



EGE ÜNİVERSİTESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

VALSLİ KURUTUCUDA ELMA TOZU ELDESİ

Fatma COŞKUN

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Fikret PAZIR

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu: 614.02.00

Sunuş Tarihi: 15.09.2014

Bornova-İZMİR

2014

E. Ü. FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(Yüksek Lisans Tezi)

VALSLİ KURUTUCUDA ELMA TOZU ELDESİ

Fatma COŞKUN

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Fikret PAZIR

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu: 614.02.00

Sunuş Tarihi: 15.09.2014

Bornova- İZMİR

2014

Fatma COŞKUN tarafından Yüksek Lisans tezi olarak sunulan “Valsli kurutucuda elma tozu eldesi” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’ nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 2014 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oy çokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

	<u>İmza</u>
Jüri Başkanı	Prof. Dr. Fikret PAZIL
Raportör Üye	Prof. Dr. Gülden OVA
Üye	Y. Doç. Dr. Selahattin HANCI

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Valsli Kurutucuda Elma Tozu Eldesi ” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlamasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

İMZA

FATMA COŞKUN

ÖZET**VALSLİ KURUTUCUDA ELMA TOZU ELDESİ**

COŞKUN, Fatma

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Fikret PAZIR

Eylül 2014, 92 sayfa.

Bu tezin amacı, valsli kurutucu kullanarak elde edilen elma tozlarının bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine valsli kurutucu sistem parametreleri ile farklı elma püresi/ maltodekstrin oranlarının etkileri ve yanıt yüzey yöntemi kullanılarak optimum kurutma parametrelerinin belirlenmesidir.

Bu çalışmada hammadde olarak 13 ° Brix' lik elma püresi, taşıyıcı ajan olarak maltodekstrin (10 DE) kullanılmıştır. Araştırmada buhar basıncı, vals dönüş hızı ve elma püresi/ maltodekstrin (MD) oranı değişken parametreler olarak seçilmiştir. Elde edilen tozların kalitesi, nem, su aktivitesi, titrasyon asitliği, pH, renk, toplam şeker miktarı, toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivitesi, duyuşal analiz bakımından incelenmiştir.

Su aktivitesi, pH, a ve b (renk değerleri) analizlerinin sonuçları ile model oluşturulabildiği için yanıt yüzey yöntemi kullanılarak, nem ve titrasyon asitliği analizlerinin sonuçları ise SPSS programı ile değerlendirilmiştir. Yapılan ANOVA testi sonucuna göre tüm denemelerde elde edilen örneklerin toplam fenolik madde, toplam şeker miktarı ve antioksidan aktivite sonuçları arasında istatistiksel olarak bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0.05$).

Buhar basıncı, vals dönüş hızı ve elma püresi/ maltodekstrin parametrelerinin üçünün de su aktivitesi, pH, a, b, nem ve titrasyon asitliği üzerinde istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$).

Elde edilen sonuçlara göre; 3,5 bar,1 devir/dk ve 60/40 püre/MD seçildiğinde fiziksel analiz sonuçlarına göre optimum kuruma koşulunun elde edildiği belirlenmiştir. Bunun yanı sıra elma püresi tozlarında en yüksek nem miktarı % 9,43, en düşük % 8,73; en yüksek su aktivitesi değeri 0,3 a_w en düşük 0,14; en yüksek pH sonucu 4,6 iken en düşük pH 4.33; en yüksek titrasyon asitliği % 1,06 ve en düşük % 0,89; renk analizlerinde en yüksek L değeri 81,12 iken en düşük 76,65; en yüksek a değeri 8,89 iken en düşük 3,87; en yüksek b değeri 25,57 iken en düşük 14,51; ΔE değeri en yüksek 28,63 en düşük 22,42; toplam şeker miktarı en yüksek %49,2, en düşük % 47,00; toplam fenolik madde en yüksek $307,8 \pm 15,7$ mg/kg en düşük $225,2 \pm 0,12$ mg/kg; antioksidan aktivite sonucu en yüksek $29,95 \pm 4,7$, en düşük $16,12 \pm 0,3$ olarak bulunmuştur.

Duyusal test sonucunda ise renk özeliği olarak 60/40 3,5 bar 1 devir/dk, 50/50 3,5 bar 2 devir/dk, 40/60 2,5 bar 2 devir/dk denemeleri en düşük sıralama toplamına sahip olurken, 50/50 2,5 bar 3 devir/dk en yüksek sıralama toplamına sahip olmuştur. Ayrıca lezzet özellikleri açısından 50/50 3,5 bar 2 devir/dk denemesi en düşük sıralama puanına sahip olurken, 40/60 3,5 bar 3 devir/dk denemesi en yüksek sıralama toplamına sahip olmuştur.

Anahtar kelimeler: Elma tozu, kurutma, maltodekstrin, valsli kurutucu, yanıt yüzey yöntemi.

ABSTRACT

APPLE POWDER PRODUCTION BY DRUM DRYER

COSKUN, Fatma

MSc in Food Eng.

Supervisor: Prof. Dr. Fikret PAZIR

September 2014, 92 pages.

The aim of thesis is to determine the effects of drum drying parameters on certain physical, chemical and sensory properties of apple puree powders different apple puree/ maltodextrin ratios and determining of optimum drum drying conditions with Response Surface Methodology (RSM).

Apple puree (13 Bx°) and maltodextrin (10 DE) were used as a raw material and carrier agent, respectively. Steam pressure, rotation speed and puree/ maltodextrin ratio were chosen as variable parameters. The qualities of apple puree powders products were investigated in the aspects of moisture content, water activity, pH, titratable acidity, colour, total sugar content, total phenolic compounds, antioxidant activity and sensory analysis.

Water activity, pH, a and b (colour properties) values were evaluated by RSM for demonstrating model compatibility. The results of moisture content and titratable acid analysis were examined using SPSS programme. According to the results of ANOVA analysis, there was no statistical difference observed for all tested samples ($p > 0.05$).

The effects of three mentioned parameters were found as statistically significant on the water activity, titrability acid, moisture content, pH, a and b of the powders ($p < 0.05$).

According the results, the optimum drying parameters and the highest desirability was obtained when 60/40 puree/ MD at 3.5 bar steam pressure, 1 rpm drum rotation speed. Also, the highest moisture of apple puree powders was 9.43% and the lowest was 8.73 %; the highest water activity was 0.3, and the lowest was 0.14; the highest pH was 4.6, and the lowest was 4.33; the highest titratable acid was 1.06% the lowest is 0.89%; for colour analysis the highest L value is 81.12 the lowest value is 76.65; the highest a value is 8.89 the lowest a value is 3.87; the highest b value is 25.57 the lowest b value is 14.51; the highest ΔE value is 28.63 the lowest value is 22.42; the highest total sugar content is 49.2% the lowest is 47%; the highest total phenolic compounds is 307.8 ± 15.7 mg/kg and the lowest is 16.6 ± 0.42 mg/kg; the highest antioxidant activity is $29.95 \pm 4.7\%$, the lowest is $16.12 \pm 0.3\%$, respectively.

According the sensory analysis of colour properties, 60/40 3.5 bar 1 rpm, 50/50 3.5 bar 2 rpm, 40/60 2.5 bar 2 rpm productions had the lowest ranking points on the other hand, 50/50 2.5 bar 3 rpm production had the highest ranking points. For flavor properties, 50/50 3.5 bar 2 rpm has the lowest ranking point also 40/60 3.5 bar 3 production has the highest ranking points.

Keywords: Apple powder, drying, maltodextrin, drum drying, response surface methodology.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca desteğini ve tecrübesini benden esirgemeyen, değerli fikirleriyle destek olan ve yol gösteren danışmanım, saygı değer hocam **Prof. Dr. Fikret PAZIR**' a saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Akademisyenliği bana özendiren kıymetli hocam **Yrd. Doç. Dr. Seda BİLEK**' e, **Yrd. Doç Dr. Kemal DEMİRAĞ**'a ayrıca yüksek lisans eğitimim boyunca kendimi geliştirmeme yardımcı olan bölüm hocalarıma teşekkürü borç bilirim.

Yoğun programım sırasında arkadaşlıklarını benden esirgemeyen ve daima yanımda olan meslektaşlarım **Ar. Gör. Hülya ÇAKMAK**, **Ar. Gör. Emine NAKİLCİOĞLU**, **Ar. Gör. Hatice Pınar Yüksel** ve **Ar. Gör. Onur ÖZDİKİCİERLER**'e ve yüksek mühendis değerli arkadaşlarım **Gülay ÖZKAN** ve **Özge TAŞTAN**'a çok teşekkür ederim.

Üretim prosesi sırasında yardımcı olan teknik elmanlar **Mehmet YURTÇU**, **Hasan ALPMAN**, **Hamza ŞİMŞEK** ve meyve ve sebze laboratuvarı teknikeri **Ali Alper KARACA**' ya teşekkür ederim.

Çalışmalarım boyunca varlığını daima hissettiğim ve moral kaynağım olan kardeşim **Dicle COŞKUN**' a minnettarım. Maddi ve manevini desteklerini benden esirgemeyen, sabır gösteren canım annem **Zeynep COŞKUN**, babam **Ahmet COŞKUN** ve kardeşlerim **Mehmet Fırat COŞKUN** ve **Kenan Murat COŞKUN**' a sonsuz teşekkürler.

FATMA COŞKUN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	ix
TEŞEKKÜR.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xix
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	3
2.1. Türkiye 'de ve Dünyada Elma Üretimi.....	4
2.2. Elmanın Besin Değeri ve Sağlık Üzerine Etkileri.....	5
2.2.1. Elma ve fenolik bileşikler ve sağlık üzerine etkileri.....	6
2.2.2. Antioksidanlar ve sağlık üzerine etkileri.....	7
2.2.3. Elmada askorbik asit ve şeker	9
2.3. Kurutma Teknolojisi	11
2.3.1. Valsi (Silindirik) kurutucular.....	12
2.4 . Valsli Kurutucu ile İlgili Çalışmalar.....	13
3. MATERYAL VE METOD.....	18

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3.1. Materyal	18
3.2. Metod	18
3.2.1. Elma püresinin valsli kurutucuda kurutulması	19
3.2.2. Elma püresi tozu eldesi	20
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	29
4.1. Valsli Kurutma Parametrelerinin Optimizasyonu İçin Modelin Oluşturulması	29
4.2. Hammadde Analiz Sonuçları	30
4.3. Toz Ürün Sonuçları	32
4.3.1. Su aktivitesi sonuçları	32
4.3.2. pH sonuçları	35
4.3.3. Renk analizi sonuçları (a ve b)	37
4.3.4. Nem tayini sonuçları	40
4.3.5. Titrasyon asitliği sonuçları	42
4.3.6. L ve ΔE sonuçları	44
4.3.7. Toplam fenolik madde tayini sonuçları	46
4.3.8. Toplam şeker tayini sonuçları	47

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
4.3.9. Toplam antioksidan aktivitesi tayini sonuçları	48
4.3.10. Duyusal analiz sonuçları	49
4.3.11. RSM ile belirlenen optimum koşul analiz sonuçları	51
5. SONUÇ VE TARTIŞMA	53
KAYNAKLAR DİZİNİ	56
ÖZGEÇMİŞ	63
EKLER	

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Tez Kapsamında Kullanılmak Üzere Satın Alınan 13 Bx' lik Elma Püresi Örneği	18
3.2. Valsli Kurutucu	19
3.3. Öğütülen Elma Tozları	20
3.4. Valsli Kurutucudan Elde Edilen Ürün	20
3.5. Vakumlu Etüv	21
3.6. Testo Cihazı	22
3.7. Hunter Lab Renk Cihazı	23
4.1. Su Aktivitesi İçin Model Tarafından Hesaplanan Değerlere (aw) Karşılık Deneysel Olarak Elde Edilen Sonuçların (aw) Dağılımı	33
4.2. Su Aktivitesi Değerlerinin Sabit Vals Dönüş Hızında Ürün Yüzdesi ve Buhar Basıncına Göre Değişimi	34
4.3 pH İçin Model Tarafından Hesaplanan Değerlere Karşılık Deneysel Olarak Elde Edilen Sonuçların Dağılımı	36
4.4. pH Değerinin Sabit Vals Dönüş Hızında Ürün Yüzdesi ve Buhar Basıncına Göre Değişimi	37
4.5. a Değeri İçin Model Tarafından Hesaplanan Değerlere Karşılık Deneysel Olarak Elde Edilen Sonuçların Dağılımı	38

