihazı; 4’l pompa (quaternary pump), UV dedektör, gaz giderici (degasser) ve kolon fırınından oluşmaktadır. Elde edilen kromatogramlar “Shimadzu LC solution” yazılım programı ile değerlendirilmiştir.

3.2.5.3 Kromatografi Koşulları

- **Kolon:** C-18 kolonu (250 mm x 4,6mm, 5µm)
- **Akış hızı:** 0,5 mL dak
- **Elüsyon süresi:** 25 dakika
- **Enjeksiyon hacmi:** 20µL
- **Dalga boyu:** 254 nm
- **Hareketli faz (Mobile phase):** H₃PO₄ ile pH’sı 3’e ayarlanmış su
- **Kolon sıcaklığı:** 35°C

3.2.6 İstatistiksel Değerlendirmeler

Bulgular, SPSS (BM-22) istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, ve elde edilen veriler DUNCAN çoklu karşılaştırma testine göre 0.05 güven sınırında değerlendirilmiştir (Arbuckle 2014).



4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1 Farklı Haşlama Metotlarının Brokoli Üzerindeki Etkisi

4.1.1 Renk Değişimi

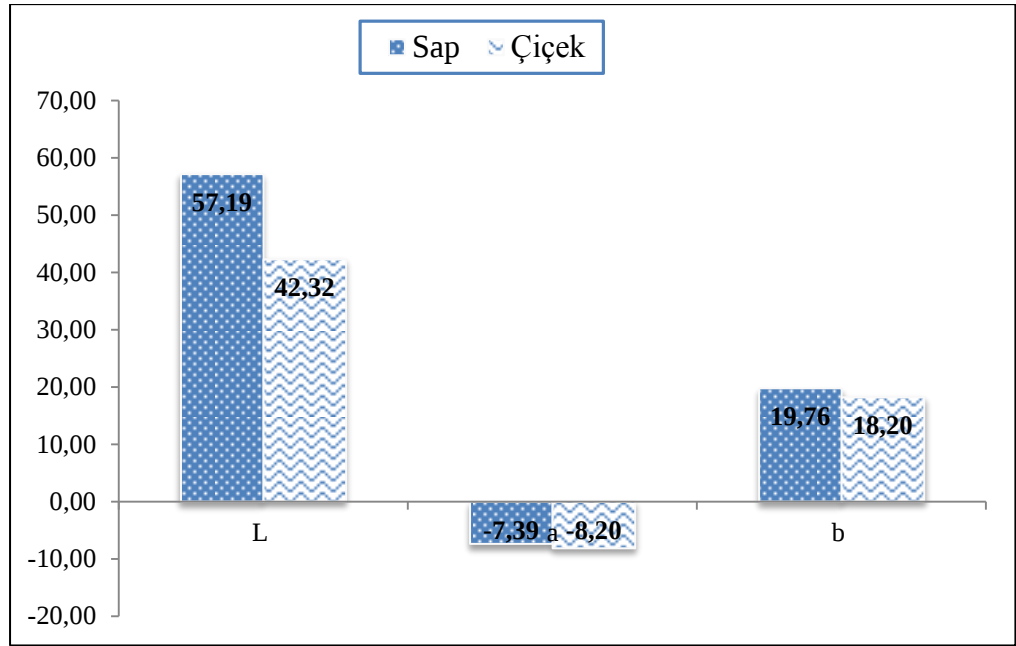
Brokolide en önemli kalite parametrelerinden birisi renk özelliğidir (Schouten ve diğ. 2009). Taze brokolide renk değişimi analizleri için; öncelikle brokolilerin sap ve çiçek kısımları birbirinden ayrılmış olup her iki kısımda da değişimler incelenmiştir. Taze brokolide; sap ve çiçek kısımlarının L, a, b değerleri Tablo 4.4'te verilmiş ve Şekil 4.11' de grafiksel olarak sunulmuştur.

Tablo 4.4: Taze brokolide sap ve çiçek kısımlarının L, a, b değerleri

Renk değerleri	Sap	Çiçek
L	57.19±0.07	42.31±0.19
a	-7.39±0.05	-8.19±0.02
b	19.76±0.11	18.2±0.09

4.1.1.1 L Değeri Değişimi

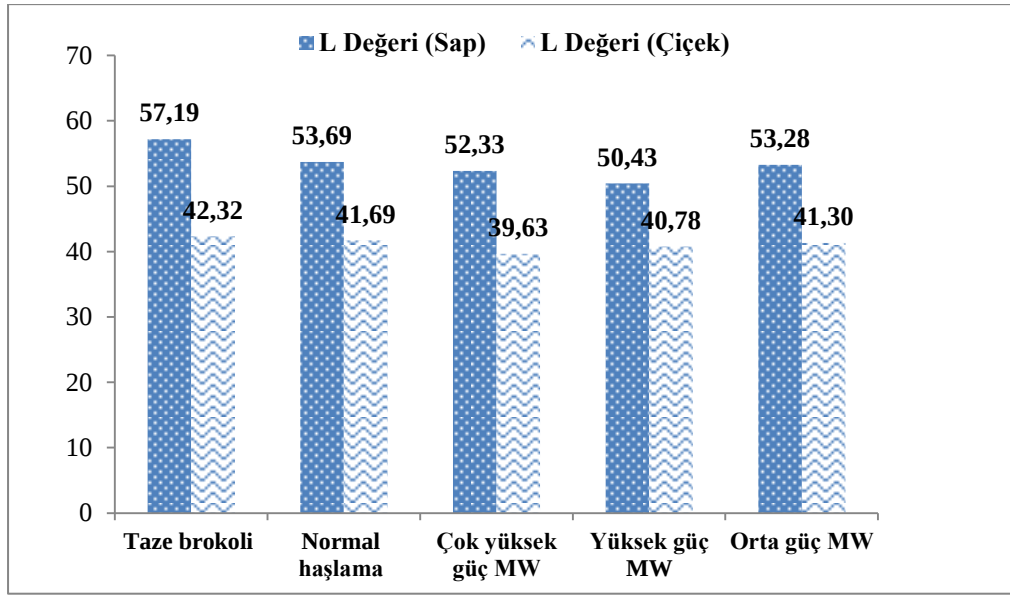
Uygulanmış olan normal ve mikrodalga haşlama işlemleri sonucunda, brokolinin sap ve çiçek kısımlarında yapılan analizler doğrultusunda, L değerinde azalma meydana geldiği görülmüştür. Taze brokolide, L değeri daha yüksek bulunmuştur. Uygulanan işlemler sonucunda brokolilerde renk koyulaşması meydana geldiği saptanmıştır.



Şekil 4.11: Taze brokolide sap ve çiçek kısımlarının L, a, b değerleri

Haşlama uygulamalarının L değeri (sap ve çiçek) üzerindeki değişimi Şekil 4.12’de, istatistiksel analiz sonuçları da Tablo 4.5’te gösterilmiştir. Yapılan haşlama işlemleri sonucunda, taze brokoliye en yakın L değeri normal haşlama işlemi uygulamasıyla elde edilmiştir. Uygulanmış olan çok yüksek ve orta güç mikrodalga haşlama işlemlerinin, brokolinin L değeri üzerinde meydana getirdiği değişimler benzer olup, birbirleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($p>0,05$).

Yapılan çalışmalar, brokoliye uygulanan farklı ısı işlemlerin L değerinde düşüş meydana getirdiğini göstermektedir (Guillen ve diğ. 2017). Aynı familyadan olan brüksel lahanalarına farklı haşlama işlemleri uygulanmış olup, her farklı işlemde L değerlerinde düşme meydana geldiği gözlenmiştir (Olivera ve diğ. 2008). Farklı ısı işlemlerin uygulandığı bir başka çalışma, taze brokoliyle kıyaslandığı zaman yapılan haşlama işlemlerinin L değerinde düşüş meydana getirdiğini ortaya koymuştur (Pellegrini ve diğ. 2010).



Şekil 4.12: Haşlama uygulamalarının L değeri üzerindeki değişimleri

Tablo 4.5: Haşlama işlemlerinden sonra brokolinin L değerleri¹

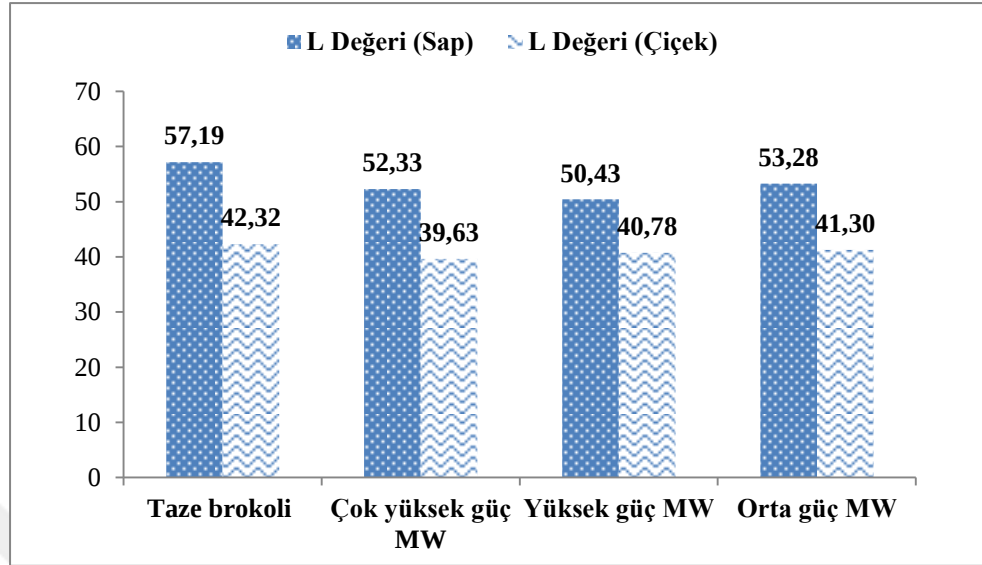
Uygulamalar	L Değeri(sap)	L Değeri(çiçek)
Taze Brokoli	57,19 ±1,23 a	42,32±2,27 a
Normal Haşlama	53,69±0,25 b	41,69±0,74 a
Çok yüksek güç MW	52,33±1,56 bc	39,63±0,08 a
Yüksek güç MW	50,43±1,20 c	40,78±1,35 a
Orta güç MW	53,28±0,84 bc	41,30±0,79 a

¹Farklı harflerle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiksel açıdan önemlidir (p<0,05).

Mikrodalga haşlama işleminin brokoli üzerindeki renk değişimi Şekil 4.13'te, istatistiksel analiz sonuçları da Tablo 4.6'da sunulmuştur. Şekil 4.13'e göre uygulanan üç farklı güçteki mikrodalga haşlama işleminde, tazeye en yakın sonuç orta güçteki mikrodalga haşlama işlemiyle elde edilmiştir. Hem çiçek hem de sap kısımlarında elde edilen değişimler benzer olmuştur. Yani mikrodalga güç seviyesi arttıkça renkte koyulaşma derecesi de artmıştır. Uygulanan haşlama işlemlerinin brokolinin L değeri (sap) üzerinde etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,05). Brokolinin L değeri (çiçek) üzerinde tek belirgin farklılığın çok yüksek güçteki mikrodalga haşlama işlemiyle elde edildiği, diğer uygulamalar arasındaki farkın önemsiz olduğu görülmüştür (p>0,05).