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.6. a Değerinin Sabit Vals Dönüş Hızında Ürün Yüzdesi ve Buhar Basıncına Göre Değişimi	39
4.7. b Değeri İçin Model Tarafından Hesaplanan Değerlere Karşılık Deneysel Olarak Elde Edilen Sonuçların Dağılımı	39
4.8. b Değerlerinin Sabit Vals Dönüş Hızında Ürün Yüzdesi ve Buhar Basıncına Göre Değişimi	40
4.9. Panelist formu örneği	48

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Elma Suyu Konsantresindeki Şeker Yüzdeleri	9
2.2. Elma Meyvesinde Şeker Dağılımı	10
3.1. RSM ile Elde Edilen Toz Örneklerinin Deneme Planı	21
3.2. Deneme Planındaki Değişkenler ve Düzeyler	26
3.3. Design Expert 7.0 Yazılımı ile Oluşturulan Valsli Kurutma Deneme Planı	27
3.4. Optimizasyonda Kullanılacak Yanıtlar İçin Tanımlanan Hedefler	28
4.1. Hammadde Analiz Sonuçları	30
4.2. Toz Ürünlerin Su Aktivitesi Sonuçları	32
4.3. Toz Ürünlerin pH Sonuçları	35
4.4. Toz Ürünlerin Renk Analizi Sonuçları (a ve b)	37
4.5. Toz Ürünlerin Nem Tayini Sonuçları	41
4.6. Toz Ürünlerin Titrasyon Asitliği Sonuçları	42
4.7. Toz Ürünlerin L ve ΔE Sonuçları	44
4.8. Toz Ürünlerde Toplam Fenolik Madde Sonuçları	46
4.9. Toz Ürünlerde Toplam Şeker Sonuçları	47

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.10. Toz Ürünlerde Antioksidan Aktivite Sonuçları	48
4.11. Duyusal Değerlendirme Sonuçları	50
4.12. Optimum Parametre Analiz Sonuçları	52

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklamalar</u>
L	Parlaklık (L=100 beyaz, L=0 siyah renk)
A	(+a) kırmızılık, (-a) yeşillik
B	(+b) sarılık, (-b) mavilik
KM	Kuru Madde
E/M	Elma/ Maltodekstrin
M/S	Maltodekstrin/ Su
a_w	Su Aktivitesi
$^{\circ}B_x$	Briks Derecesi (Değeri)
x_1	Buhar Basıncı
x_2	Vals Dönüş Hızı (devir/dk)
x_3	Elma Püresi /Maltodekstrin Oranı
RSM	Response Surface Methodology
ANOVA	Varyans Analizi
R^2	Regresyon Katsayısı
adj R^2	Düzeltilmiş Regresyon Katsayısı
Pred- R^2	Tahminlenmiş Çoklu Regresyon Katsayısı
Lack of Fit	Modelin Matematiksel Forma Uygunluğu
PRESS	Tahminlenmiş Hata Kareler Toplamı
C.V.	Değişim Katsayısı
YYY	Yanıt Yüzey Yöntemi

1. GİRİŞ

Dünyanın birçok bölgesinde yetiştirilen elma, ülkemizde de geniş çapta yetiştiriciliği yapılan meyveler arasındadır. Elmanın bu kadar yaygın olarak yetiştiriciliğine imkan veren ilk etken şüphesiz ülkemizdeki iklim çeşitliliğidir. Bugün pek çok elma çeşidinin yetiştiriciliği Türkiye'nin farklı bölgelerinde başarılı bir şekilde yapılmaktadır.

Elma, dünya çapında her yaş kesiminin severek tükettiği meyvelerden biridir. Elmanın yoğun bir şekilde tüketilmesi sadece lezzetli olmasından dolayı değil bunun yanı sıra çeşitli vitamin, aroma maddeleri, fenolik madde, antioksidanlar, diyet lifi gibi bileşikler açısından zengin olmasından kaynaklanmaktadır. Uzun yıllardır yetiştiriciliği yapılan elma günümüzde, gerek hammadde olarak gerekse çeşitli elma ürünleri, gıda sanayinin pek çok dalında kullanılmaktadır. Elma sofralık taze tüketiminin yanı sıra, sanayi düzeyinde hammadde olarak en fazla meyve suyu sanayisinde kullanılmaktadır. 1960'lar dan itibaren ülkemizde ticari ölçekli meyve suyu üretimi yapılmaktadır. Elma suyu da en çok üretimi yapılan meyve suyu çeşitlerinden biridir. Elma suyu berrak ve konsantre veya pulplu elma suyu şeklinde üretilmektedir. Elma suyu dışında elma sirkesi, elma tozu olarak gıda sanayinde üretimi yapılmaktadır. Elma farklı teknolojiler kullanılarak dayanıklı hale getirilebilmektedir. Bu dayandırma yöntemlerinin başında kurutma teknolojisi gelmektedir. Kurutma sonunda elde edilen elma tozu farklı unlu mamül formülasyonlarında (kek ve kurabiye gibi) bunun yanında puding yapımında da kullanılabilir.

Günümüzde diğer teknoloji dallarında olduğu gibi kurutma teknolojisinde de farklı teknolojiler geliştirilmektedir. Özellikle uzun süre muhafaza edilmesi açısından kurutulacak materyalin nem içeriğinin olabildiğince düşürülmesi en önemli kısıttır. Böylelikle toz ürün, özelliklerini minimum kayıp ile uygun koşullar altında muhafaza edilebilir.

Bu tez çalışmasının amacı farklı oranlardaki elma püresi/ maltodekstrin karışımlarının (60/50, 50/50, 40/60) valsli kurutucuda 1,5- 2,5- 3,5 bar buhar basıncı ve 1,00- 2,00- 3,00 devir/dk dönüş hızlarında kurutularak, kurutma sonrası kalite özellikleri açısından en uygun kurutma şartlarını tespit etmektir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Elma, Rosaceae familyasından *Malus communis L.* cinsindedir. Elma çeşitlerinin genel yapısı incelendiğinde ortalama % 85 su , %11 karbonhidrat, %2 diyet lif, %0.6 yağ, %0.5 organik asit ve %0.3 proteinden oluştuğu belirlenmiştir. Malik asit en fazla bulunan asit olup bunun yanı sıra fenolik asitler (kafeik ve klorojenik gibi) vitaminler de bulunmaktadır (Sluis, 2005).

Elma soğuk-ılıman bir iklim meyvesi olup genellikle dünyada 30°-50° enlemlerde yetiştirildiği görülmektedir. Yüksek ışık yoğunluğu elmada iyi bir renk oluşumunu sağlar bu da elmanın pazar değerini arttıran bir faktördür. Ayrıca toz ve duman gibi hava kirliliğinin olmadığı temiz yerler yetiştiricilik açısından daha uygundur (Zengin, 2008).

Elma ağaçları, düşük sıcaklıkların olduğu sert koşullara dayanıklıdır. Kış dinlenmesi sırasında gövdeler -35 °C, -40 °C , açmış çiçekler -2.3 °C , küçük meyveler ise 2.2 °C ye kadar dayanmaktadır. Elma kış aylarındaki sıcaklık dalgalanmalarını sevmez. Kışın ılık bir havadan sonraki ani sıcaklık düşüşleri elmada kış zararlanmalarına neden olur. Sıcaklığın 40 °C' yi geçmesiyle elma meyvesinde büyüme durur, meyve dökümleri artar ve meyve kalitesi bozulur. Optimal yaz ortalama sıcaklığı elma çeşitlerine göre 13.3-17.8 °C arasında değişmektedir (Zengin, 2008).

Her ne kadar bazı çeşitler seçici ise de elma, genellikle birçok toprak tipinde başarılı bir şekilde yetiştirilebilmektedir. Elma yetiştiriciliği için en iyi topraklar; içerisinde yeteri kadar humus ve nem bulunan, tınlı, kumlu-tınlı, tınlı-kumlu, geçirgen ve derin topraklardır. Elma derin, serin, hafif süzek toprakları sever. Killi, kireçli, soğuk toprakları ise sevmez. Meyve ağaçları genellikle pH sı 6.5-7.5 arasında, organik madde ve mikro besin elementlerince yeterli olan arazilerde iyi gelişir (Zengin., 2008).

2.1. Türkiye 'de ve Dünyada Elma Üretimi

Türkiye diğer tarım ürünlerinde olduğu gibi meyvecilik yönünden de gen merkezi durumunda olmakla beraber meyve tür ve çeşit bakımından da zengindir (Özbek 1978; Kılınç 2012). Elma yetiştiriciliği Türkiye' nin hemen her bölgesinde yapılmaktadır. Kuzey Anadolu, Karadeniz kıyı bölgesi ile İç Anadolu ve Doğu Anadolu yayları arasında geçit bölgelerinin yanı sıra Göller Bölgesi elma yetiştiriciliğinde önem taşımaktadır. Ülkemizin sıcak ılıman iklim bölgelerinden Ege Bölgesi'nde 500 m'den, Akdeniz ve Güney Doğu Anadolu' nun sıcak ve kurak yerlerinde de 800'm den daha yukarılarda elma yetiştiriciliği yapılmaktadır (Özbek 1978; Gülerüz, 1979; Kılınç 2012).

Elma yoğun olarak İç Anadolu, Akdeniz ve Marmara bölgesinde üretimi yapılmaktadır. İller bazında bakıldığında ise, 2007 yılı verilerine göre üretimin yaklaşık %62,7'si sırasıyla; Isparta, Karaman, Antalya, Niğde ve Denizli illerinde gerçekleşmektedir. Bu illeri sırasıyla; Kayseri, Çanakkale, Konya, Mersin ve Bursa takip etmektedir. Elmasıyla ünlü Amasya ili ise üretim bakımından daha aşağılarda yer almaktadır. Ülkemizde üretilen 14 milyon ton meyvenin yaklaşık olarak %17'sini elma üretimi oluşturmaktadır. Ayrıca armut, ayva, yenedünya ve muşmulanın oluşturduğu yumuşak çekirdekli meyveler içerisinde elma üretiminin payı %81'dir (Uzundumlu vd., 2009).

Türkiye'de yetiştirilen elmalarının büyük bir kısmı (%80-85) taze olarak tüketilmektedir. Geri kalan kısmı ise işlenmektedir. Elma gıda sanayinde işlenirken elma suyu konsantresi ve elma püresine işlenmekte geriye kalanın bir kısmı da sirke ve şarap olarak değerlendirilir (Artık vd., 1992).

2.2. Elmanın besin değeri ve sağlık üzerine etkileri

Elmada bulunan A, C ve E vitaminleri dışında fitokimyasal grubu içerisinde yer alan flavonoidler de antioksidan özellik taşımaktadır. Flavonoidler fenolik bileşikler olarak bilinen ve diyetle yaygın olarak bulunan polifenollerdir. Elmada yer alan bu maddeler bazı kanser türleri, diyabet ve kardiyovasküler hastalıklar gibi hastalıkların görülme riskini düşürmektedir (Yılmaz, 2010).

Elma diyeti ile beslenen obez farelerde LDL kolestrol düzeyi %70 ve %22 oranına düşmüş, buna paralel olarak kalp ve karaciğerde trigliserid birikimi azalmıştır. Daha fazla dışkı ve safra atılımı olmuş, idrarda şeker ve protein miktarını azaltmıştır. Elma tüketimi, idrarda malondialdehid (Malondialdehid seviyesinin yükselmesi, serbest oksijen radikallerinin etkisi ile artmış lipid peroksidasyonu gösterir) atılımını azaltarak peroksidasyona karşı iyi bir koruma göstergesi olarak düşünülmüştür (Aprikian et al., 2002).

Elma ve suyunun antimutajenik ve güçlü antioksidan etkilerinin yanında, kanser, diyabet, obezite, kardiyovasküler hastalıklar, astım ve diğer akciğer hastalıklarında koruyucu olduğu, in-vivo çalışmalardan elde edilen önemli bulgulardır. Ayrıca elma lifi ve içerdiği pektinin gerek bağırsak boşluğundaki mutajenleri elimine etmedeki üstünlüğü ve gerekse de su tutucu özelliğiyle mutajenleri seyreltmesi ve bu yolla etkinliklerini azaltması önemli bir bitkisel bağırsak koruyucu olduğunun göstergesidir. Elma ve elma suyuyla ilgili yapılan diğer çalışmalarda da bu gıda maddesinin içerdiği antioksidanlar, pektin ve vitaminlerden dolayı insanlarda kolon ve akciğer kanseri oluşumunu engelleyebileceği, karaciğer ve meme kanserine karşı koruyucu olabileceği belirlenmiştir (Gerhauser, 2008; Yılmaz, 2010).

2.2.1. Elma ve fenolik bileşikler ve sağlık üzerine etkileri

Yapısal olarak fenolik bileşikler, aromatik bir halka oluşturan bir veya daha fazla hidroksil grupları taşıyan, basit fenolik moleküllerden oluşmuş bileşenler ile yüksek polimerize olmuş bileşenleri kapsar (Bravo, 1998). Fenolik bileşikler, meyve ve sebzelerdeki enzimatik esmerleşme olayında, metal iyonları ile tepkimeye girerek renk değişimine yol açar. Ayrıca gıdalardaki buruk tat algılanmasının kaynağı olup, polimerizasyon veya proteinlerle tepkimeye girerek tortu oluştururlar (Karadeniz ve Ekşi, 2001).

Elmaların fitokimyasal kompozisyonu büyük ölçüde çeşit farklılığına göre değişmekte olup, meyvenin olgunlaşması sırasında ve olgun meyvede küçük değişiklikler olmaktadır (Boyer and Liu 2004, Oszmianski et al., 2008). Fenolik bileşen yönünden Golden Delicious ve Green Reinata elma çeşitleri arasında önemli kantitatif farklılıklar da bulunmuş, toplam fenolik bileşen miktarı en düşük çeşit Golden Delicious, en yüksek ise Green Reinata çeşiti göstermiştir (Escarpa and Gonzalez, 1998).

Elma ve elma suyunda bulunan başlıca fenolik bileşikler; klorojenik asit, epikateşin, prosiyanidin B2, kateşin, gallokateşin, kafeik asit, p-kumarik asit, ferulik asit, kateşol, floridzin, flurotein ksilo glikozittir (Artık ve Murakami, 1997).

Elma fenolikleri; sinamik asit türevleri, flavonollar ve antosiyanin, başlıca korteks ve kabukta lokalize olduğu belirlenmiştir (Erdoğan, 2010). Manach and Donovan (2004)' e göre, elmaların polifenol içeriği incelendiğinde bu değer 18- 152 mg/200g arasında değişmekte olup, en yaygın bulunan hidrokisisinnamik asitler (10-120 mg/200g) olduğunu, bunu da 4-8 mg/200g ile flavonollar ve 4-24 mg/200g ile katesin ve

proantosiyanidin içeren monomerik flavanollar izlediği belirlenmiştir (Erdoğan, 2010).

Sluis et al. (2002), çalışmalarında Elstar, Golden Delicious ve Jonagold elma çeşitleri üzerinde çalışmışlardır. Bu elmalardan elde edilen elma sularında bulunan fenoliklerden, klorojenik asit ve katesinin taze elmaya göre %50 ve %3 oranında azaldığını belirterek, islemenin ürünlerin biyoaktivitesi üzerinde büyük etkisi olabildiğini tespit etmişlerdir. Elmada bulunan bir diğer fenolik bileşik olan prosiyanidin üzerinde Hammerstone et al. (2000) çalışma yapmışlardır. Farklı elma çeşitlerindeki prosiyanidin miktarını araştırdıkları bu çalışma sonuçlarına göre en yüksek miktar Red Delicious çeşidinde (207.7 mg/100g) tespit edilirken, Granny Smith çeşidinde (183.3 mg/100g), en düşük miktarlar Golden Delicious (92.5 mg/100g) ve McIntosh çeşidinde (105.0 mg/100g) olarak belirlenmiştir.

Laboratuarda yapılan çalışmalarda, elmaların güçlü antioksidan aktiviteleri sebebiyle (Rezk et al. 2002) kanserli hücrelerin çoğalmasını azalttığı, lipid oksidasyonunu azalttığı, kolesterolü düşürdüğü (Boyer and Liu, 2004) ve kanda antioksidan düzeyini artırdığı belirlenmiştir (Bitsch et al. 2001). Eberhard et al. (2000), C vitamininin elmanın toplam antioksidan aktivitesine sadece % 0.4 oranında katkıda bulunduğu belirlenmiştir. Bununla beraber meyve ve sebzelerdeki fitokimyasalların kompleks karışımı veya kombinasyonunun birbirleri arasında olan sinerjik etkisi ile koruyucu etki sağladığını öne sürmüştür (Erdoğan 2010; Sun et al., 2002).

2.2.2. Antioksidanlar ve sağlık üzerine etkileri

Gıda antioksidanları; “İnsanlarda fizyolojik şartlarda oluşan serbest oksijen radikalleri (SOR) veya serbest nitrojen radikallerinden (SNR) birinin ya da her ikisinin de olumsuz etkilerini azaltabilen maddelerdir” şeklinde tanımlanabilir. Yani oksidanlar ile antioksidanlar arasında bir denge olması esastır (Yılmaz, 2010).

Serbest radikaller, üzerinde elektron fazlalığı veya eksikliği nedeniyle yüklü olan kimyasal olarak aktif atom veya moleküllerdir. Serbest radikaller özellikle reaktif tür oksijen içerirler. Bunlar; hidrojen peroksit, alkoksit ve ozon gibi eşleşmiş elektronu bulamayan oksijen türevleri ile hidroksil, peroksil, alkoksil, azot oksit, azot trioksit ve süperoksit radikallerini içerir. Antioksidanlar enzimatik ve non enzimatik olarak incelenirler. Süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), glutatyon peroksidaz peroksidaz (GSH-Px), birinci derece enzimatlere, glutatyon redüktaz (GR) ve glikoz-fosfat dehidrojenaz (G6PD) ikinci derece enzimatlere örnek gösterilmektedir. Non enzimatik olanlar ise mineral (Se, Zn), vitamin (A, C, K ve E), karotenoidler (β -karoten, likopen, lutein, zeaksantin), organosülfür bileşikleri (allium, allilsülfid, indoller), düşük molekül ağırlıklı antioksidanlar (GSH-Px, ürik asit), antioksidan ko-faktörler (ko-enzim Q₁₀) ve polifenoller şeklinde incelenmektedir (Yılmaz, 2010).

Kondo et al. (2002), Fuji, Oorin ve Redfield elma çeşitlerinin DPPH yöntemi ile antioksidan aktivitelerini kabuklarında etine göre daha yüksek miktarda bulunduğunu belirlemişlerdir. Wojdyło et al. (2008), altmış yedi elma çeşitinin antioksidan aktivitesinin FRAP metoduyla kuru ağırlık üzerinden 13-130 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Stracke et al. (2009), beş farklı çiftçiden alınan Golden Delicious kökenli elmalarda antioksidan aktivitesinin FRAP metodu ile 290-510 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ arasında değiştiğini bmuşlardır (Erdoğan, 2010).

Fenolik bileşikler, meyve ve sebzelerde yüksek miktarda bulunan serbest radikalleri sınırlayıcı antioksidatif etki gösteren güçlü antioksidanlar olarak bilinmektedir. Bu bileşikler lipid peroksidasyonunu katalizleme yeteneğindeki metallere karşı şelat özelliğindedirler. Meyve ve sebze bakımından zengin (fenolik içeriği yüksek) olan diyetler, kanser ve kardiyovasküler gibi hastalıkların oranını azaltmada etkili ortaya yapılan bilimsel çalışmalarla tespit edilmiştir (Gök vd., 2006; Yalçın, 2010).

Birçok gıdada, ürünü oluşturan bileşenler ile havanın oksijeni ile kendiliğinden ortaya çıkan otoksidasyon adı verilen tepkimeler oluştururlar. Bazı oksidasyon tepkimeleri gıdalarda istenirken, pek çoğu kötü etkilere yani vitamin kayıplarına, renk değişimlerine, yağların bozulmasına, besin değerinin azalmasına, istenmeyen tat-koku oluşumuna neden olduğundan istenmemektedir. Gıdalarda istenmeyen oksidasyonun kontrolü, oksijenin uzaklaştırılması veya seçilen uygun kimyasalların kullanıldığı gıda işleme ve paketlenme yöntemleriyle yapılabilmektedir (Saldamlı, 2007).

2.2.3. Elmada askorbik asit ve şeker

Meyvelerde yaygın olarak bulunan monosakkaritler fruktoz ve glikozdur, en yaygın bulunan disakkarit sakarozdur yine en yaygın olarak bulunan polisakkaritler ise nişasta, selüloz ve pektindir. Meyve ve sebzeler ağırlıklı olarak glikoz ve fruktoz içermekteyken bunun yanında bir miktar sakaroz ve bir heksoz olan mannoz bulunur. Bunların oranı öncelikle meyve ve sebzelerin tür ve çeşidine bağlıdır. Elma ve armutlarda fruktoz ağır bastığı tespit edilmiştir (Cemeroğlu, 2009).

Çizelge 2.1. Elma Suyu Konsantresindeki Şeker Yüzdeleri (Anonim, 2008a; Kaya, 2010).

Şeker Çeşidi	Birim	En az	En çok
Glikoz	g/L	15	35
Fruktoz	g/L	45	85
Glikoz/ Fruktoz		0.3	0.5
Sakaroz	g/L	5	30

Çizelge 2.2. Elma Meyvesinde Şeker Dağılımı (Cemeroğlu, 2009; Kaya, 2010).

	Toplam şeker (%)	Glukoz (%)	Fruktoz (%)	Sakaroz (%)
Elma (Genel)	10.8	1.0	7.2	2.6
Jonatan	10.3	1.2	7.2	1.9
Golden delicious	10.6	0.8	6.8	3.0
Starking	11.0	1.2	7.3	2.5

Meyve ve sebzelerin doğal yapısında yer alan vitaminlerden askorbik asit (C vitamini), beyaz veya hafif sarı renkte, kokusuz kristalimsi yapıya sahip bir maddedir. Erime noktası 190 °C civarında olan askorbik asit suda tamamen çözünürken, etonelde az miktarda dietil eter çözeltisinde ise hiç çözünmemektedir. (Gardner et al., 2000; Özdemir ve Aydın,2012).

L-askorbik asit kristal haldeyken dayanıklı bir bileşik olmasına rağmen, çözelti halindeyken kolayca parçalandığı tespit edilmiştir. Parçalanmanın metal iyonları varlığında özellikle bakır ve demir iyonları eşliğinde hızlandığı görülmüştür. Isı, ortamdaki nikel iyonları, riboflavin, ortamın alkali özellik taşıması, askorbik asidin oksidasyonunu artırıcı elemanlardır (Özkan vd., 2004). Askorbik asit, taze ve işlenmiş meyve ve sebzelerde kararmayı önleyici olarak ayrıca demir ve bakır gibi prooksidant iyonlarla şelat yaparak onların etkisini engelleme amacıyla yaygın olarak kullanılan bir kimyasal bileşiktir (Bauerfeind et al.,1985; Sapers, 1993). Askorbik asit, aktif olmayan oksidant bileşenlere elektron vermek suretiyle, doku ve hücrelerinin suda çözünen unsurlarının oksidasyonunu önlemekte (Champion et al., 2004) ve hücre duvarlarındaki vitamin E radikallerini aktive ederek (Kaur and Kapoor, 2001) canlı ortamlarda da (in vivo) önemli bir antioksidan gibi davrandığı belirlenmiştir.

Elmada doğal olarak 2-10 mg/100g aralığında askorbik asit bulunmaktadır (Cemeroğlu, 2009). Askorbik asit uygulanan çeşitli ön işlemler, ısısız işlemler ve bazı çevresel faktörlerden kolayca etkilenebilmektedir. Askorbik asit sadece işleme sırasında değil, depolamada da kaybolmaktadır. Hatta dondurarak muhafazada çok düşük derecelerde bile, önemli seviyede askorbik asit kaybı görülmektedir (Cemeroğlu 2009).

Askorbik asitin insan sağlığına olumlu etkilerinden kısaca bahsedilecek olursa, C vitamini besin maddelerinde acılaşıma, ekşime ve renk değişimlerini engeller. Doku yapımı ve onarımında yer almanın yanında, bağışıklık sistemini güçlendirir, kanserin önlenmesinde etkilidir, demirin vücutta kullanılmasına yardımcı olur bunu yanında sigaranın vücuttaki kötü etkilerini azaltır (Tütem ve Apak, 1991; Özdemir ve Aydın, 2012). Vücut metabolizmasında ve gıda yapısındaki olumlu etkilerinin yanında olumsuz etkisi de olabilmektedir.