Yapılan bir başka çalışmada, normal haşlama ve mikrodalga haşlama işlemi uygulanmış ve her iki uygulamada da L değerinde düşüş meydana geldiği

görülmüştür. Taze brokoliyle kıyaslandığında L değerinde en fazla düşüşün mikrodalga haşlama işleminde olduğu görülmüştür (Ramos dos Reis ve diğ. 2015a).



Şekil 4.13: Mikrodalga uygulamasının L değeri üzerine etkisi

Tablo 4.6: Mikrodalga uygulamaları sonucu L değerleri¹

Mikrodalga Uygulamaları	L Değeri(sap)	L Değeri(çiçek)
Taze Brokoli	57,19±1,23 a	42,32±2,27 a
Çok yüksek güç MW	52,33±1,56 b	39,63±0,08 a
Yüksek güç MW	50,43±1,20 b	40,78±1,35 a
Orta güç MW	53,28±0,85 b	41,30±0,79 a

¹Farklı harflerle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiksel açıdan önemlidir (p<0,05).

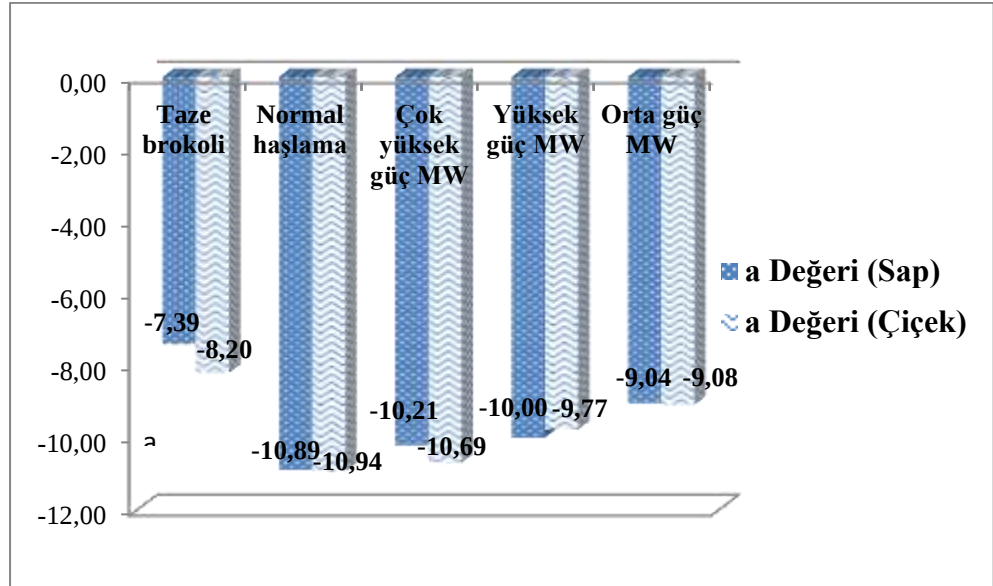
4.1.1.2 a Değeri Değişimi

Çalışmamızda uygulanmış olan farklı haşlama işlemleri brokolilerin a değerinde artışa sebep olmuştur. Yapılan analiz sonuçları taze brokoli ile kıyaslandığında, uygulanmış olan ısı işlemler, brokolinin a değeri (yeşillik) üzerinde olumlu bir artış göstermiştir. Farklı haşlama yöntemleri arasında belirgin bir farklılık gözlenmezken; farklı güçteki mikrodalga uygulamalarında değişimler görülmüştür.

Şekil 4.14'te, farklı haşlama yöntemlerinin brokolinin a değeri (yeşillik) üzerindeki değişimleri, Tablo 4.7'de de istatistiksel analiz sonuçları sunulmuştur. Uygulanmış olan haşlama yöntemlerinin, brokolinin sap kısmına ait a değeri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunurken; çiçek kısmına ait a değeri üzerindeki etkisi önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Isıl işlem sonunda brokoli örneklerinde tespit edilen yeşil renk değerindeki artış, literatürde farklı sebzeler için de bildirilmiştir. Türkmen ve diğ. (2006), mikrodalga ile ısıtma işlemi görmüş ıspanak ve bezelyelerde yeşil renk değerinin arttığını tespit etmişlerdir. Bu artışın, ısıtma işlemin hücre membranını tahrip etmesi sonucunda hücreler arasındaki boşluklarda hücre özsuyunun hava ile yer değiştirerek opaklığı düşürmesinden kaynaklandığını bildirmişlerdir (Aktaş ve Bakkalbaş 2016).

Yapılan bir başka çalışmada ise, brokoliye uygulanan normal haşlama işlemi a değerinde artış meydana getirirken, mikrodalga ile yapılan haşlama işleminde azalma meydana gelmiştir. Bu durum, havanın ve diğer çözünmüş gazların hücreler tarafından kaybedilmesiyle bunların haşlama suyu ile yer değiştirmesinden kaynaklanan yüzey yansıtma özellikleri ve haşlanmış brokolinin dokularındaki ışık nüfusunun değişimiyle ilişkilendirilmiştir (Pellegrini ve diğ. 2010).



Şekil 4.14: Farklı haşlama yöntemlerinin a değeri üzerindeki değişimleri

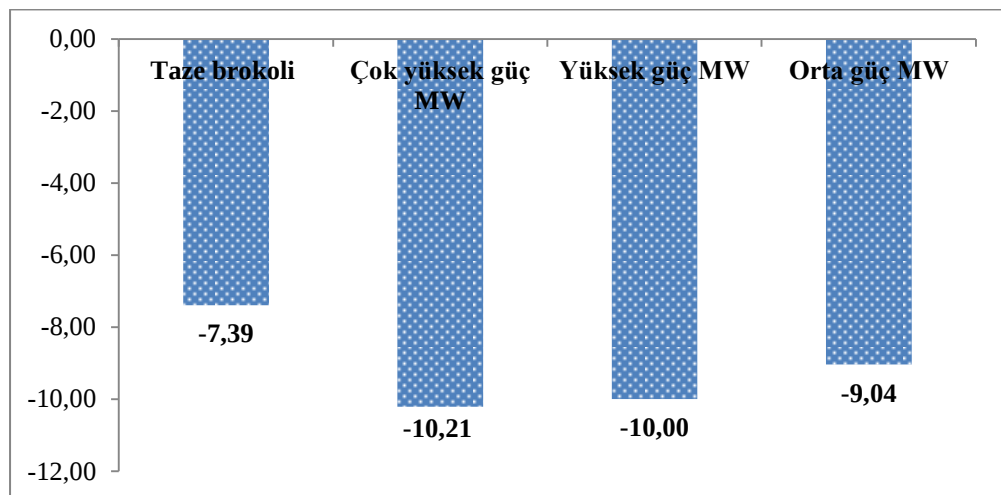
Tablo 4.7: Haşlama işlemlerinden sonra brokolinin a değerleri¹

Uygulamalar	a Değeri (sap)	a Değeri (çiçek)
Taze Brokoli	-7,39±0,60 a	-8,20±0,17 a
Normal Haşlama	-10,89±0,45 d	-10,94±0,06 d
Çok yüksek güç MW	-10,21±0,33 cd	-10,69±0,39 d
Yüksek güç MW	-10,00±0,38 c	-9,77±0,06 c
Orta güç MW	-9,04±0,04 b	-9,08±0,02 b

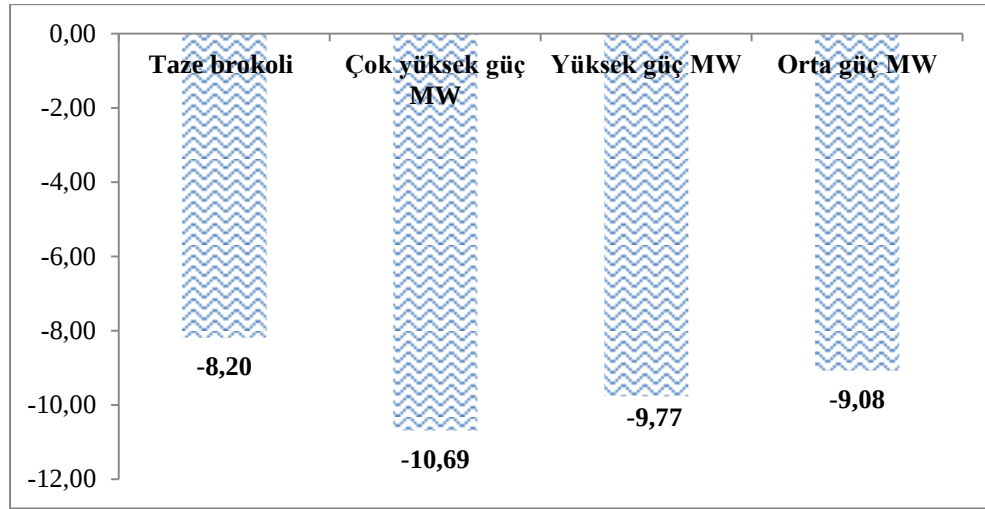
¹Farklı harflerle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiksel açıdan önemlidir (p<0,05).

Uygulanan farklı güçteki mikrodalga haşlama işlemlerinin, brokolinin sap ve çiçek kısımlarındaki a değeri değişimleri sırasıyla Şekil 4.15 ve Şekil 4.16'da detaylı olarak gösterilmiştir. Uygulanan farklı güçteki mikrodalga haşlama işlemleri, brokolinin a değeri (sap ve çiçek) üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,05) (Tablo 4.8).

Yapılan çalışmalarda, taze fasulyeye üç farklı güçte mikrodalga haşlama işlemi uygulanmış olup a değerinde artış görülmüştür. En fazla artış en yüksek güçteki mikrodalga gücünde tespit edilmiştir (Ruiz-Ojeda ve diğ. 2013). Benzer şekilde brüksel lahanasına da mikrodalga haşlama işlemi ve normal haşlama işlemi uygulanmış ve her iki uygulama sonucunda a değerinde artış olduğu görülmüştür (Olivera ve diğ. 2008).