Askorbik asit esmerleşmeyi önlemesine karşın kendisinin okside olarak ilk önce dehidroaskorbik aside (DHAA) dönüşmesi ve oluşan DHAA' nın amino asitlerle reaksiyona girmesiyle Maillard reaksiyonu gerçekleşmektedir. Maillard reaksiyonu sonucunda diğer enzimatik olmayan reaksiyon mekanizmalarıyla esmer renkli ürünler oluşturması sebebiyle, aynı zamanda bir esmerleşme etmeni olabilecek bir bileşiktir (Kacem et al., 1987).

2.3. Kurutma Teknolojisi

Uzun yıllardan beri gıda sanayinde kurutma işlemi uygulanmaktadır. Bugün gelişen teknolojik imkanlar ile gıda maddeleri daha uzun süre ve kalite kaybının en az olacağı şekilde elde etmek mümkündür. Gıda sanayinde kurutma işlemi temel olarak doğal kurutma (güneşte kurutma)

ve yapay kurutma olarak ikiye ayrılmaktadır. Güneşte kurutmanın her gıda ürününe uygun olmaması, çeşitli kimyasal maddelerle takviyeli olarak kullanılması, kurutma sırasında geniş bir alana yayılan gıdalarda çeşitli böcek ve parazit sorunları ile karşılaşılması, kurutma süresinin uzunluğu gibi problemlerden dolayı pek tercih edilmemektedir. Yapay kurutucular hem daha az yer kaplayan, kurutma işleminin kısa sürede tamamlandığı kurutucu tipleridir. Gıda sanayinde kullanılan yapay kurutucu çeşitleri aşağıda belirtildiği gibidir:

- ❖ Kabin kurutucular
- ❖ Akışkan yatak kurutucular
- ❖ Tünel kurutucular
- ❖ Sandık tipi kurutucular
- ❖ Bantlı kurutucular
- ❖ Dondurarak kurutma yapan kurutucular
- ❖ Püskürtmeli kurutucular
- ❖ Valsli kurutucular

2.3.1. Valsli (Silindirik) Kurutucular

Bu kurutucularda ilke içten ısıtılan bir silindirin (vals) sıcak yüzeyine ince bir tabaka halinde yayılan sıvı veya lapa halindeki gıdanın silindirin dönüşü sırasında yüzeyde kuruması ve buradan kazanıp alınmasıdır. Isıtma buhar, su veya ısı iletimi yüksek bir sıvı ile yapılır.

Tek valsli kurutucularda vals hafifçe, kurutulacak sıvıya değmekte olup, vals üzerinde ince bir film bu yolla oluşmaktadır. Çift valsli kurutucularda ise, iki vals yan yana paralel olarak yerleştirilmiş olup valsler birbirlerine doğru dönerler. Besleme yukarıdan yapılır. Eğer valsler zıt yönde dönerlerse, bu tip valsli kurutuculara “ikiz vals” denir ve besleme alttan yapılır (Cemeroğlu, 2009).

Çift valsli kurutucularda ise, iki vals yan yana paralel olarak yerleştirilmiş valsler farklı yönlerde dönmektedir. Besleme vals aralığına yapılır. Ürün kalınlığı, vals aralığı ile ayarlanabilir (Cemeroğlu, 2009). Valsli kurutucularda oldukça viskoz ürünler başarılı bir şekilde kurutulabilir. Valsli kurutma sistemlerinin kurulumu kolaydır.

Yukarıda bahsedilen faydalarının yanında, valsli kurutucuların bazı dezavantajları mevcuttur. Bu sistemlerin enerji ihtiyaçları fazladır. Elde edilen kuru ürünün rengi koyu renkte olup, üründe yanık tat algısının oluşabildiği sistemlerdir. Yüksek şeker ve tuz içerikli gıda ürünleri ile çalışılırken kurutma parametreleri ürün özellikleri göz önünde bulundurularak seçilmelidir. Bazı gıda ürünleri uygun film tabakası halinde olmadığından valsli kurutucu kullanılmasına uygun olmamaktadır (Shen and Ha, 2003).

2.4 . Valsli kurutucu ile ilgili çalışmalar

Tang et al. (2012) çalışmasında, farklı kurutma teknolojilerinin mango tozunun mikroskobik yapısı ve fiziksel özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Öncelikle elde edilen mango tozlarının nem içeriği 0.05 kg su/kg kuru madde değerine düşürülmüştür. Kullanılan kurutma teknolojileri ise dondurarak kurutma, valsli kurutma, püskürtmeli kurutma ve Refractance Window (RW) olarak seçilmiştir. DE 10 olan maltodekstrin kullanılmış besleme brix değeri sabit tutulmuştur. Seçilen kurutma yöntemine göre, ürünün kuruma süresi birkaç saniyeden 30 saate kadar değişiklik göstermiştir. Son ürün sıcaklığı ise 20 °C ile 105 °C arasında değişiklik göstermektedir. RW ile dondurarak kurutma sonuçları renk özellikleri bakımından kıyaslanabilir seviyede yakın olmasına karşın, püskürtmeli kurutucuda açık, valsli kurutucudan ise koyu renkli toz eldesi olmuştur. Yığın yoğunluğu RW ve valsli kurutucuda diğer iki yöntemle kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Higroskobik ve çözünübilirlik açısından dondurarak kurutma ve RW arasındaki fark önemsiz bulunmuştur.

Kullanılan kurutma tekniklerinde camsı geçiş sıcaklığı arasında fark önemli bulunmamıştır. Çalışma kapsamında çift tamburlu valsli kurutucu kullanılırken valsler arası mesafe sabit tutulmuş 1 mm ayarlanmıştır. Uygulanan buhar basıncı ise 379.2 ± 7 kPa (4.1 bar).

Pua et al., (2010) valsli kurutucuda jack meyvesini kurutma parametrelerini RSM (yanıt yüzey yöntemi) ile optimize etmişlerdir. Çalışmada jack meyvesinin fizikokimyasal özellikleri üzerinde buhar basıncı ve vals dönüş hızının etkili olup olmadığı araştırılmıştır. Jack meyvesi tozunun kalitesi nem içeriği, su aktivitesine göre değerlendirilmiştir. Bunların dışında renk değerlerine (L, a, b), kantitatif tanımlama analizi ve hedonik test (duyusal) uygulanmıştır. Sonuçlara göre hem buhar basıncının hem de vals dönüş hızının son ürünün kabul edilebilirliğinde ve ürünün kalitesi üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Kullanılan parametreler 3,5 bar (300 kPa) 4,0 bar (370 kPa) ve 4.4 bar (440 kPa) ve dönüş hızları 1, 2 ve 3 devir/dk'dır. Optimum kurutma parametrelerinin ise buhar basıncının 336 kPa ve dönüş hızının 1,2 devir/dk olduğu tespit edilmiştir. Kurumaya yardımcı katkı maddeleri olarak farklı konsantrasyonlarda soy lesitini ve gam arabik kullanılmıştır. Bu iki katkı maddesinin de optimizasyonu yapılarak optimum kurumanın 2.65g/100g soy lesitini veya 10.28g/100g gam arabik olduğu sonucuna varılmıştır. Jack meyvesi tozunun nem içeriği ve su aktivitesinin sıcaklık artışıyla başka bir deyişle buhar basıncının artmasıyla azaldığı görülmüştür. Renk değerlerinde buhar basıncının artmasıyla L değeri 3,5-4,0 bar aralığında en yüksek değerdeyken, b değeri 3,5 bar da en yüksek a değeri ise 4.4 bar da en yüksek değerine ulaşılmıştır.

Yapılan bir çalışmada Karapantsios et al., (2002), çift tamburlu valsli kurutucuda, besleme konsantrasyonunun jeletinize nişasta üretimi üzerine etkisini araştırmışlardır. Endüstriyel boyutlu bir valsli kurutucu kullanılmış olup, jelatinize mısır nişastası üretimi için farklı kuru madde içerikli nişastalarla besleme yapılmıştır. Çalışma kapsamında başlıca parametreler değerlendirilmiştir. Bunlar vals çıkış sıcaklığı, ürün nem içeriği, kütle akış

seviyesi ve spesifik yük (ürün kalınlığı) tür. Çalışmanın sonucuna göre karışımları besleme konsantrasyonunun, valsli kurutucunun buhar basıncı ve dönüş hızı değişkenlerine göre daha önemli olduğu tespit edilmiştir. Daha az kuru maddeli besleme yapılan filmler daha kolay kururken çıkan nişasta daha küçük partiküllüdür. Optimum seviyedeki mısır nişasta üretiminin ise 19g/100g besleme °Brix değerinde olduğu saptanmıştır. Değiştirilen diğer parametreler buhar basıncı (6-7-8 Bar) , vals dönüş hızı 4-5-6 devir/dk Valsler arası mesafe ise sabit tutulmuş 0.9 mm ayarlanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre vals dönüş hızı arttıkça vals sıcaklığının azaldığı, dönüş hızı arttıkça nem miktarının arttığı ve yine vals dönüş hızı arttıkça kütle akış hızının arttığı saptanmıştır.

Karapantsios et al., (2002) bir başka çalışmada jelatinize mısır nişastası üretiminde valsli kurutucunun performansı üzerine araştırma yapmışlardır. Çalışma kapsamında endüstriyel boyutlu çift tamburlu valsli kurutucuda buhar basıncı, vals dönüş hızı ve jelatinizasyon havuzu seviyeleri arasındaki değişiklikler incelenmiştir. Ürünün nem içeriği, kütle akış oranı ve spesifik yük özelliklerine bakılmıştır. Kullanılan buhar basınçları 6, 7, 8 bar vals dönüş hızları 2, 3, 4, 5, 6 devir/dk vals mesafesi ise 0.9 mm ayarlanmıştır. Ticari olarak satın alınan mısır nişastası 13.5 % nem içeriğindedir. Mısır nişastasının granül boyutu 14.94 µm ve toplam amiloz içeriği ise 26±0.3 % olarak verilmiştir. Kullanılan nişasta/ su süspansiyonu 10 % w/w dir. Sonuçlara göre vals buhar basıncı arttıkça nişastanın nem içeriği düşmekte, kurutulmuş ürünün spesifik yükü de azalmaktadır. Besleme konsantrasyonları azaldıkça kolay kuruyan bir nişasta eldesi olurken çıkan ürün boyutu küçüktür. Bu sonuçlar 7 g/ 100 g besleme değeri için geçerlidir. 13 g/100 g besleme değerinde daha zor bir kuruma özelliği çıkarken elde edilen toz granülleri daha büyük yapıdadır. Bir sonuç olarak ideal toz nişasta eldesinin 10 g/100 g olduğu elde edilen sonuçlarla tespit edilmiştir.

Abonyı et al.,(2002) havuç ve çilek pürelerinin RW ile kurutulması çalışmasında RW ile kurutmanın sonuçları dondurarak kurutma, valsli

kurutma ve püskürtmeli kurutma sonuçları ile kıyaslanmıştır. Ticari olarak satın alınan havuç ve çilek püreleri kurutuluncaya kadar soğukta muhafaza edilmiştir. Çilek püresinin nem içeriği %93.6 iken havuç püresinin %89.4 olarak ölçülmüştür. Çalışma kapsamında çapları 19 cm olan çift tamburlu valsli kurutucu kullanılmış, vals dönüş hızı 0.3 devir/dk ürünün kuruma süresi ise 3 dk olarak belirlenmiştir. Havuç pürelerrinin nem miktarı kurutma işlemlerinden sonra %6.1, çilek püresinin %9.9 ve maltodekstrinli çilek pürelerrinin ise %5.7 olduğu saptanmıştır. Sonuçta havuçta β - karoten ve toplam karoten kayıpları karşılaştırılmış valsli kurutucudan çıkan toz üründe fazla miktarda kayıp olduğu tespit edilmiştir. Askorbik asit miktarında da valsli kurutucuda kurutulan ürünlerde diğer kurutucu tiplerine göre en fazla kayıp meydana gelmiştir.

Kaya (2013), laktoferment yöntemi ile pancar suyu ve tozu üretimi yapmışlardır. Pancar tozu üretimi için valsli kurutma ve püskürtmeli kurutucular kullanılmıştır. Toz üründe %25 ve %50 maltodekstrin (MD) içerecek şekilde örnekler hazırlanmıştır. Valsli kurutma parametreleri 2 bar 2 devir/dk olarak ayarlanmıştır. Toz ürünlerde bazı fiziksel ve kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. %25 MD ilavesinde pancar örneklerinin kurumadığı gözlenmiştir. Kurutma işlemlerinin ve kurutma öncesi ilave edilen MD miktarının pH ve asitlik değerlerine etki ettiği belirlenmiştir. Toz ürünlerde kurutma sonrasında asitlik değerinde bir miktar azalma görülmüştür.