Şekil 4.15: Mikrodalga uygulamalarının a değeri (sap) üzerine etkisi



Şekil 4.16: Mikrodalga uygulamalarının a değeri (çiçek) üzerine etkisi

Tablo 4.8: Mikrodalga uygulamaları sonucu a değerleri¹

Mikrodalga Uygulamaları	a Değeri (sap)	a Değeri (çiçek)
Taze Brokoli	-7,39±0,06 a	-8,20±0,17 a
Çok yüksek güç MW	-10,21±0,33 c	-10,69±0,39 d
Yüksek güç MW	-10,00±0,38 c	-9,77±0,06 c
Orta güç MW	-9,04±0,04 b	-9,08±0,02 b

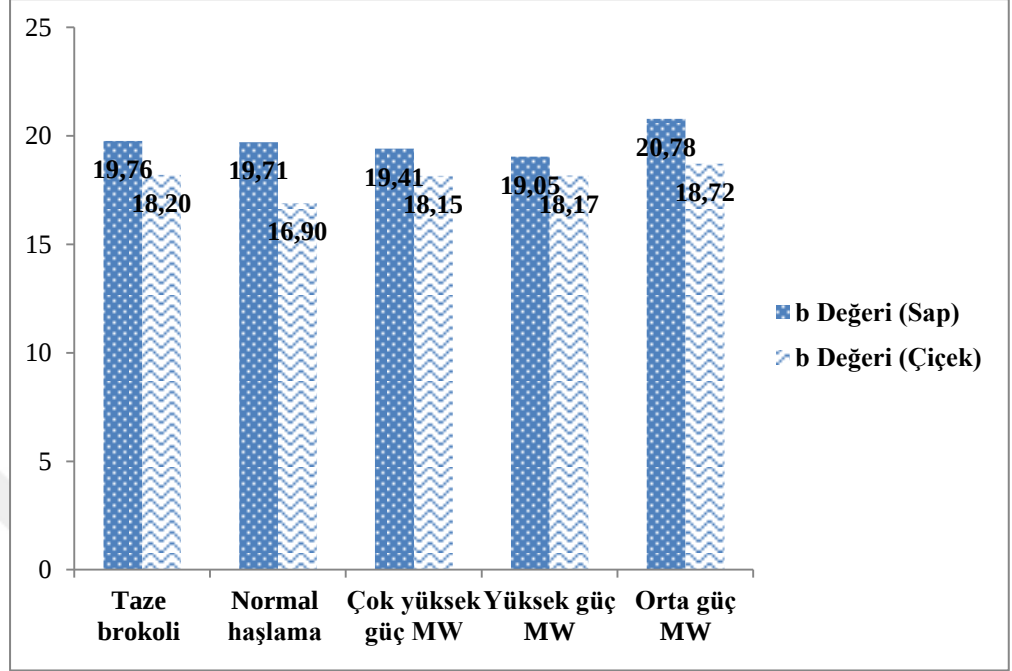
¹Farklı harflerle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiksel açıdan önemlidir (p<0,05).

4.1.1.3 b Değeri Değişimi

Brokoliye uygulanmış olan farklı haşlama yöntemleri, b değeri üzerinde gözle görülür farklılıklar meydana getirmemiştir. Normal haşlama işleminde ve çok yüksek güç mikrodalga haşlama işleminde tazeye en yakın sonuçlar elde edilirken; mikrodalga gücü azaldıkça b değeri artmış yani brokoli daha sarımsı bir renk almıştır. Bunun sebebinin, brokolinin daha geç kaynama noktasına ulaşması ve bu sırada daha fazla deformasyona uğraması olabilir.

Benzer çalışmalarda, brokoliye farklı haşlama yöntemleri uygulanmış ve b değerlerinde taze brokoliye yakın sonuçlar elde edilmiştir (Ramos dos Reis ve diğ. 2015b). Uygulanmış olan normal haşlama ve üç farklı güçteki mikrodalga haşlama işlemlerinin brokolinin b değeri üzerindeki değişimleri iki farklı grafikte Şekil 4.17’de detaylı bir şekilde sunulmuştur.

Uygulanmış olan farklı haşlama uygulamalarının, brokolinin b değeri (sap ve çiçek) üzerinde meydana getirdiği değişimler istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). İstatistiksel analiz sonuçları Tablo 4.9’da verilmiştir.



Şekil 4.17: Farklı haşlama yöntemlerinin b değeri üzerine etkisi

Tablo 4.9: Haşlama işlemlerinden sonra brokolinin b değerleri¹

Uygulamalar	b Değeri (sap)	b Değeri (çiçek)
Taze Brokoli	19,76±0,31 a	18,20±0,19 a
Normal Haşlama	19,71±0,43 a	16,90±0,21 b
Çok yüksek güç MW	19,41±0,39 a	18,15±0,17 a
Yüksek güç MW	19,05±1,56 a	18,17±0,33 a
Orta güç MW	20,78±0,07 a	18,72 ±0,05 a

¹Farklı harflerle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0,05$).

4.1.2 Tekstürel Değişimler

Uygulanan farklı haşlama yöntemlerinin, brokolinin tekstürel özellikleri üzerindeki değişimleri incelendiğinde; sertliğin en iyi korunduğu yöntemin normal haşlama işlemi olduğu belirlenmiştir. Normal haşlama ile mikrodalga haşlama işlemi

kıyaslandığında, mikrodalga ile yapılan haşlamanın daha fazla deformasyona sebep olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra mikrodalga güç seviyesi azaldıkça brokolinin sertliği daha iyi korunmuş olup taze brokoliye daha yakın sonuçlara ulaşılmıştır.

Konuyla ilgili yapılan literatür taraması sonrasında, bazı çalışmalarda brokoliye farklı haşlama yöntemleri uygulanmış ve tekstür üzerindeki değişimlerin incelendiği görülmüştür. Mikrodalga ile yapılan haşlama işleminin normal haşlama işlemine kıyasla tekstürü daha olumsuz etkilediği yani sertliğin daha düşük olduğu gözlemlenmiştir (Ramos dos Reis ve diğ. 2015a).

Tarafından gerçekleştirilen bu çalışmada, brokoliye uygulanmış olan normal haşlama işleminin, brokoli üzerinde meydana getirdiği değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

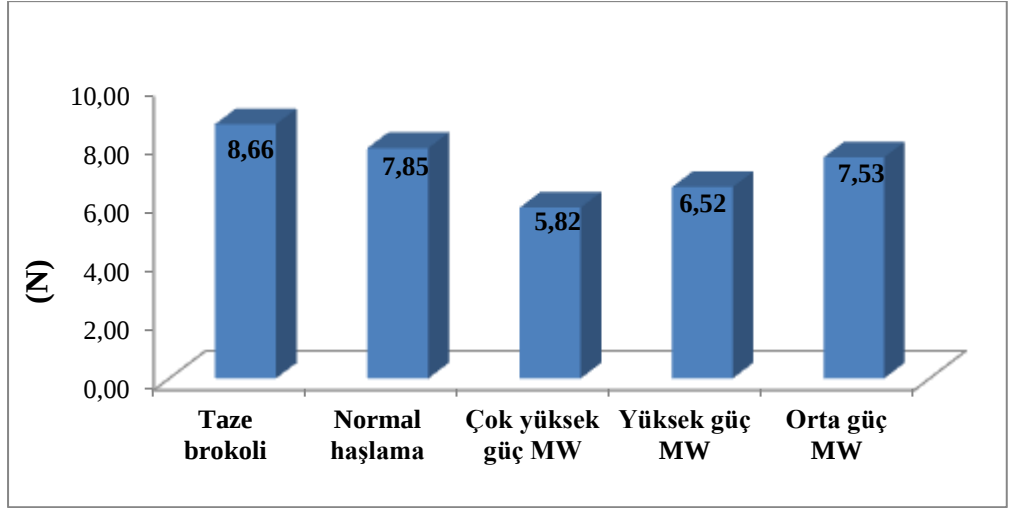
Uygulanan farklı güçteki mikrodalga haşlama işlemleri arasında belirgin değişimler görülürken; orta güç mikrodalga haşlama işlemi ile normal haşlama işlemi arasındaki değişim istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$) (Tablo 4.10).

Tablo 4.10: Haşlama işlemlerinden sonra brokolinin tekstür değeri¹

Uygulamalar	Tekstür değeri (N)
Taze Brokoli	8,66±0,30 a
Normal Haşlama	7,85±0,17 ab
Çok yüksek güç MW	5,82±0,31 b
Yüksek güç MW	6,52±0,91 ab
Orta güç MW	7,53±1,46 ab

¹Farklı harflerle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0,05$).

Farklı haşlama yöntemlerinin brokolinin tekstürel özellikleri üzerinde meydana getirdiği değişimler Şekil 4.18’de detaylı bir şekilde sunulmuştur.

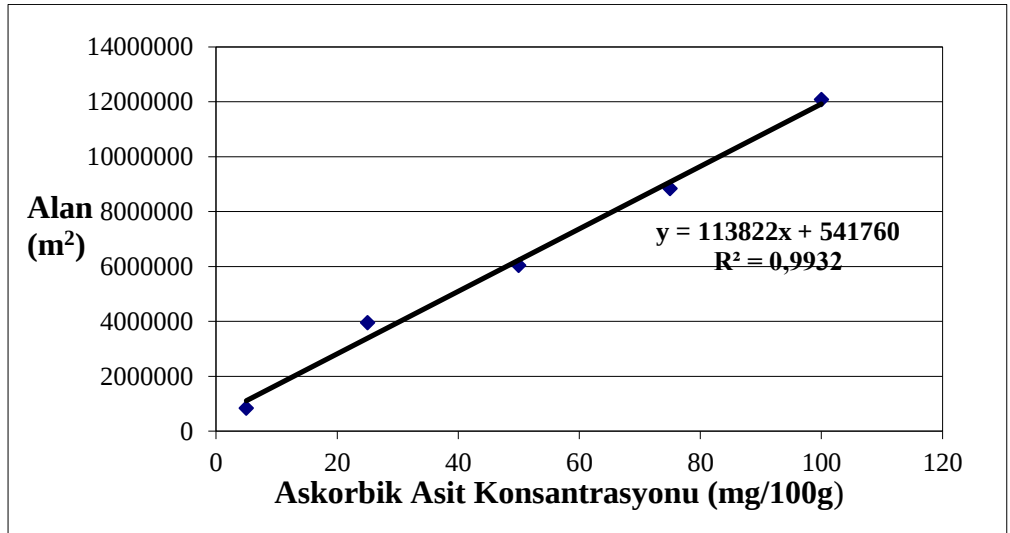


Şekil 4.18: Farklı haşlama yöntemlerinin tekstürel özellikler üzerindeki etkisi

4.1.3 Askorbik Asit Miktarındaki Değişimler

HPLC cihazı ile askorbik asit tayini için gerekli olan askorbik asit standart eğrisi öncelikle belirlenmiş ve Şekil 4.19’da verilmiştir.

Askorbik asit analizinde standart eğrinin oluşturulmasında elde edilen verilere, doğrusal regresyon analizi uygulanmış ve eğriyi tanımlayan eşitlik elde edilmiştir. Bu eşitlik yardımıyla farklı yöntemlerde uygulanan haşlama işlemlerinde brokoli örneklerinin askorbik asit içerikleri hesaplanmıştır.