Eser (2014), farklı iki kurutma teknolojisi ile domates tozu üretimi yapmıştır. Valsli ve püskürtmeli kurutma teknolojileri kıyaslanmıştır. Optimizasyon aşamasında vals devir hızı (1-3 devir/dk), buhar basıncı (100-300 kPa) ve besleme konsantrasyonu (%5-10 KM) bağımsız işlem parametreleri olarak seçilmiş, kurumaya yardımcı kaplama ajanı olarak maltodekstrin (10 DE) kullanılmıştır. Optimizasyon aşamasında yanıt olarak seçilen likopen miktarı, kekleşme derecesi, dağılılırlık yüzdesi ve ıslanabilirlik süresine göre sonuçlar belirlenmiştir. Bunun yanında bazı fiziksel analizler de yapılmıştır. Farklı kurutma işlemleri ve

parametrelerinin domates tozunun fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerindeki etkisini incelemek amacıyla yapılan analizler neticesinde; püskürtmeli kurutucudan elde edilen domates tozlarının nem içeriği ve su aktivitesi değerlerinin valsli kurutma ile elde edilen domates tozlarına göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Renk değişimi değerleri bakımından valsli kurutma yöntemi ile elde edilenlere göre büyük farklılıklar gözlemlenmiştir.

Rosenthal and Sgariberi (1992), valsli kurutucu ile yaptıkları çalışmada tatlı mısır pulpunda nem içeriği ve besin değerlerinin, buhar basıncı ve dönme hızının bir fonksiyonu olduğunu belirtmişlerdir. 350-500 kPa aralığında artan buhar basıncına karşılık nem içeriğinin azaldığı belirlenmiştir.

Özturan vd. (2014), zeytinyağı üretiminde elde edilen atıklardan biri olan pirinanın kuruma karakteristiği üzerine çalışma yapmışlardır. Pirina hem tepsili kurutucuda hem de valsli kurutucuda kurutulmuştur. Yaş pirina valsli kurutucuda kurutulurken, buhar basınçları 1-3 bar arasında değiştirilmiş valsler arası mesafe sabit tutulup 1 mm 'ye ayarlanmıştır. Kurutma sonrası elde edilen pirina tozlarına bazı fiziksel ve kimyasal analizler uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar bağlamında pirinanın kurutma ile nem ve su aktivitesi değerlerinde yüksek bir oranda azalma olduğu tespit edilmiştir. Tepsili kurutucuya göre valsli kurutucuda daha başarılı bir kurumanın olduğu saptanmıştır.

Pazır vd. (2001), üç farklı patlıcanı (Aydın Siyahı, Bostan ve Manisa) közlemiş, valsli kurutucuda kurutmuşlar ardından kuru ürünleri tekrar sulandırmışlardır. Çalışma kapsamında patlıcanlarda bazı fiziksel testler ve duyuşal değerlendirme yapılmıştır. Sonuç olarak fiziksel özellikleri ve tekrar sulandırılmaları ile değerlendirildiğinde en çok tecih edilen patlıcan türlerinin Aydın siyahı ve Bostan olduğu belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Ham madde olarak 13°Brix lik elma püresi ticari bir firmadan satın alınmıştır. Hammadde, kurutma çalışmalarında kullanılmadan önce -25 °C de muhafaza edilmiştir. Kurutmaya yardımcı taşıyıcı ajan olarak ise maltodekstrin (DE 10) kullanılmıştır. Farklı ürün/maltodekstrin kombinasyonları denenmiştir. Bu kombinasyonlar 60/40, 50/50 ve 40/60 şeklindedir. Hazırlanan maltodekstrin (su ve maltodekstrin karışımı halinde) ham madde ile aynı °Brix değerindedir.



Şekil 3.1. Tez Kapsamında Kullanılmak Üzere Satın Alınan 13 Bx' lik Elma Püresi Örneği

3.2. Metod

Tez kapsamında ham maddeye uygulanan fiziksel ve kimyasal analizler son ürün olarak elde edilen toz materyallere de uygulanmıştır. Deneme deseni için Yanıt Yüzey Yöntemi (YYY) kullanılmıştır. İstatistiksel değerlendirmeler yine aynı program yardımıyla yapılmıştır. Üretimler 2 tekerrür, analizler 2 paralel yapılmıştır.

3.2.1. Elma püresinin valsli kurutucuda kurutulması

Valsli kurutma çalışmalarında Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Pilot Tesisinde bulunan Carter marka valsli kurutucu kullanılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Valsli Kurutucu.

Tez kapsamında çift silindirli valsli kurutucu kullanılmıştır. Valsli kurutucuda her bir valsın boyu 20 cm, yarıçap uzunluğu ise 10 cm'dir. Değiştirilen parametreler buhar basıncı vals dönüş hızı ve elma/maltodekstrin karışım oranlarıdır. Valsli kurutucunun buhar basıncı 0-4 bar arasında ayarlanabilmektedir. Çalışmada kullanılan buhar basınçları ise 1.5 bar, 2.5 bar ve 3.5 bar'dır. Vals yüzey sıcaklıkları sırasıyla 99.1°C, 105.0 °C ve 112.6 °C olarak ölçülmüştür. Tez kapsamında valsler arasındaki mesafe sabit tutulmuş olup 1 mm'ye ayarlanmıştır. Valsli kurutucu farklı dönüş hızlarında ayarlanabildiği gibi tez kapsamında 1, 2 ve 3 devir/dk üç farklı dönüş hızı uygulanmıştır. Seçilen işlem parametrelerine daha önce yapılan ön denemeler ile karar verilmiştir.

3.2.2. Elma püresi tozu üretimi

-25°C’ de depolanan elma püresi, valsli kurutucuda kurutulmadan önce bir gün öncesinden +4°C de muhafaza edilerek çözündürülmüştür. Çözündürülen elma pürelerine aynı °Brix derecesinde hazırlanmış maltodekstrin karışımı ilave edilmiştir. Maltodekstrin ilavesi olmadan sadece elma püresi kurutma denemesi yapıldığında ürünlerin kurumadığı gözlemlenmiştir. Farklı oranlarda hazırlanmış (60/40, 50/50, 40/60) elma püresi ve maltodekstrin karışımları valslerin üzerinden besleme yapılarak kurutma işlemi yapılmıştır. İlk çıkan ürünler pulcuk şeklinde olup elde edilen ürünler Bosch marka kahve öğütücüsünde öğütülerek toz haline getirilmiştir. Öğütme 15 sn süre ile yapılmıştır.

Üretilen toz örnekler alüminyum laminasyonlu polietilen torbalara konularak hava almayacak şekilde kapatılmış ve cam kavanoza yerleştirilerek -18 ± 1 °C’de analizler yapılınca kadar depolanmıştır. Valsli deneme ile elde edilen ürün şekil 3.4 ve öğütülen toz ürün şekil 3.3 de belirtilmiştir. Tez kapsamında YYY ile elde edilen toz örneklerinin deneme planı çizelgede gösterilmiştir. Kurutma sonrası elde edilen elma tozlarına bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal testler yapılmıştır.

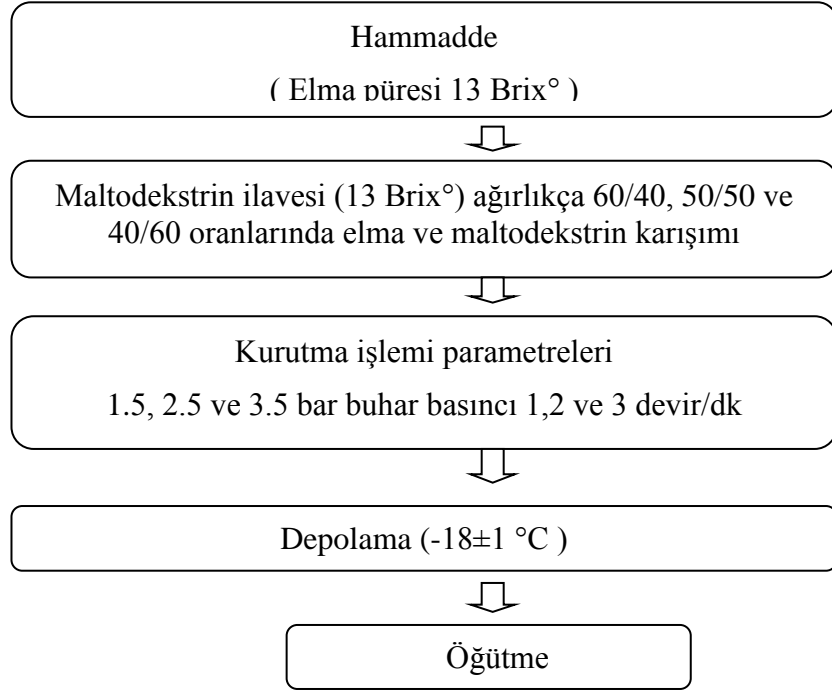


Şekil 3.3. Öğütülen Elma Tozları



Şekil 3.4. Valsli Kurutucudan Elde Edilen Ürün

Çizelge 3.1. Yanıt Yüzey Yöntemi İle Elde Edilen Toz Örneklerinin Deneme Planı.



3.2.2.1. Nem tayini

Valsli kurutucudan alınan örnekler 65 °C de vakumlu etüvde sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur. Sonuçlar % olarak verilmiştir. (Cemeroğlu, 2010).



Şekil 3.5. Vakumlu etüv

3.2.2.2. Su aktivitesi tayini

Valsli kurutucudan elde edilen ürünlerin su aktivitesi ± 0.001 hassasiyete sahip su aktivitesi ölçüm cihazı (Testo AG 400, Germany) kullanılarak tespit edilmiştir. Ortalama 4 gram örnek su aktivitesi cihazının haznesine yerleştirilmiş, su aktivitesi değerinin 30 dakika süre değişim değerinin 0.001' den az olmasının tespitiyle sistemin dengeye geldiği kabul edilmiş ve cihazın gösterdiği bağıl nem miktarı 100'e bölünerek su aktivitesi değeri kaydedilmiştir. Ölçüm alındığı sırada ortam sıcaklığı 23 ± 1 ° C olarak kaydedilmiştir.



Şekil 3.6. Testo Cihazı (Testo Electronics, 1999).

3.2.2.3. pH tayini

Valsli kurutucudan elde edilen örneklerin pH değerleri tespit edilirken 2 gram örnek alınmış üzerine 50 ml saf su eklenerek çözüldürülmüştür. Hammadde de ise doğrudan pH metre ile ölçüm alınmıştır (Cemeroğlu, 2010).

3.2.2.4. Titrasyon asitliği tayini

Titration asitliği tayini fenolfitalein indikatörü damlatarak 0.1 N NaOH çözeltisi ile titre edilmiştir sarfiyat miktarı kaydedilerek hesaplama yapılmıştır. Sonuçlar susuz malik asit cinsinden % olarak verilmiştir (Yılmaz, 2007).

3.2.2.5. Renk analizi

Tez kapsamında renk analizi Hunter Lab Colorflex spektrofotometre kullanılarak yapılmıştır. Örnekler, quartz örnek kabına boşluk kalmayacak şekilde konulmuş ve haznenin 4 farklı noktasından ölçüm alınmıştır. Örneklerin L (parlaklık), a (+ kırmızı, - yeşil), b (+ sarı, - mavi) renk değerleri belirlenmiştir (Hunter Lab, 2009). Toz halindeki ürünlerin renk değerleri ölçülmesinin yanı sıra toz örnekler sulandırılarak da renk değerleri kaydedilmiştir.



Şekil 3.7. Hunter Lab Renk Cihazı

Elma tozları hammaddenin Brix derecesine kadar sulandırılarak renk ölçümleri alınmıştır. L, a ve b değerleri kullanılarak toplam renk farkı (ΔE), kurutma öncesi numunelerin ölçülen renk değerleri referans (kontrol) kabul edilerek verilen formüle göre hesaplanmıştır.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

$$\Delta L = L_{ref*} - L_{örnek**}$$

$$\Delta a = a_{ref*} - a_{örnek**}$$

$$\Delta b = b_{ref*} - b_{örnek**}$$

* L_{ref} = Kurutma öncesi karışım L değeri

** $L_{örnek}$ = Toz örneğin, elma püresinin başlangıç briksine kadar sulandırılması ile elde edilen karışımın L değeri

* a_{ref} = Kurutma öncesi karışımın a değeri

** $L_{örnek}$ = Toz örneğin, elma püresinin başlangıç briksine kadar sulandırılması ile elde edilen karışımın a değeri

* b_{ref} = Kurutma öncesi karışımın b değeri

** $b_{örnek}$ = Toz örneğin, elma püresinin başlangıç briksine kadar sulandırılması ile elde edilen karışımın b değeri

3.2.2.6. Askorbik asit tayini

Örneklerin askorbik asit tayini Hışıl (2013) 'e göre yapılmıştır. Sonuçlar mg/100 g olarak belirlenmiştir.

3.2.2.7. Toplam şeker tayini

Elma tozlarındaki toplam şeker miktarı Lane - Eynon metod ile tespit edilmiştir. Sonuçlar % şeker miktarı olarak verilmiştir. (Cemeroğlu, 2010).

3.2.2.8. Toplam Fenolik Madde Tayini

Örneklerdeki toplam fenolik madde miktarı (TFMM), Singleton (Singleton and Rossi, 1965; Singleton et al., 1999) yöntemi esas alınarak saptanmıştır. Singleton yönteminden farklı olarak düşük sıcaklıkta ekstraksiyon tercih edilmiş, Folin çözeltilisi seyreltmeden kullanılmıştır (Akış, 2010). Ekstraktlar hazırlanırken % 80 lik metanol-su karışımı kullanılmıştır. % 7 lik $NaCO_3$ hazırlanmıştır. Ekstraksiyon işlemi $50^{\circ}C$ de 1 saat süre ile uygulanmıştır. Farklı konsantrasyonlarda gallik asit standart

çözeltisi hazırlanmıştır. Bu konsantrasyonlar 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, 25 ppm, 30 ppm, 35 ppm ve 40 ppm şeklindedir. Standartlar ve örnek ekstraktları 760 nm de spektrofotometrede okunmuştur. Sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir.

3.2.2.9. Antioksidan aktivite tayini

Tez kapsamında yanıt yüzey yöntemi (YYY) ile üretilen elma tozu örnekleri ve hammadde antioksidan aktivite tayini DPPH (2,2-difenil- 1-pikrilhidrazil) yöntemi ile tespit edilmiştir (Cemeroğlu, 2010). Yöntemin prensibi mor renkli kararlı bir bileşik olan DPPH* radikalinin, örnek bileşiği ile reaksiyonundan sonra indirgenmesi sonucunda, renkte oluşan azalmanın spektrofotometrede 517 nm dalga boyunda ölçülmesine dayanmaktadır.

Analize alınacak örneklere ekstraksiyon işlemi uygulanmıştır. Örnekler 50° C'de 1 saat süre ile ekstraksiyon edilmiştir. Ekstraksiyon DPPH* radikal çözeltisi 1mM günlük olarak hazırlanmıştır. Kullanılana kadar +4 °C de saklanmıştır. Örneklerin 517 nm'de okunan absorbans değerleri ile şahit örneğin absorbans değeri kaydedilmiştir. Şahit örnek için elde edilen absorbans değeri dikkate alınarak, 5 farklı örnek hacmine karşılık gelen yüzde inhibisyon değerleri kaydedilmiştir. Toz ürünlere uygulanan seyreltme faktörü de hesaplamalar yapılırken göz önünde bulundurulmuştur. Sonuçlar % olarak verilmiştir.

3.2.2.10. Duyusal analiz

Elma tozlarının duyusal değerlendirilmesi Altuğ ve Elmacı (2005) de belirtildiği şekilde sıralama testi uygulanarak yapılmıştır. 6 panelist tarafından duyusal analiz değerlendirilmiştir. Elma tozu örneklerinin duyusal değerlendirilmesi Elma/Maltodekstrin oranlarına göre yapılmış, her grup kendi içerisinde değerlendirilmiştir.

3.2.2.11. Deneysel dizayn ve istatistiksel analiz

Tez kapsamında seçilen, valsli kurutma parametrelerin optimizasyonu için Yanıt yüzey Yöntemi (Response Surface Methodology- RSM). Deneme planı modellemesi Design- Expert 7.0 yazılımında gerçekleştirilmiştir. Optimizasyonda kullanılacak olan yanıtlar, yapılan istatistiksel analizler sonucunda belirlenmiştir. Oluşturulan modelin deneysel verilerle karşılaştırılması için varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır.

Bu deneme planındaki değişkenler ve düzeyleri çizelge 3.2’de belirtilmiştir. Design- Expert 7.0 yazılımı ile Yüzey Merkezli İstatistiksel Dizayn kullanılarak oluşturulan valsli deneme kurutma planı Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.2 Deneme Planındaki Değişkenler ve Düzeyleri.

Faktörler	Bağımsız değişkenler	<u>Değişken Seviyeleri</u>		
		-1	0	+1
x ₁	Buhar Basıncı (Bar)	1,5	2,5	3,5
x ₂	Vals Dönüş Hızı	1	2	3
x ₃	(devir/dk) Elma/ Maltodekstrin	40/60	50/50	60/40

Optimizasyonda kullanılan yanıtlar olarak pH, su aktivitesi, a ve b renk değerleri kullanılmış olup, yanıtlar Design-Expert 7.0 yazılımına tanımlanmıştır.

Analizler sonrasında elde edilen değerler Design- Expert 7.0 programına girilmiş ve optimizasyonda kullanılacak yanıtlar Çizelge 3.4’deki gibi tanımlanmıştır.

Çizelge 3.3. Design Expert 7.0 Yazılımı ile Oluşturulan Valsli Kurutma Deneme Planı.

Deneme No	Elma/Maltodekstrin Oranı	Buhar Basıncı (bar)	Dönüş Hızı (devir/dk)
1	50/50	2,50	2,00
2	50/50	2,50	2,00
3	40/60	1,50	3,00
4	40/60	1,50	1,00
5	40/60	2,50	2,00
6	50/50	1,50	2,00
7	60/40	3,50	3,00
8	40/60	3,50	1,00
9	40/60	3,50	3,00
10	60/40	1,50	3,00
11	50/50	2,50	2,00
12	60/40	1,50	1,00
13	50/50	2,50	1,00
14	50/50	3,50	2,00
15	60/40	2,50	2,00
16	50/50	2,50	2,00
17	50/50	2,50	3,00
18	50/50	2,50	2,00
19	60/40	3,50	1,00
20	50/50	2,50	2,00

Çizelge 3.4. Optimizasyonda Kullanılacak Yanıtlar İçin Tanımlanan Hedefler .

Optimizasyonda kullanılan yanıtlar	Hedef
pH	minimize
Su Aktivitesi (a_w)	minimize
a	maksimize
b	maksimize

Her yanıtla ilişkin hedefin belirlenmesinden sonra optimizasyona geçilmiştir. Design- Expert 7.0 yazılımı ile gerçekleştirilen optimizasyonda, yanıtlar hedefler doğrultusunda verilen alt ve üst limitler arasında optimize edilmişlerdir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Valsli Kurutma Parametrelerinin Optimizasyonu İçin Modelin Oluşturulması

Elde edilen sonuçların hepsi Yanıt yüzey Yöntemi (Response Surface Methodolgy – RSM) programında incelenerek yanıtlardan su aktivitesi, pH, a ve b için kuadratik terimleri ile modelin önemli ölçüde uyduğu görülmüştür. Her bir faktörün lineer, kuadratik ve interaksiyon etkilerinin yanıtlar üzerindeki istatistiksel önemlilikleri %95 güven aralığında Fischer (F testi) testi uygulanarak bulunmuştur. Bu modelin her yanıt için % 95 güven seviyesinde önemli, model uyumsuzluğunun (lack of fit) ise önemsiz bulunmuştur. Diğer analiz sonuçları için modelin önemsiz ve model uyumsuzluğunun önemli çıkmasından dolayı bu yanıtlar modellemeye dolayısıyla optimizasyona alınmamıştır.

Model tarafından tahmin edilen değerlerin, deneysel olarak elde edilen veriler ile uyumlu olup olmadığını anlamak için regrasyon katsayısı (R^2), düzeltilmiş regrasyon katsayısı (R^2 adj) ve varyasyon katsayısı (C.V.) ile belirlenmiştir. R^2 ve adj R^2 değerlerinin birbirine yakın olması modellerin istatistiksel olarak önemsiz terimleri içermediğini göstermektedir. Varyasyon katsayısı deneysel verilerdeki kalıntı varyasyonunun ortalamaya bağlı bir ölçüsüdür.

Yüksek varyasyon katsayısı değerleri, verilerin ortalamadan çok fazla saptıklarını, düşük varyasyon katsayısı değerleri ise verilerin ortalamayla hemen hemen aynı değere sahip olduğunu göstermektedir (Lazic, 2004). Ayrıca “Adequate Precision” değerinin “4” değerinden büyük olmasından dolayı modelin uygunluğunun doğru olduğu görülmüştür.

Tez kapsamında kullanılan yanıt yüzey yönteminde model uygunluğu gösteren yanıtlar öncelikli olarak verilmiştir. Bu yanıtlar su aktivitesi, pH, a ve b renk değerleridir. Model uygunluk göstermeyenler daha sonraki kısımlarda verilmiştir.

4.2. Hammadde Analiz Sonuçları

Çizelge 4.1' de hammaddeye uygulanan fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.1. Hammadde Analiz Sonuçları.

Kuru Madde Miktarı (%)	16,00±0,04
Brix (°Bx)	13,02
Su Aktivitesi (a _w)	0,88
pH	3,94
Titrasyon Asitliği (%)	0,45
Toplam Fenolik Madde (mg/kg)	878± 43,1
Antioksidan Aktivite (%)	30,23±1,7
Toplam Şeker Miktarı (%)	7,37
Askorbik Asit (mg/100g)	0,4
L	48,9±0.03
a	11,84±0,01
b	30,47±0,07

Rosas et al.'un (2007) elma suyunun pH değerini 3.9 olarak tespit etmişlerdir.

Artık vd. (1997), elma suyundaki fenolik maddeleri HPLC ve Folin Cioceltau yöntemi ile belirlemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre Folin Cioceltau ile elde edilen toplam fenolik madde miktarları 6 farklı elma

suyu konsantresinde 1200 mg/ L, 1038 mg/ L, 539 mg/ L, 898 mg/L, 1049 mg L/, 391mg/L olarak belirlenmiştir.

Karadeniz vd. (2005), 8 farklı elma çeşidinde toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitesi tayini yapmışlardır. Toplam fenolik madde sonuçları sırasıyla Amasya, Arapkızı, Cooper, Gloster, Golden Delicious, Granny Smith, Rome Beauty, Starking elma çeşitleri için 1078±38,9 mg/kg, 1232±12.00 mg/kg, 876±21.2 mg/kg, 571±21.2 mg/kg, 1146±106.1 mg/kg, 541±23.3 mg/kg, 1110±21.2 mg/kg, 1333±3,5 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Antioksidan aktivite sonuçları ise sırasıyla %24,8 ±0.6, %40.2 ±3.5, %14.7 ±3.5, %20.8 ±5.8, %20.7 ±4.4 , %24.2±3.9 , %40.7±0.9 , % 19.5 ±3.5 şeklinde tespit edilmiştir. Pearson et al. (1999), toplam fenol içeriğini altı farklı ticari elma sularında ise 423 ± 9–990 ± 8 mg GAE / L arasında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir.

Meyve ve sebzelerin işlenmesi uygulanan ön işlemler ve ısıtma gibi işlemlerle, pres ve filtrasyon gibi ayırma işlemleri esnasında gerçekleşen termal degradasyon, oksidasyon ve benzeri işlemler sonucunda, işlenmiş ürünün antioksidan kapasitesi taze haline oranla azalmaktadır (Cemeroğlu, 2009). İşlenmiş ürünlerdeki flavonoidler ve antioksidan aktivitesi kullanılan meyve ve sebzelerdeki varyete veya cinsinden, yetiştirildiği iklim koşullarından, meyvenin büyüklük miktarından, olgunluk seviyesinden ya da işlemde esnasında uygulanan sıcaklık, oksijen veya ışık varlığı gibi koşullardan etkilendiği görülmektedir (Çapanoğlu ve Boyacıoğlu, 2009).