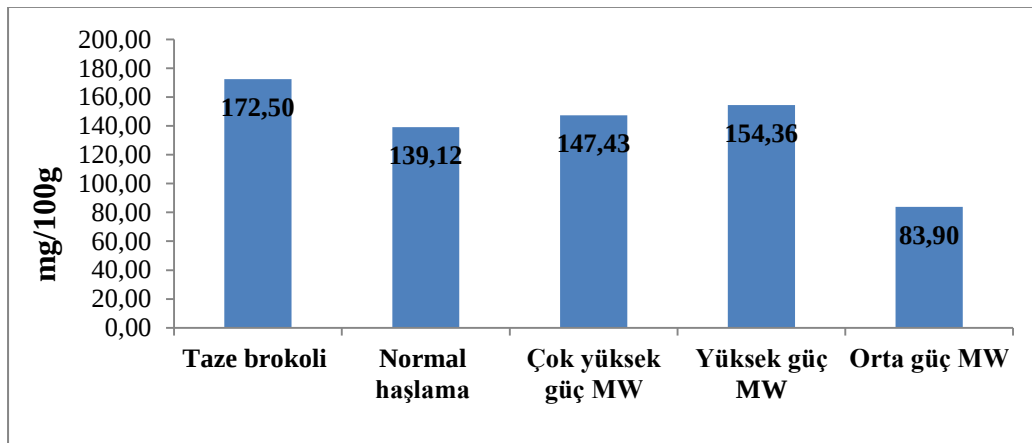


Şekil 4.19: Askorbik asit standart eğrisi

Brokolide askorbik asidin değişimi, normal haşlama ve u farklı güçte uygulanan mikrodalga haşlama işlemi yapılarak belirlenmiştir. şekil 4.20’de brokolinin askorbik asit içeriğinde meydana gelen değişimler rakamsal olarak belirtilmiş olup, detaylı olarak sunulmuştur. İstatistiksel analiz sonuçları da Tablo 4.11’de verilmiştir. Brokoliye uygulanmış olan farklı haşlama işlemlerinin, brokolinin askorbik asit içeriğinde meydana getirdiği değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Haşlama işlemlerine başlamadan önce yapılan analizlerde, askorbik asit miktarı taze brokolide 172,50 mg/100g yaş madde olarak saptanmıştır. Yapılan çalışmalarda, brokolide yaş esas üzerinden askorbik asit miktarı 129,5 mg/100g olarak belirlenmiştir (Munyaka ve diğ. 2010). Başka bir çalışmada brokolide yapılan askorbik asit içeriği analizleri incelendiğinde, brokolinin askorbik asit içeriği 374,1 mg/100g olarak tespit edilmiştir (Patras ve diğ. 2011). Bir başka çalışmada ise taze brokolinin yaş esas üzerinden askorbik asit içeriği 103,01 mg/100g bulunmuştur (Ozan ve Bilişli 2008).

Haşlama işleminin askorbik asit üzerine etkisinin belirlenmesi için yapılan bir çalışmada ise; brokolinin askorbik asit içeriğinin geleneksel haşlamaya kıyasla mikrodalga haşlama işlemiyle daha iyi korunduğunu tespit edilmiştir (Ruiz-Ojeda ve diğ. 2013).Yapılan bir diğer çalışmada; brokoliye normal haşlama ve mikrodalga haşlama işlemi uygulanmış ve askorbik asit içeriğine bakılmıştır. Sonuçlara göre, mikrodalga haşlama işleminde askorbik asit içeriğinin daha iyi korunduğu görülmüştür (Patricia ve diğ. 2011).



şekil 4.20: Farklı haşlama yöntemlerinin askorbik asit miktarı üzerine etkisi

Tablo 4.11: Haşlama işlemlerinden sonra brokolinin askorbik asit değeri¹

Uygulamalar	Askorbik Asit değeri (mg/100g)
Taze Brokoli	172,50±10,55 a
Normal Haşlama	139,12±12,06 a
Çok yüksek güç MW	147,43±0,73 a
Yüksek güç MW	154,36±11,58 a
Orta güç MW	83,90±27,90 b

¹Farklı harflerle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiksel açıdan önemlidir (p<0,05).

4.2 Kullanılan Farklı Haşlama Çözeltilerinin Brokolinin Haşlanması Üzerindeki Etkileri

Taze brokolilere uygulanan farklı haşlama yöntemleri son ürün kalitesinde değişimler meydana getirirken, kullanılacak olan farklı haşlama çözeltilerinin de ne tür etkiler meydana getirebileceği araştırılmıştır. Buna yönelik olarak iki farklı konsantrasyonda (0,2 g/100ml ve 0,5 g/100ml) sitrik asit çözeltileri hazırlanmış olup, haşlama suyu olarak bu çözeltiler eklenmiştir. Belirlenen kalite parametreleri üzerinde meydana getirdiği değişimler araştırılmıştır.

4.2.1 Renk Değişimi

Taze brokolide renk değişimi analizleri için; öncelikle brokolilerin sap ve çiçek kısımları birbirinden ayrılmış olup her iki kısımda da değişimler incelenmiştir. Hazırlanmış olan 0,2 g/100ml ve 0,5 g/100ml konsantrasyonlardaki sitrik asit çözeltileriyle haşlama işlemi yapılmış ve brokolinin renk kalitesi üzerinde meydana getirdiği değişimler incelenmiştir.

4.2.1.1 L Değeri Değişimi

Hazırlanmış olan 0,2 g/100ml ve 0,5 g/100ml konsantrasyonlarındaki sitrik asit çözeltileriyle yapılan haşlama işlemlerinde; taze brokoliyle kıyaslandığında L değerinde azalma olduğu gözlenmiştir. Taze brokoliye en yakın sonuç, orta güçteki mikrodalga gücüyle birlikte 0,5 g/100ml sitrik asit çözeltisi uygulaması birleşimiyle elde edilmiştir.

Uygulanan sitrik asit çözeltileri az da olsa taze brokoliye daha yakın L değerlerinin elde edilmesine yardımcı olmuştur. Yapılan çalışmalarda, brokoliye 12 g/L süktroz uygulaması yapılmış ve renk değışimi incelendiğinde benzer şekilde L değeri azalma olduğu gözlenmiştir (Xu ve diğ. 2016).

Brokoliye uygulanmış olan haşlama işlemleri aşağıda verilmiş olan harflerle kodlanmıştır;

A: Taze Brokoli

B: Normal Haşlama

C: 0,2 Sitrik Asit çözeltisiyle yapılan normal haşlama

D: 0,5 Sitrik Asit çözeltisiyle yapılan normal haşlama

E: Çok yüksek güç mikrodalgada haşlama

F: Yüksek güç mikrodalgada haşlama

G: Orta güç mikrodalgada haşlama

H: 0,2 Sitrik Asit çözeltisiyle yapılan çok yüksek güç mikrodalga haşlama

I: 0,5 Sitrik Asit çözeltisiyle yapılan çok yüksek güç mikrodalga haşlama

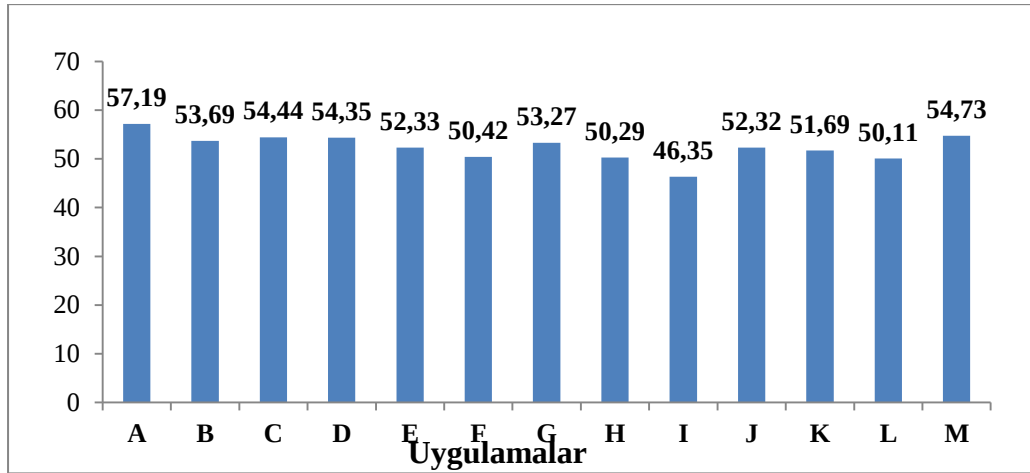
J: 0,2 Sitrik Asit çözeltisiyle yapılan yüksek güç mikrodalga haşlama

K: 0,5 Sitrik Asit çözeltisiyle yapılan yüksek güç mikrodalga haşlama

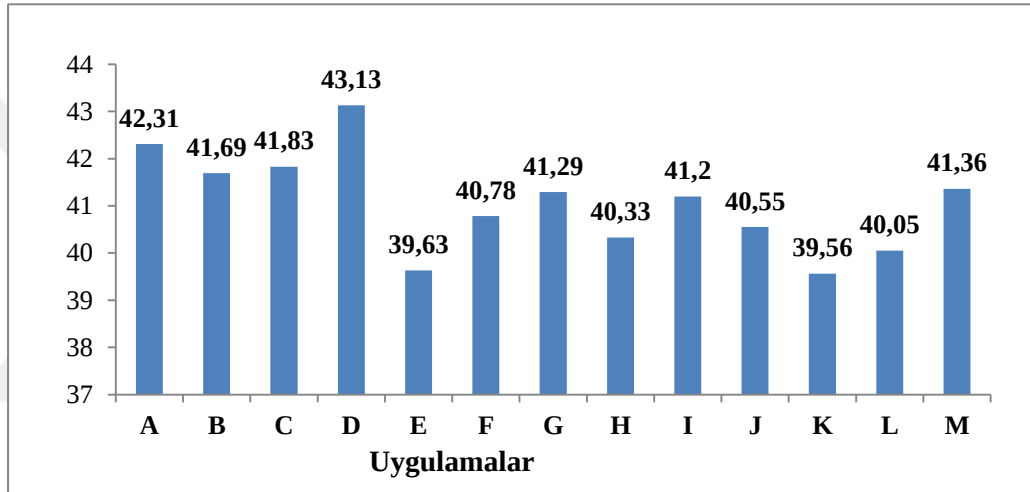
L: 0,2 Sitrik Asit çözeltisiyle yapılan orta güç mikrodalga haşlama

M: 0,5 Sitrik Asit çözeltisiyle yapılan orta güç mikrodalga haşlama

Farklı konsantrasyondaki sitrik asit çözeltileri ile yapılan haşlama işlemlerinde, su kullanılarak yapılan uygulamalara kıyasla tazeye daha yakın sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Farklı haşlama çözeltilerinin L değeri üzerindeki değışimi Şekil 4.21 ve Şekil 4.22’de geniş bir şekilde sunulmuştur. İstatistiksel analiz sonuçları da Tablo 4.12’de verilmiştir.