Literatürde de belirtildiği gibi meyve ve sebzelerin kimyasal bileşimi gerek uygulanan işlem basamaklarından gerekse çevresel faktörlerden kolayca etkilenmektedir. Hammadde sonuçlarının elma meyvesine kıyasla düşük olmasının, elma püresinin üretimi sırasındaki ön işlemlerin, uygulanan ısı uygulaması ve diğer üretim koşullarından kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

4.3. Toz Ürünlerin Analiz Sonuçları

4.3.1. Su aktivitesi sonuçları

Valsli kurutucu ile elde edilen elma tozlarının su aktivitesi değerleri ve istatistiksel değerlendirmeleri aşağıdaki çizelge 4.2, şekil 4.1 ve şekil 4.2 ve Ek 1.1’de verilmiştir.

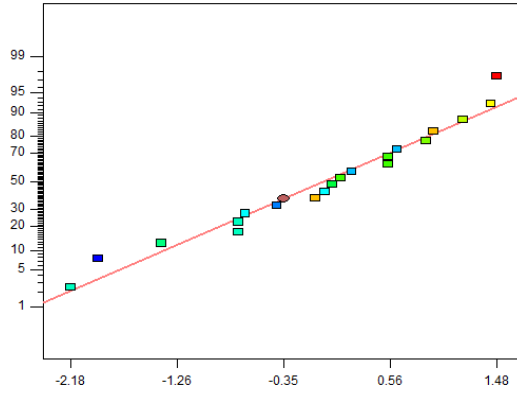
Çizelge 4.2. Toz Ürünlerin Su Aktivitesi Sonuçları.

Deneme No	E/M	Buhar Basıncı (bar)	Dönüş Hızı (devir/dk)	Su aktivitesi (a_w)
1	50/50	2,5	2,00	0,23
2	50/50	2,5	2,00	0,23
3	40/60	1,5	3,00	0,27
4	40/60	1,5	1,00	0,14
5	40/60	2,5	2,00	0,26
6	50/50	1,5	2,00	0,23
7	60/40	3,5	3,00	0,20
8	40/60	3,5	1,00	0,17
9	40/60	3,5	3,00	0,27
10	60/40	1,5	3,00	0,30
11	50/50	2,5	2,00	0,19
12	60/40	1,5	1,00	0,18
13	50/50	2,5	1,00	0,16
14	50/50	3,5	2,00	0,18
15	60/40	2,5	2,00	0,21
16	50/50	2,5	2,00	0,19
17	50/50	2,5	3,00	0,19
18	50/50	2,5	2,00	0,24
19	60/40	3,5	1,00	0,17
20	50/50	2,5	2,00	0,25

($p < 0.05$)

Çizelge 4.2 incelendiğinde en yüksek su aktivitesi değeri 0.30 a_w 10 nolu (60/40 1.5 bar 3 devir/dk) toz örneğe, en düşük su aktivitesi değerinin 0.14 a_w ile 4 nolu (40/60 1.5 bar 1 devir/dk) örneğe ait olduğu bulunmuştur.

Su aktivitesi sonuçlarına göre toz üründeki elma püresi yüzdesi (elma püresi) arttıkça su aktivitesi sonuçlarının artış gösterdiği, elma püresi yüzdesi azaldıkça ise su aktivitesinin azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca buhar basıncı ve vals dönüş hızının su aktivitesi sonuçları üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Buhar basıncı arttıkça ve vals dönüş hızı azaldıkça su aktivitesi değerleri düşüş göstermiştir.



Şekil 4.1. Su Aktivitesi İçin Model Tarafından Hesaplanan Değerlere (a_w) Karşılık Deneysel Olarak Elde Edilen Sonuçların (a_w) Dağılımı

Su aktivitesi sonuçlarının modellenmesi Eşitlik 4.1' de verilmiş olan polinomial eşitlik ile sağlanmıştır.

$$SA = 0,188 - 5 \cdot 10^{-4} - 0,04 \cdot x_3 - 0,013000 \cdot x_1 + 0,041000 \cdot x_2$$

Eşitlik 4.1. Su Aktivitesi Sonuçlarının Polinomial Eşitliği.

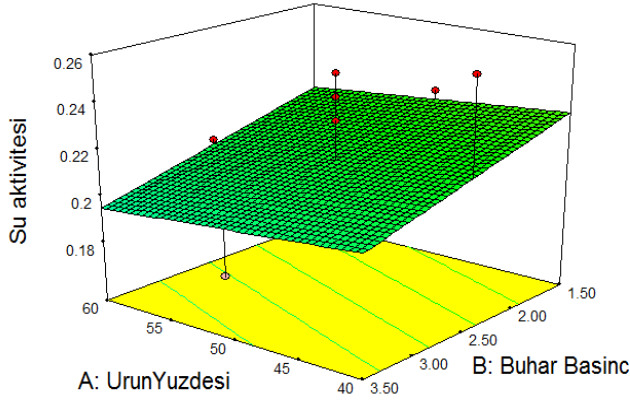
Pua et al., (2010) jack meyvesini valsli kurutucu ile kuruttuklarında son ürünlerin su aktivitesi değerlerini de incelemişlerdir. Son ürünlerin su aktivite değerlerinin 0.15 ile 0.30 a_w arasında değiştiği gözlemlenmiştir.

Su aktivitesi değeri sonuçlara göre istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Su aktivitesi üzerinde hem buhar basıncının hem de vals dönüş hızlarının etkili olduğu belirlenmiştir. Vals dönüş hızı azaldıkça

su aktivitesi değerinin azaldığı; vals dönüş hızı arttıkça su aktivitesi değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir.

Özturan vd. (2014), pirinanın kuruma karakteristiği üzerine yaptıkları çalışmada valsli kurutucuda buhar basıncı arttıkça örneklerin su aktivitesinin azaldığı belirlenmiştir. Tepsili kurutucuya kıyasla valsli kurutucuda kurutulan örneklerin su aktivitesi değerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Eser (2014), valsli kurutucuda elde ettiği domates tozunun su aktivitesi değerlerinin vals dönüş hızı azaldıkça düştüğünü, aynı şekilde buhar basıncı arttıkça domates tozlarının su aktivitesinin yine azaldığı görülmüştür.



Şekil 4.2. Su Aktivitesi Değerlerinin Sabit Vals Dönüş Hızında Ürün Yüzdesi ve Buhar Basıncına Göre Değişimi.

Şekil 4.2. de görüldüğü gibi buhar basıncı arttıkça su aktivitesinin düştüğü görülmektedir. Bunun yanında ürün yüzdesi arttıkça su aktivitesinin arttığı görülmektedir.

4.3.1. pH sonuçları

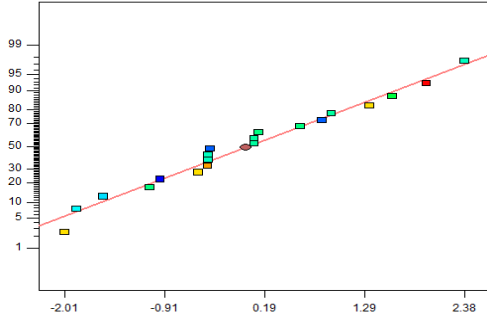
Valsli kurutucu ile elde edilen elma tozu ürünlerinin pH sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri aşağıdaki çizelge 4.3, şekil 4.3, şekil 4.4 ve Ek 1.2'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.3. Toz Ürünlerin pH Sonuçları.

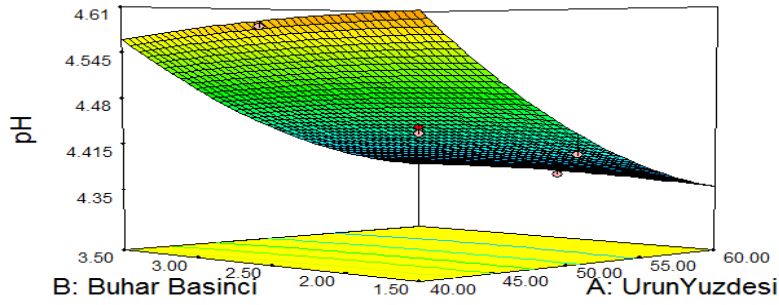
Deneme No	E/M	Buhar Basıncı (bar)	Dönüş Hızı (devir/dk)	pH
1	50/50	2,5	2,00	4,47
2	50/50	2,5	2,00	4,45
3	40/60	1,5	3,00	4,65
4	40/60	1,5	1,00	4,60
5	40/60	2,5	2,00	4,58
6	50/50	1,5	2,00	4,41
7	60/40	3,5	3,00	4,36
8	40/60	3,5	1,00	4,58
9	40/60	3,5	3,00	4,58
10	60/40	1,5	3,00	4,33
11	50/50	2,5	2,00	4,44
12	60/40	1,5	1,00	4,43
13	50/50	2,5	1,00	4,45
14	50/50	3,5	2,00	4,44
15	60/40	2,5	2,00	4,36
16	50/50	2,5	2,00	4,44
17	50/50	2,5	3,00	4,45
18	50/50	2,5	2,00	4,43
19	60/40	3,5	1,00	4,40
20	50/50	2,5	2,00	4,43

($p < 0.05$)

Çizelge 4.3 incelendiğinde en düşük pH değerinin 10 nolu (60/40, 1,5 Bar 3 devir/dk) toz ürün denemesinde 4,33 pH olduğu, en yüksek pH değerinin ise 3 nolu (40/60 1,5 bar 3 devir/dk) toz ürün denemesinde 4,65 pH olduğu belirlenmiştir. pH üzerinde ürün yüzdesi, buhar basıncının etkili olduğu tespit edilmiştir. Ürün yüzdesi arttıkça asitlikte artış, başka bir deyişle pH da düşüş görülmüştür. Buhar basıncı arttıkça pH da artış belirlenmiştir.



Şekil 4.3. pH İçin Model Tarafından Hesaplanan Değerlere Karşılık Deneysel Olarak Elde Edilen Sonuçların Dağılımı.



Şekil 4.4. pH Değerinin Sabit Vals Dönüş Hızında Ürün Yüzdesi ve Buhar Basıncına Göre Değişimi

Şekil 4.4 ve Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi model tarafından üretilmiş olan değerler, deneysel olarak elde edilen değerler ile uyum içerisindedir. pH sonuçlarının modellenmesi Eşitlik 4.2' de verilmiş olan ikinci dereceden polinomiyal eşitlik ile sağlanmıştır.

$$\text{pH} = 5,93660 - 0,0047799 * x_3 - 0,032932 * x_1 + 0,032080 * x_2 + 1,25 * 10^{-2} - 003 * x_3 * x_1 - 2,375 * 10^{-2} - 003 * x_3 * x_2 + 1,25 * 10^{-3} - 003 * x_1 * x_2 + 3,86346E - 004 * x_3^2 - 6,36364E - 0003 * x_1^2 + 0,0186636 * x_2$$

Eşitlik 4.2. pH Sonuçlarının Modellenmesi İçin Polinomial Eşitlik.

Şekil 4.4. de görüldüğü gibi ürün miktarı arttıkça pH'nın düşüş gösterdiği, bununla beraber buhar basıncı azaldıkça pH'nın azaldığı görülmektedir.

Özturan vd. (2014), pirinanın kuruma karakteristiği üzerine yaptıkları çalışmada valsli kurutma sonucunda pirine tozunun pH sonuçları arasında önemli bir değişimin olmadığını tespit etmişlerdir.

4.3.3. Renk analizi sonuçları (a ve b)

Valsli kurutucu ile elde edilen elma tozlarının a,b sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri aşağıdaki Çizelge 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6., Şekil 4.7, Şekil 4.8 Ek 1.3 ve Ek 1.4'de belirtilmiştir.

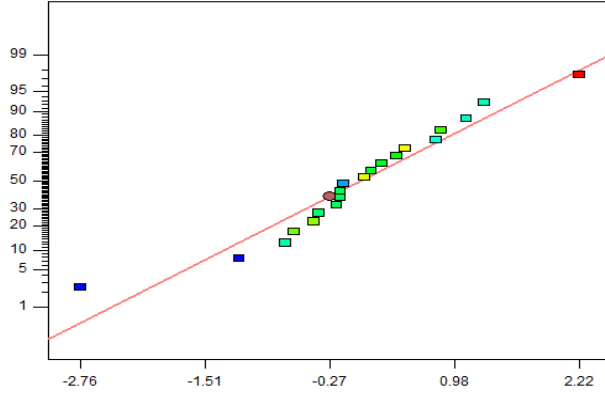
Çizelge 4.4. Toz Ürünlerin Renk Analizi Sonuçları (a ve b).