Şekil 4.21: Farklı haşlama çözeltilerinin L değeri (sap) üzerindeki etkisi



Şekil 4.22: Farklı haşlama çözeltilerinin L değeri (çiçek) üzerindeki etkisi

Tablo 4.12: Haşlama işlemlerinden sonra brokolinin L değeri¹

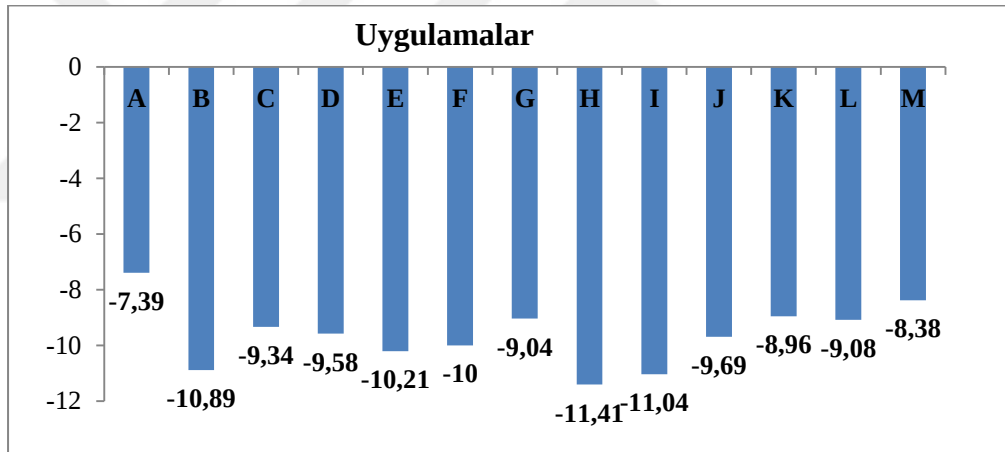
Uygulamalar	L Değeri (sap)	L Değeri (çiçek)
A	57,19±1,23 a	42,31±2,27 ab
B	53,69±0,25 abc	41,69±0,74 ab
C	54,44±2,92 ab	41,83±1,32 ab
D	54,35±1,51 ab	43,13±1,00 a
E	52,33±1,56 bc	39,63±0,08 b
F	50,42±1,20 c	40,78±1,35 ab
G	53,27±0,84 bc	41,29±0,79 ab
H	50,29±0,83 c	40,33±0,55 ab
I	46,35±3,35 d	41,2±4,03 ab
J	52,32±0,60 bc	40,55±0,33 ab
K	51,69±1,23 bc	39,56±0,35 b
L	50,11±0,04 c	40,05±0,09 ab
M	54,73±0,13 ab	41,36±0,89 ab

¹Farklı harflerle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiksel açıdan önemlidir (p<0,05).

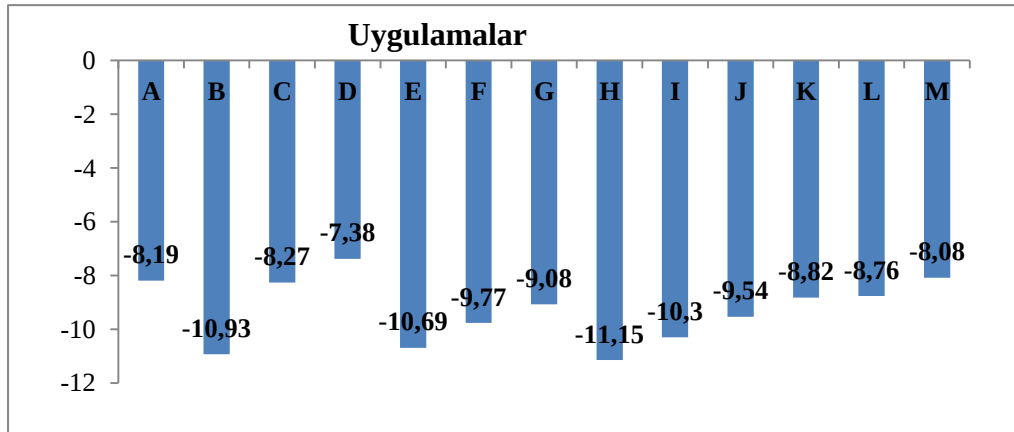
4.2.1.2 a Değeri Değişimi

Brokoliye uygulanan farklı haşlama yöntemlerine ek olarak kullanılan, iki farklı konsantrasyondaki (0,2 g/100ml ve 0,5 g/100ml) sitrik asit çözeltisi ile yapılan haşlama uygulaması brokolinin a değeri üzerinde artışa sebep olmuştur. Bu artışın en belirgin görüldüğü uygulama 0,2 g/100ml konsantrasyonundaki sitrik asit çözeltisi ile yapılan çok yüksek güç uygulamasındaki mikrodalga haşlama işlemi olmuştur. Taze brokoliye en yakın sonuç ise 0,5 g/100ml sitrik asit çözeltisi ile yapılan orta güç mikrodalga haşlama işleminde elde edilmiştir.

Şekil 4.23 ve Şekil 4.24’de kullanılan farklı haşlama çözeltileriyle beraber yapılan farklı haşlama yöntemlerinin brokolinin a değeri üzerindeki değişimi detaylı olarak rakamlarıyla beraber sunulmuştur. İstatistiksel analiz sonuçları da Tablo 4.13’de gösterilmiştir.



Şekil 4.23: Farklı haşlama çözeltilerinin a değeri (sap) üzerindeki etkisi



Şekil 4.24: Farklı haşlama çözeltilerinin a değeri (çiçek) üzerindeki etkisi

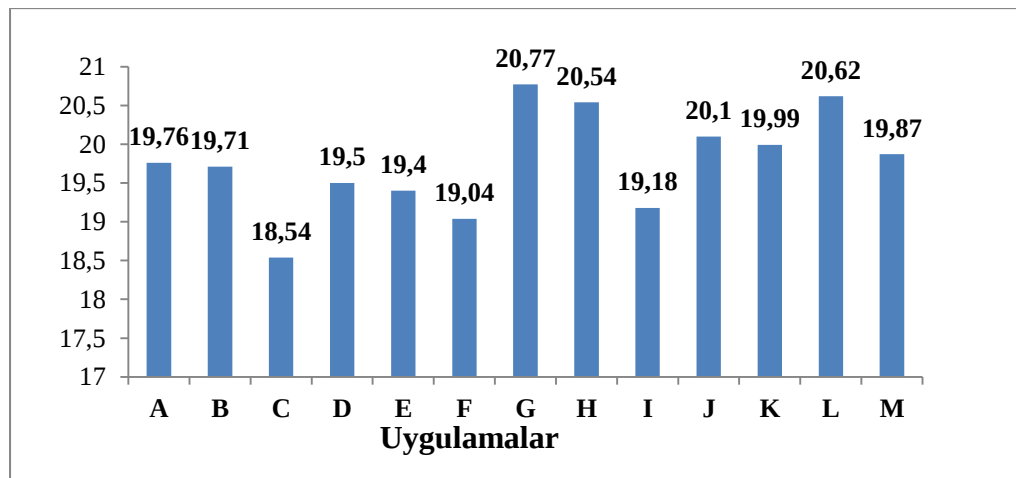
Tablo 4.13: Haşlama işlemlerinden sonra brokolinin a değeri¹

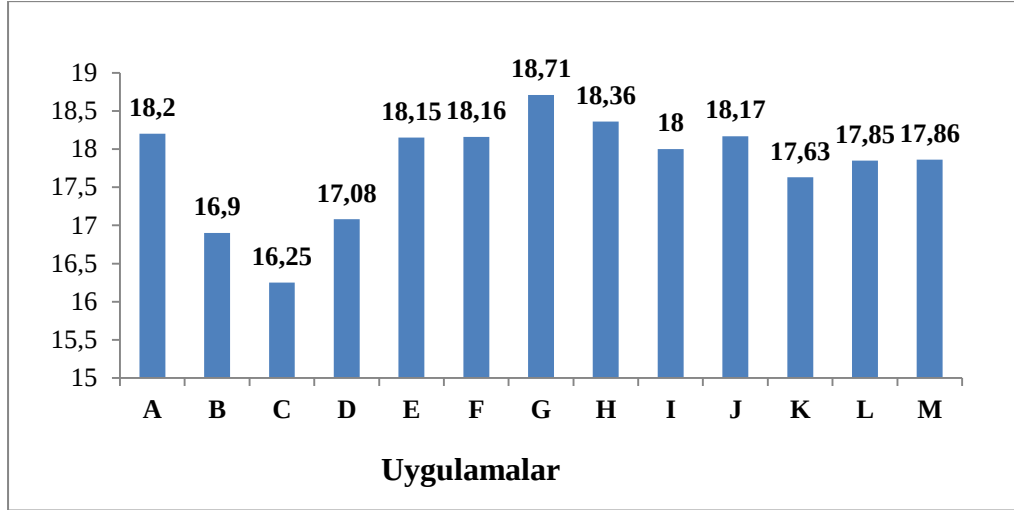
Uygulamalar	a Değeri (sap)	a Değeri (çiçek)
A	-7,39±0,06 a	-8,19±0,17 a
B	-10,89±0,45 ef	-10,93±0,06 ef
C	-9,34±0,85 cd	-8,27±0,36 b
D	-9,58±0,43 cd	-7,38±0,24 a
E	-10,21±0,33 de	-10,69±0,39 ed
F	-10±0,38 d	-9,77±0,06 c
G	-9,04±0,04 bc	-9,08±0,02 b
H	-11,41±0,63 f	-11,15±0,06 f
I	-11,04±0,04 ef	-10,3±0,18 d
J	-9,69±0,24 cd	-9,54±0,28 c
K	-8,96 ±0,01bc	-8,82±0,09 b
L	-9,08±0,10 bc	-8,76±0,12 b
M	-8,38±0,10 b	-8,08±0,06 a

¹Farklı harflerle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiksel açıdan önemlidir (p<0,05).

4.2.1.3 b Değeri Değişimi

Uygulanan farklı haşlama çözeltilerinin b değeri üzerindeki değişimi Şekil 4.25 ve Şekil 4.26'da geniş bir şekilde sunulmuştur. Farklı konsantrasyondaki sitrik asit çözeltileri mikrodalga haşlama işlemiyle birlikte uygulandığı zaman b değerinde artışa sebep olmuştur. En yüksek b değeri orta güç mikrodalga haşlama işleminde elde edilmiş olup sitrik asit çözeltileriyle beraber uygulandığında belirgin bir farklılık olmadığı görülmüştür. Farklı haşlama yöntemleriyle birlikte uygulanan sitrik asit çözeltilerinin; brokolinin b değeri üzerinde meydana getirdiği değişimler istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (p>0,05) (Tablo 4.14).

**Şekil 4.25:** Farklı haşlama çözeltilerinin b değeri (sap) üzerindeki etkisi



Şekil 4.26: Farklı haşlama çözeltilerinin b değeri (çiçek) üzerindeki etkisi

Tablo 4.14: Haşlama işlemlerinden sonra brokolinin b değeri¹

Uygulamalar	b Değeri (sap)	b Değeri (çiçek)
A	19,76±0,31 abc	18,2±0,19 ab
B	19,71±0,43 abc	16,9±0,21 de
C	18,54±1,08 c	16,25±0,16 e
D	19,5±0,14 abc	17,08±0,37 cde
E	19,4±0,39 abc	18,15±0,17 ab
F	19,04±1,56 bc	18,16±0,33 ab
G	20,77±0,07 a	18,71±0,05 a
H	20,54±0,74 ab	18,36±0,18 ab
I	19,18±0,96 abc	18±1,20 abc
J	20,1±0,31 abc	18,17±0,10 ab
K	19,99±0,38 abc	17,63±0,27 bcd
L	20,62±0,04 ab	17,85±0,05 abc
M	19,87 ±0,14 abc	17,86±0,10 abc

¹Farklı harflerle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiksel açıdan önemlidir (p<0,05).

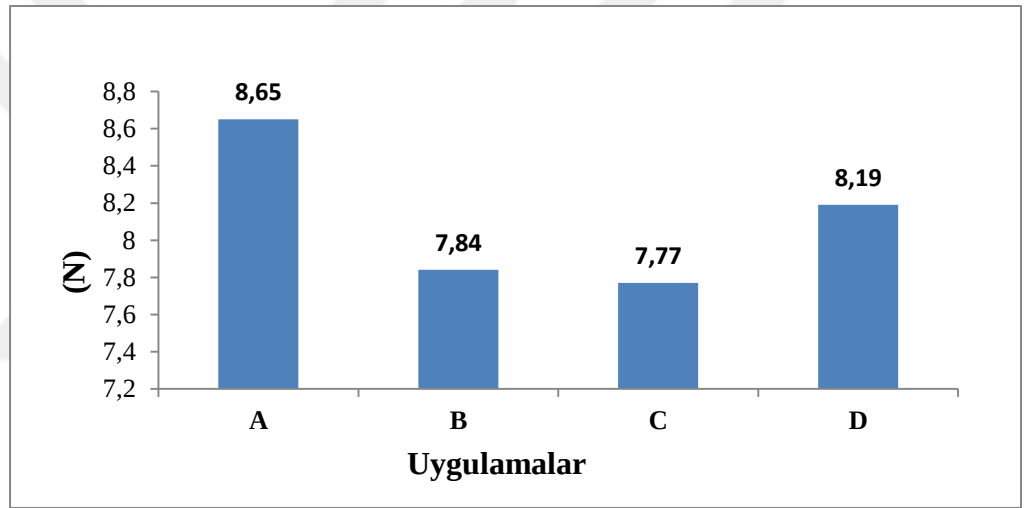
4.2.2 Tekstürel Değişimler

Hazırlanmış olan farklı konsantrasyondaki sitrik asit çözeltileri ile yapılan haşlama işlemlerinde, tekstürel özelliklerin daha iyi korunduğu görülmüştür. Şekil 4.27'de görüldüğü üzere; 0,5 g/100ml sitrik asit çözeltisi ile yapılan haşlama işleminde taze brokoliye en yakın tekstür değeri elde edilmiştir.

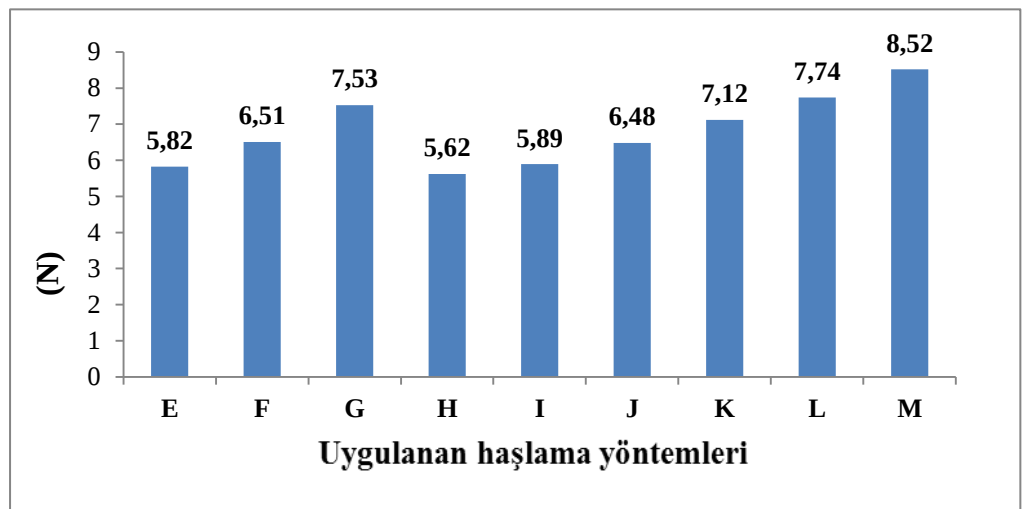
Yapılan çalışmalarda, düşük konsantrasyonda asidik elektrolize su ile (4mg/L) düşük sıcaklıkta gerçekleştirilen haşlama işlemi sonrası örneklerin besin ve kalite parametreleri incelenmiştir. Elektrolize su, bir elektrolize su üretici

kullanılarak seyreltik sodyum klorür çözeltisinin elektrolizi ile elde edilmiştir. Elektrolize su ile yapılan muamelenin brokoli örneklerinde tekstürün iyileşmesini sağladığı, sertliğin artmasına sebep olduğu saptanmıştır (Liu ve diğ. 2017).

Çalışmamızda hazırlanmış olan sitrik asit çözeltileri ile yapılan haşlama uygulamaları mikrodalga haşlama işlemi üzerinde de tekstürel yapının korunmasına katkıda bulunmuştur. Orta güçteki mikrodalga haşlama işlemi, 0,5 g/100ml sitrik asit çözeltisi ile beraber yapıldığında taze brokoliye en yakın tekstür değeri elde edilmiştir. Sonuçlar Şekil 4.28’de rakamsal olarak sunulmuştur. Bu verilere göre; mikrodalga gücü azaltılıp, sitrik asit konsantrasyonu arttırıldıkça, istenilen tekstür yapısına ulaşıldığı görülmüştür.



Şekil 4.27: Farklı haşlama çözeltilerinin sertlik değeri üzerindeki etkisi



Şekil 4.28: Farklı haşlama çözeltilerinin sertlik değeri üzerindeki değişimi

4.2.3 Askorbik Asit Miktarındaki Değişimler

Brokoliye uygulanan haşlama işlemleri askorbik asit içeriğinde azalma meydana getirmiştir. Bununla beraber kullanılan farklı konsantrasyondaki sitrik asit çözeltileri ile yapılan haşlama uygulamalarında askorbik asit içeriğinde belirgin bir değişim olmadığı görülmüştür. Sitrik asit konsantrasyonu arttıkça brokolinin askorbik asit içeriğinde kayıplar azalmıştır. Şekil 4.29'da normal haşlama ve bu haşlama işlemiyle birlikte uygulanan farklı konsantrasyondaki çözeltilerin, brokolinin askorbik asit değeri üzerindeki değişimi gösterilmiştir.

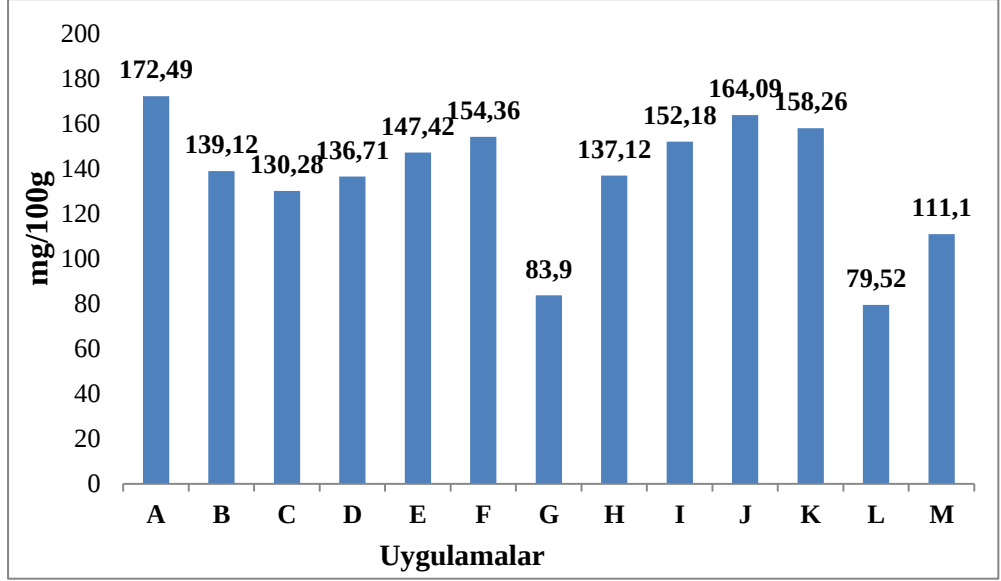
Farklı konsantrasyondaki sitrik asit çözeltileriyle yapılan haşlama uygulamalarının, brokolinin askorbik asit içeriğinde meydana getirdiği değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4.15).

Konuyla ilgili olarak yapılan bazı çalışmalarda aşağıda özetle verilen sonuçlar elde edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada, farklı çözeltilerle haşlama denemeleri yapılmıştır. Farklı konsantrasyondaki CaCl_2 ile muamele edilen brokolilerde antioksidan aktivitenin arttığı gözlenmiştir (Yang ve diğ. 2016).

Brokoliye uygulanan mikrodalga haşlama işlemi, normal haşlama işlemine kıyasla askorbik asit içeriğini daha iyi korumuştur. Mikrodalga gücü azaldıkça, brokolideki askorbik asit kaybı azalmıştır. Fakat uygulanan orta güç mikrodalga haşlama işleminde, brokolinin askorbik asit içeriğinde büyük bir düşüş görülmüştür. Bunun sebebi olarak, brokolinin düşük sıcaklık ve düşük güçteki mikrodalga haşlama işlemi sırasında, suya geçen askorbik asit içeriğinin fazlalığı olarak ifade edilmiştir.

Haşlama işlemi ile birlikte uygulanan farklı konsantrasyondaki sitrik asit çözeltileri askorbik asit içeriğini olumlu etkilemekle beraber uygulanan sitrik asit konsantrasyonu arttırıldıkça askorbik asit seviyesinin yükseldiği görülmüştür.



Şekil 4.29: Farklı haşlama çözeltilerinin askorbik asit değeri üzerindeki etkisi

Tablo 4.15: Haşlama işlemlerinden sonra brokolinin askorbik asit değeri¹

Uygulamalar	Askorbik asit içeriği (mg/100g)
A	172,49±10,55 a
B	139,12±12,06 abc
C	130,28±3,04 bc
D	136,71±12,3 abc
E	147,42±0,73 abc
F	154,36±11,58 ab
G	83,9±27,90 d
H	137,12±3,56 abc
I	152,18±38,26 ab
J	164,09±12,45 ab
K	158,26±8,22 ab
L	79,52±13,81 d
M	111,1±19,88 cd

¹Farklı harflerle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiksel açıdan önemlidir (p<0,05).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmada ulaşılmış olan başlıca sonuçlar aşağıda maddeler halinde özetle sunulmuştur:

1.Brokoliye uygulanmış olan farklı haşlama yöntemlerinin renk parametresi üzerindeki etkisi incelendiğinde; brokolinin L değerinde (sap ve çiçek) düşüş olduğu görülmüştür. Taze brokolide L değeri sap kısmı için 57,19; çiçek kısmı için 42,32 olarak belirlenmiştir. Uygulanmış olan normal haşlama işlemi ile L değerinde sap kısmında % 6,1; çiçek kısmında %1,4 oranında düşüşe sebep olmuştur. Mikrodalga haşlama işlemiyle kıyaslandığı zaman en fazla düşüşün sap kısmında % 8,4; çiçek kısmında ise %6,3 oranı ile çok yüksek güç mikrodalga haşlamada olduğu saptanmıştır. Buradan, mikrodalga güç seviyesi arttıkça brokolinin rengindeki koyulaşma derecesinin de artmış olduğu ifade edilebilir. Taze brokoliye en yakın sonuç, normal haşlama ve orta güç mikrodalga haşlama işlemi ile elde edilmiştir.

2.Uygulanmış olan haşlama yöntemleri, brokolinin (sap ve çiçek), a değeri (yeşillik) üzerinde olumlu bir artışa sebep olmuştur. Taze brokoliye en yakın a değeri orta güç mikrodalga haşlama işlemiyle elde edilirken; en fazla a değeri artışı normal haşlama işlemiyle elde edilmiştir. Uygulanan farklı güçteki mikrodalga haşlama işlemlerinin, brokolinin a değeri (sap ve çiçek) üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.

3.Brokoliye uygulanmış olan normal haşlama ve mikrodalga haşlama işlemleri, brokolinin b değeri (sap ve çiçek) üzerinde belirgin bir değişime sebep olmamıştır. Mikrodalga haşlama işleminde, mikrodalga gücü azaldıkça b değeri artmış yani brokoli daha sarımsı bir renk almıştır. Bunun sebebi olarak, güç seviyesinin azalmasıyla birlikte haşlama çözeltisinin daha geç kaynama noktasına ulaşmasından kaynaklandığı düşünülmüştür.

4.Brokolinin tekstürel özellikleri incelendiğinde, taze brokoliye en yakın sertlik değerinin normal haşlama işlemiyle elde edildiği görülmüştür. Normal haşlama işlemiyle mikrodalga haşlama işlemi kıyaslandığında mikrodalgada yapılan haşlamanın sertlik üzerinde daha fazla deformasyona sebep olduğu görülmüştür. Mikrodalga güç seviyesi arttıkça sert yapıdaki deformasyon artmakta olup, orta güç

mikrodalga haşlama işlemiyle taze brokolinin sertlik değerine yakın değerlere ulaşılmıştır. Uygulanan farklı güçteki mikrodalga haşlama işlemleri arasında belirgin değişimler görülürken; orta güç mikrodalga haşlama işlemi ile normal haşlama işlemi arasındaki değişim istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur.

5. Uygulanmış olan haşlama yöntemleri arasında; askorbik asit içeriğini en iyi koruyan yöntemin mikrodalga haşlama işlemi olduğu görülmüştür. Çok yüksek güç ve yüksek güç mikrodalga haşlama işlemleriyle, brokolinin askorbik asit içeriğinde yükselme görülürken; orta güç mikrodalga haşlama işleminde ani bir düşüş görülmüştür. Bunun sebebi olarak, haşlama çözeltisinin kaynama noktasına gelmesinin uzun sürmesi ve bu nedenle brokolideki askorbik asit içeriğinin büyük oranda haşlama suyuna geçmesinden kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

6. Brokoliye uygulanan farklı haşlama yöntemlerine ek olarak, haşlama işleminde kullanılan suyun yerine 0,2 g/100ml ve 0,5 g/100ml konsantrasyonlarındaki sitrik asit çözeltileri kullanılmıştır. Haşlama işleminde kullanılmış olan sitrik asit çözeltileri, brokolinin sertliğinde olumlu değişimlere sebep olmuştur. Sitrik asit konsantrasyonu arttıkça sertlik daha iyi korunmuştur. Mikrodalga gücü azaltılıp, sitrik asit konsantrasyonu arttırıldıkça, istenilen sertliğe ulaşıldığı görülmüştür.

7. Haşlama işlemi ile birlikte uygulanan farklı konsantrasyondaki sitrik asit çözeltileri askorbik asit içeriğini olumlu etkilemekle beraber uygulanan sitrik asit konsantrasyonu arttırıldıkça askorbik asit seviyesinin yükseldiği görülmüştür.

8. Brokolinin L değerinde meydana gelen değişimlere bakıldığında; farklı konsantrasyondaki sitrik asit çözeltileriyle (0,2 g/100ml ve 0,5 g/100ml) yapılan haşlama işlemlerinde, sadece su kullanılarak yapılan uygulamalara kıyasla tazeye daha yakın sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Sitrik asit çözeltileri, brokolinin a değeri (sap ve çiçek) üzerinde artışa sebep olmuştur. Buna karşılık; uygulanmış olan sitrik asit çözeltileri, brokolinin b değeri (sap ve çiçek) üzerinde belirgin değişimler meydana getirmemiştir.

9. Mikrodalga haşlama işleminde uygulanan güç seviyesi, brokolinin kalite parametreleri üzerinde büyük değişimler meydana getirmiştir. Mikrodalga güç

seviyesinin çok yüksek olmamasına dikkat edilmelidir. Bunun yanı sıra, mikrodalga gücünün düşük kullanımı, haşlama suyunun kaynama noktasına geç ulaşmasına sebep olmuştur. Bu da, haşlama suyuna geçen askorbik asit miktarını arttırmış olup, brokolide yüksek miktarda askorbik asit kaybına sebep olmuştur. Bu nedenle haşlama işlemi için uygun güç seviyesinin belirlenmesi oldukça önemlidir.

10. Haşlama suyu yerine kullanılan sitrik asit çözeltisi, brokolide renk, tekstür(sertlik) ve askorbik asit değerlerinin daha iyi korunmasında etkili olmuştur. Yani, haşlama suyuna alternatif olarak kullanılan sitrik asit çözeltisiyle brokolinin besin değerleri daha iyi korunmuş olup, deformasyonlar minimuma indirilmiştir.



6. KAYNAKLAR

Aktaş, Z. Ve Bakkalbaşı, E., “Yaygın kullanılan ısıt işlemlerin beyaz lahanaların yüzey rengi, toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitesi üzerine etkisi”, *YYÜ Tarım Bil. Dergisi*, 26 (4), 505-511, (2016).

Alifakı, Y.Ö., “Nohut unu ilavesinin kekin dielektrik özellikleri ve kalite parametreleri üzerine etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara (2013).

Arbuckle, J. L., IBM SPSS statistics 33 for Windows user's guide. (2014)
http://www.sussex.ac.uk/its/pdfs/SPSS_Amos_User_Guide_22.pdf

Arın, L., Arıcı, M., Polat, S., Ateş, E., “Bazı lahanagil (*Cruciferae*) ve baklagil (*Fabaceae*) türlerinin tohum filizlerindeki kimyasal özelliklerin değişimi ve beslenme değeri”, *Journal of Agricultural Sciences*, 20, 230-238, (2014).

Bahçeci, K. S., Serpen, A., Gökmen, V., Acar, J., “Study of lipoxygenase and peroxidase as indicator enzymes in green beans: change of enzyme activity, ascorbic acid and chlorophylls during frozen storage”, *Journal of Food Engineering*, 66, 187-192, (2005).

Bevilacqua, M., D'Amore, A., Polonara, F., “A multi-criteria decision approach to choosing the optimal blanching-freezing system”, *Journal of Food Engineering*, 63, 253-263, (2004).

Cemeroğlu, B., Yemenicioğlu, A., Özkan, M., “Meyve ve Sebzelerin Bileşimi Soğukta Depolanmaları”, *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, No:24, Ankara, (2001).

Cemeroğlu, B.S.,”Meyve ve sebze işleme teknolojisi”, Nobel Yayıncılık, cilt:1, s:279, (2011).

Çurkan, A., Tamer, C. E., Çopur, Ö. U., “Dondurulmuş meyve-sebze ihracatının analizi”, *Journal of Agricultural Faculty of Uludağ Uni.*, 26 (1), 73-82, (2012).

De’Nobili, M. D., Soria, M., Martinefski, M. R., Tripodi, V. P., Fissore, E. N., Rojas, A. M., “Stability of L-ascorbic acid in alginate edible films loaded with citric acid for antioxidant food preservation”, *Journal of Food Engineering*, 175, 1-7, (2016).

Demiray, E. ve Tülek, Y., “Donmuş muhafaza sırasında meyve ve sebzelerde oluşan kalite değişimleri”, *Akademik Gıda*, 8 (2), 36-44, (2010).

Francisco, M., Velasco, P., Moreno, D. A., Garcia-Viguera, C., Cartea, M. E., “Cooking methods of Brassica rapa affect the preservation of glucosinolates, phenolics and vitamin C”, *Food Research Int.*, 43, 1455-1463, (2010).

Giovanelli, G., Zandoni, B., Lavelli, V. and Nani, R., “Water Sorption, Drying and Antioxidant Properties of Dried Tomato Products”, *Journal of Food Engineering*, 52:135-141, (2002).

Gonçalves, E. M., Pinheiro, J., Abreu, M., Brandao, T. R. S., Silva, C. L. M., “Carrot (*Daucus carota* L.) peroxidase inactivation, phenolic content and physical changes kinetics due to blanching”, *Journal of Food Engineering*, 97, 574-581, (2010).

Gökmen, V., Bahçeci, K. S., Serpen, A., Acar, J., “Study of lipoxygenase and peroxidase as blanching indicator enzymes in peas: change of enzyme activity, ascorbic acid and chlorophylls during frozen storage”, *LWT*, 38, 903-908, (2005).

Guida, V., Ferrari, G., Pataro, G., Chambery, A., Maro, A. D., Parente, A., “The effects of ohmic and conventional blanching on the nutritional, bioactive compounds and quality parameters of artichoke heads”, *LWT- Food Science and Tech.*, 53, 569-579, (2013).

Guillen, S., Mir-Bel, J., Oria, R., Salvador, M.L., “Influence of cooking conditions on organoleptic and health-related properties of artichokes, green beans, broccoli and carrots”, *Food Chemistry*, 217, 209-216, (2017).

Keçebaş, T., “Farklı haşlama uygulamalar ile saklamanın kurutulmuş brokolinin renk ve antioksidan aktivitesi üzerine etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, (2007).

Konak, Ü. İ., Certel, M., Helhel, S., “Gıda sanayisinde mikrodalga uygulamaları”, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4;3, 20-31, (2009).

Lemmens, L., Tiback, E., Svelander, C., Smout, C., Ahrne, L., Langton, M., Alminger, M., Loey, A. V., Hendrickx, M., “Thermal pretreatments of carrot pieces using different heating techniques: Effect on quality related aspects”, *Innovative Food Science and Emerging Tech.*, 10, 522-529, (2009).

Leon, M. F. F., Fernandez-Leon, A. M., Lozano, M., Ayuso, M. C., Gonzalez-Gomez, D., “Altered commercial controlled atmosphere storage conditions for ‘Parhenon’ broccoli plants (*Brassica oleracea* L. var. *Italica*). Influence on the outer quality parameters and on the health-promoting compounds”, *LWT- Food Science and Tech.*, 50, 665-672, (2013).

Lin, C. and Chang, C., “Textural change and antioxidant properties of broccoli under different cooking treatments”, *Food Chemistry*, 90, 9-15, (2005).

Liu, Q., Tan, C. S. C., Yang, H., Wang, S., “Treatment with low-concentration acidic electrolysed water combined with mild heat to sanitise fresh organic broccoli (*Brassica oleracea*)”, *LWT- Food Science and Tech.*, 79, 594-600, (2017).

Martinez, S., Perez, N., Carballo, J., Franco, I., “Effect of blanching methods and frozen storage on some quality parameters of turnip greens”, *LWT- Food Science and Tech.*, 51, 383-392, (2013).

Martins, R.C., Silva, C.L.M., “Modelling colour and chlorophyll loses of frozen green beans (*Phaseolus vulgaris*, L.)”, *International Journal of Refrigeration*, 25, 966-974, (2002).

Mazzeo, T., N’Dri, D., Chiavaro, E., Visconti, A., Fogliano, V., Pellegrini, N., “Effect of two cooking procedures on phytochemical compounds, total antioxidant capacity and colour of selected frozen vegetables”, *Food Chemistry*, 128, 627-633, (2011).

Molmann, J. A. B., Steindal, A. L. H., Bengtsson, G. B., Seljasen, R., Lea, P., Skaret, J., Johansen, T. J., “Effects of temperature and photoperiod on sensory quality and contents of glucosinolates, flavonols and vitamin C in broccoli florets”, *Food Chemistry*, 172, 47-55, (2015).

Munyaka, A. W., Oey, I., Loey, A. V., Hendrickx, M., “Application of thermal inactivation of enzymes during vitamin C analysis to study the influence of acidification, crushing and blanching on vitamin C stability in Broccoli”, *Food Chemistry*, 120, 591-598, (2010).

Ni, L., Lin, D., Barrett, D. M., “Pectin methylesterase catalyzed firming effects on low temperature blanched vegetables”, *Journal of Food Engineering*, 70, 546-556, (2005).

Olivera, D. F., Vina, S. Z., Marani, C. M., Ferreyra, R. M., Mugridge, A., Chaves, A. R., Mascheroni, R. H., “Effect of blanching on the quality of Brussels sprouts (*Brassica oleracea* L. *Gemmifera* DC) after frozen storage”, *Journal of Food Engineering*, 84, 148-155, (2008).

Ozan, S. ve Bilişli, A., “Brokolinin (*Brassica oleracea*) dondurularak muhafazasında meydana gelen değişimler”, Tr. 10. Gıda Kongresi; 21-23 Mayıs, 213-216, (2008).

Patras, A., Tiwari, B. K., Brunton, N. P., “Influence of blanching and low temperature preservation strategies on antioxidant activity and phytochemical content of carrots, green beans and broccoli”, *LWT- Food Science and Tech.*, 44, 299-306, (2011).

Patricia, C. M., Bibiana, D. Y., Jose, P. M., “Evaluation of microwave technology in blanching of broccoli (*Brassica oleracea* L. var *Botrytis*) as a substitute for conventional blanching”, *Procedia Food Science*, 1, 426-432, (2011).

Pellegrini, N., Chiavaro, E., Gardana, C., Mazzeo, T., Contino, D., Gallo, M., Riso, P., Fogliano, V., Porrini, M., “Effect of different cooking methods on color, phytochemical concentration and antioxidant capacity of raw and frozen Brassica vegetables”, *J. Agric. Food Chem.*, 58, 4310-4321, (2010).

Perez-Balibrea, S., Moreno, D.A., Garcia-Viguera, C., “Genotypic effects on the phytochemical quality of seeds and sprouts from commercial broccoli cultivars”, *Food Chemistry*, 125, 348-354, (2011).

Pezikoğlu, F., “Türkiye’de dondurulmuş meyve-sebze işleme sanayi ve Avrupa birliği karşısındaki durumu”, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Bursa, (1999).

Ramos dos Reis, L. C., Oliveira, V. R., Hagen, M. E. K., Jablonski, A., Flores, S. H., Rios, A. O., “Effect of cooking on the concentration of bioactive compounds in broccoli (*Brassica oleracea* var. *Avenger*) and cauliflower (*Brassica oleracea* var. *Alphina F1*) grown in an organic system”, *Food Chemistry*, 172, 770-777, (2015a).

Ramos dos Reis, L. C., Oliveira, V. R., Hagen, M. E. K., Jablonski, A., Flores, S. H., Rios, A. O., “Carotenoids, flavonoids, chlorophylls, phenolic compounds and antioxidant activity in fresh and cooked broccoli (*Brassica oleracea* var. *Avenger*) and cauliflower (*Brassica oleracea* var. *Alphina F1*)”, *LWT-Food Science and Techn.*, 1-7, (2015b).

Rawson, A., Tiwari, B. K., Tuohy, M., Brunton, N., “Impact of frozen storage on polyacetylene content, texture and colour in carrots disks”, *Journal of Food Engineering*, 108, 563-569, (2012).

Roeck, A. D., Mols, J., Sila, D. N., Duvetter, T., Loey, A. V., Hendrickx, M., “Improving the hardness of thermally processed carrots by selective pretreatments”, *Food Research Int.*, 43, 1297-1303, (2010).

Roy, M. K., Juneja, L. R., Isobe, S., Tsushida, T., “Steam processed broccoli (*Brassica oleracea*) has higher antioxidant activity in chemical and cellular assay systems”, *Food Chemistry*, 114, 263-269, (2009).

Ruiz-Ojeda, L. M., Penas, F. J., “Comparison study of conventional hot-water and microwave blanching on quality of green beans”, *Int. Food Science and Tech.*, 20, 191-197, (2013).

Saldivar, X., Wang, Y-J., Chen, P., Mauromoustakos, A., “Effects of blanching and storage conditions on soluble sugar contents in vegetable soybean”, *LWT- Food Science and Tech.*, 43, 1368-1372, (2010).

Sarkar, A. and Sinha, B., “Solution properties and taste behavior of lactose monohydrate in aqueous ascorbic acid solutions at different temperatures: Volumetric and rheological approach”, *Food Chemistry*, 211, 590-597, (2016).

Schouten, R. E., Zhang, X., Verkerk, R., Verschoor, J. A., Otma, E. C., Tijssens, L. M. M., Kooten, O. V., “Modelling the level of the major glucosinolates in broccoli as affected by controlled atmosphere and temperature”, *Postharvest Biology and Tech.*, 53, 1-10, (2009).

Smout, C., Sila, D. N., Vu, T. S., Van Loey, A. M. L., Hendrickx, M. E. G., “Effect of preheating and calcium pre-treatment on pectin structure and thermal texture degradation: a case study on carrots”, *Journal of Food Engineering*, 67, 419-425, (2005).

Song, J., An, G., Kim, C., “Color, texture, nutrient contents, and sensory values of vegetable soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill) as affected by blanching”, *Food Chemistry*, 83, 69-74, (2003).

Şat, İ. G. ve Öz, Ö., “Haşlama ve kurutmanın bazı sebzelerin bileşimi üzerine etkisi”, *Adıyaman Üniversitesi Müh. Bil. Dergisi*, 3, 54-62, (2015).

Türkmen, N., Sarı, F., Velioğlu, Y. S., “The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables”, *Food Chemistry*, 93, 713-718, (2005).

Vina, S. Z., Olivera, D. F., Marani, C. M., Ferreyra, R. M., Mugridge, A., Chaves, A. R., Mascheroni, R. H., “Quality of brussels sprouts (*Brassica oleracea L. gemmifera* DC) as affected by blanching method”, *Journal of Food Engineering*, 80, 218-225, (2007).

Volden, J., Borge, G. I. A., Bengtsson, G. B., Hansen, M., Thygesen, I. E., Wicklund, T., “Effect of thermal treatment on glucosinolates and antioxidant-related parameters in red cabbage (*Brassica oleracea L. ssp. Capitata f. Rubra*)”, *Food Chemistry*, 109, 595-605, (2008).

Volden, J., Borge, G. I. A., Hansen, M., Wicklund, T., Bengtsson, G. B., “Processing (blanching, boiling, steaming) effects on the content of glucosinolates and antioxidant-related parameters in cauliflower (*Brassica oleracea L. ssp. Botrytis*)”, *LWT- Food Science and Tech.*, 42, 63-73, (2009).

Xiao, H., Pan, Z., Deng, L., El-Mashad, H. M., Yang, X., Mujumdar, A. S., Gao, Z., Zhang, Q., “Recent developments and trends in thermal blanching- A comprehensive review”, *Information Processing in Agriculture*, 4, 101-127, (2017).

Xin, Y., Zhang, M., Xu, B., Adhikari, B., Sun, J., “Research trends in selected blanching pretreatments and quick freezing Technologies as applied in fruits and vegetables: A review”, *Int. J. of Refrigeration*, 57, 11-25, (2015).

Xu, F., Tang, Y., Dong, S., Shao, X., Wang, H., Zheng, Y., Yang, Z., “Reducing yellowing and enhancing antioxidant capacity of broccoli in storage by sucrose treatment”, *Postharvest Bio. and Tech.*, 112, 39-45, (2016).

Yang, R., Hui, Q., Gu, Z., Zhou, Y., Guo, L., Shen, C., Zhang, W., “Effects of CaCl_2 on the metabolism of glucosinolates and the formation of isothiocyanates as well as the antioxidant capacity of broccoli sprouts”, *Journal of Functional Foods*, 24, 156-163, (2016).

Zhang, Y. and Hamauzu, Y., “Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking”, *Food Chemistry*, 88, 503-509, (2004).

Zheng, H., Lu, H., “Effect of microwave pretreatment on the kinetics of ascorbic acid degradation and peroxidase inactivation in different parts of green asparagus (*Asparagus officinalis* L.) during water blanching”, *Food Chemistry*, 128, 1087-1093, (2011).

Zhong, X., Dolan, K. D., Almenar, E., “Effect of steamable bag microwaving versus traditional cooking methods on nutritional preservation and physical properties of frozen vegetables: A case study on broccoli (*Brassica oleracea*)”, *Innovative Food Science and Emerging Tech.*, 31, 116-122, (2015).



7. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : ESRA GENÇDAĞ
Doğum Yeri ve Tarihi : AYDIN/MERKEZ 29.09.1990
Lisans Üniversite : PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
Elektronik posta : egencdag@gmail.com
İletişim Adresi : Kuyulu mah. Kavak mevki Kuyulu
Hanayları Sitesi Daire:5 Aydın /Efeler