Deneme No	E/M	Buhar Basıncı (bar)	Dönüş Hızı (devir/dk)	a	b
1	50/50	2,5	2,00	5,94±0,03	18,18±0,07
2	50/50	2,5	2,00	5,91±0,03	17,86±0,07
3	40/60	1,5	3,00	4,71±0,02	17,08±0,05
4	40/60	1,5	1,00	5,49±0,04	18,95±0,05
5	40/60	2,5	2,00	3,87±0,02	14,51±0,05
6	50/50	1,5	2,00	6,17±0,02	18,24±0,05
7	60/40	3,5	3,00	7,51±0,02	21,52±0,07
8	40/60	3,5	1,00	5,38±0,02	16,77±0,04
9	40/60	3,5	3,00	5,31±0,01	16,32±0,03
10	60/40	1,5	3,00	8,89±0,04	25,57±0,07
11	50/50	2,5	2,00	5,94±0,07	17,94±0,08
12	60/40	1,5	1,00	6,93±0,02	20,64±0,03
13	50/50	2,5	1,00	6,19±0,03	18,70±0,07
14	50/50	3,5	2,00	6,36±0,01	18,58±0,05
15	60/40	2,5	2,00	7,08±0,02	21,47±0,04
16	50/50	2,5	2,00	3,92±0,04	12,20±0,08
17	50/50	2,5	3,00	5,85±0,02	16,39±0,05
18	50/50	2,5	2,00	6,72±0,03	17,71±0,01
19	60/40	3,5	1,00	7,65±0,02	21,34±0,03
20	50/50	2,5	2,00	5,51±0,02	17,04±0,04

($p < 0.05$)

Çizelge 4.4 incelendiğinde en yüksek a değerinin $8,89 \pm 0,04$ ve en yüksek b değerinin 10 nolu (60/40, 1,5 Bar ,3 devir/dk) $25,57 \pm 0,07$ toz örneğe ait olduğu, en düşük a değerinin $3,87 \pm 0,02$ ile 5 nolu (40/60, 2,5 bar ,2 devir/dk) en düşük b değeri $12,2 \pm 0,08$ 16 nolu (50/50, 2,5 bar, 2 devir/dk) örneğe ait olduğu görülmektedir.

Buhar basıncı arttıkça a ve b değerinin arttığı ve ürün yüzdesi arttıkça a ve b değerinin artış gösterdiği tespit edilmiştir. Optimizasyon sonucunda ise a ve b değerleri modele uygunluk göstermiştir.



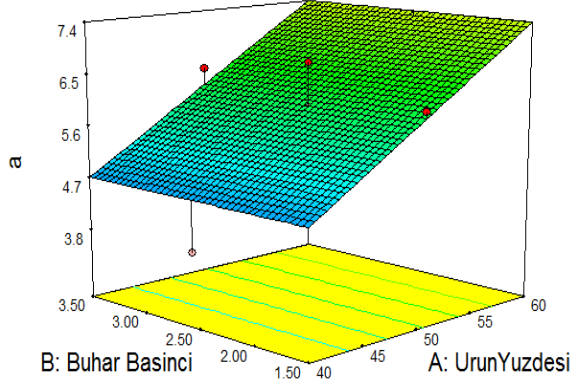
Şekil 4.5 a Değeri İçin Model Tarafından Hesaplanan Değerlere Karşılık Deneysel Olarak Elde Edilen Sonuçların Dağılımı

Şekil 4.5' den anlaşılacağı üzere a değeri model ile uygunluk göstermektedir.

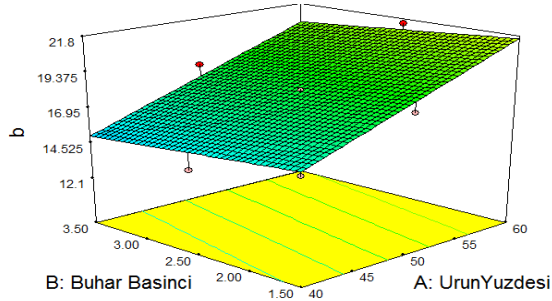
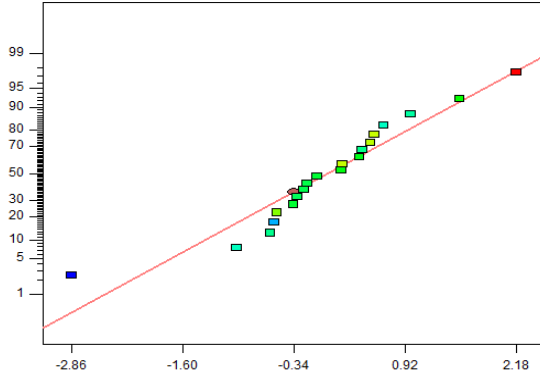
a değeri sonuçlarının modellenmesi Eşitlik 4.3'de verilmiş olan polinomiyal eşitlik ile sağlanmıştır.

$$a = -0,71450 + 0,13300 * x_3 + 2 * 10^{-5} - 003 * x_1 + 0,063000 * x_2$$

Eşitlik 4.3. a Sonuçlarının Modellenmesi İçin Kullanılmış Olan Polinomiyal Eşitlik.



Şekil 4.6 incelendiğinde a değerinin ürün yüzdesi arttıkça artış gösterdiği, ürün yüzdesi azaldıkça ise azaldığı görülmektedir.



Şekil 4.8 incelendiğinde b değerinin ürün yüzdesi arttıkça artış gösterdiği, ürün yüzdesi azaldıkça ise azaldığı görülmektedir. Aynı şekilde buhar basıncı arttıkça b değerinin düşüş gösterdiği belirlenmiştir.

b değeri sonuçlarının modellenmesi Eşitlik 4.4' de verilmiş olan polinomiyal eşitlik ile sağlanmıştır.

$$b = 6,28700 + 0,26910 * x_3 - 0,59500 * x_1 + 0,04800 * x_2$$

Eşitlik 4.4. b Sonuçlarının Modellenmesi İçin Kullanılmış Olan Polinomiyal Eşitlik.

Pazır vd. (2001), közlenmiş patlıcanla valsli kurutucuda kurutulan patlıcanların renk değerlerini incelemişlerdir. Közlenmiş patlıcanlarda tespit edilen a ve b değerlerinin valsli kurucuda kurutulana göre yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Eser (2014), valsli kurutma yöntemi ile üretilen domates tozu ürünleri için a ve b değerleri üzerinde işlem parametrelerinin istatistiksel olarak önemi olmadığı ($p > 0.05$) belirlenmiştir.

4.3.4. Nem tayini sonuçları

Valsli kurutucu ile elde edilen elma tozlarının % nem miktarı sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri çizelge 4.5' de ve Ek 2.1 kısmında verilmiştir.

Çizelge 4.5. Toz Ürünlerin Nem Tayini Sonuçları.

Deneme No	E/ M	Buhar Basıncı (bar)	Dönüş Hızı (devir/dk)	Nem (%)
1	50/50	2,5	2,00	9,23
2	50/50	2,5	2,00	9,21
3	40/60	1,5	3,00	8,94
4	40/60	1,5	1,00	8,86
5	40/60	2,5	2,00	9,23
6	50/50	1,5	2,00	9,26
7	60/40	3,5	3,00	9,31
8	40/60	3,5	1,00	8,73
9	40/60	3,5	3,00	9,11
10	60/40	1,5	3,00	9,54
11	50/50	2,5	2,00	9,23
12	60/40	1,5	1,00	9,61
13	50/50	2,5	1,00	9,12
14	50/50	3,5	2,00	9,17
15	60/40	2,5	2,00	9,47
16	50/50	2,5	2,00	9,21
17	50/50	2,5	3,00	9,17
18	50/50	2,5	2,00	9,23
19	60/40	3,5	1,00	9,43
20	50/50	2,5	2,00	9,21

(p<0.05)

Çizelge 4.5 incelendiğinde en düşük nem içeriğinin, 8 nolu valsli kurutma denemesinde (40/60 3.5 Bar 1 devir/dk) elde edilen % 8.73 nem içerikli ürün olduğu görülmektedir. Elde edilen veriler doğrultusunda en yüksek nem içerikli toz ürünün ise 12 nolu valsli kurutma denemesinde (60/40, 1,5 Bar 1devir/dk) elde edilen % 9.61 nem içerikli ürün olduğu saptanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde buhar basıncı arttıkça ve vals dönüş sayısı azaldıkça daha düşük nem içerikli toz ürün elde edildiği tespit edilmiştir. Eser (2014), valsli kurutucuda elde edilen domates tozlarının nem içeriklerinin buhar basıncı arttıkça ve vals dönüş hızı azaldıkça düşüş gösterdiğini belirlenmiştir.

Pua et al. (2010), jack meyvesinin nem içeriği üzerine hem buhar basıncının hem de vals dönüş hızının etkili olduğunu belirlemiştir. Buhar basıncı arttıkça nem içeriğinin düştüğünü aynı şekilde vals dönüş hızının alması ile daha düşük nem içerikli tozların elde edildiğini saptamışlardır.

4.3.5. Titrasyon asitliği sonuçları

Valsli kurutucu ile elde edilen elma tozlarının titrasyon asitliği sonuçları ve istatistiksel değerlendirmeleri çizelge 4.6' da ve Ek 2.2 kısmında verilmiştir.

Çizelge 4.6. Toz Ürünlerin Titrasyon Asitliği Sonuçları.

Deneme No	E/M	Buhar Basıncı (bar)	Dönüş Hızı (devir/dk)	Titrasyon asitliği (%)
1	50/50	2,5	2,00	0,97
2	50/50	2,5	2,00	0,96
3	40/60	1,5	3,00	0,93
4	40/60	1,5	1,00	0,91
5	40/60	2,5	2,00	0,91
6	50/50	1,5	2,00	0,95
7	60/40	3,5	3,00	1,03
8	40/60	3,5	1,00	0,92
9	40/60	3,5	3,00	0,89
10	60/40	1,5	3,00	1,05
11	50/50	2,5	2,00	0,96
12	60/40	1,5	1,00	1,06
13	50/50	2,5	1,00	0,94
14	50/50	3,5	2,00	0,99
15	60/40	2,5	2,00	1,05
16	50/50	2,5	2,00	0,97
17	50/50	2,5	3,00	0,95
18	50/50	2,5	2,00	0,96
19	60/40	3,5	1,00	1,03
20	50/50	2,5	2,00	0,96

Çizelge 4.6 'da en yüksek titrasyon asitliği 12 nolu (60/40, 1,5 Bar 1 devir/dk) toz ürün denemesinde % 1,06, en düşük titrasyon asitliği değeri ise 9 nolu (40/60, 3,5 Bar 3 devir/dk) valsli kurutma toz ürün denemesinde % 0,89 olarak belirlenmiştir. Titrasyon asitliği sonuçları SPSS programı ile değerlendirilmiştir. Ürün yüzdesi, buhar basıncı ve vals dönüş hızının sonuçlar üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Özturan vd.(2014), valsli kurutucuda kurutulan pirinanın asitlik değerinin önemli derecede değişmediğini saptamışlardır.

4.3.6. L ve ΔE sonuçları

Valsli kurutucu ile elde edilen elma tozu ürünlerinin L ve ΔE sonuçları çizelge 4.7 de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Toz Ürünlerin L ve ΔE Sonuçları.

Deneme No	E/M	Buhar Basıncı (bar)	Dönüş Hızı (devir/dk)	L	ΔE
1	50/50	2,5	2,00	75,92±0,03	26,29
2	50/50	2,5	2,00	77,06±0,02	26,33
3	40/60	1,5	3,00	79,47±0,04	27,05
4	40/60	1,5	1,00	79,86±0,02	25,16
5	40/60	2,5	2,00	80,28±0,04	28,63
6	50/50	1,5	2,00	76,94±0,04	27,03
7	60/40	3,5	3,00	76,20±0,03	26,36
8	40/60	3,5	1,00	78,07±0,02	25,78
9	40/60	3,5	3,00	78,68±0,01	27,45
10	60/40	1,5	3,00	71,87±0,05	22,42
11	50/50	2,5	2,00	76,06±0,03	26,90
12	60/40	1,5	1,00	78,66±0,02	26,35
13	50/50	2,5	1,00	78,62±0,02	28,86
14	50/50	3,5	2,00	76,00±0,02	25,37
15	60/40	2,5	2,00	77,06±0,01	28,20
16	50/50	2,5	2,00	81,12±0,02	26,30
17	50/50	2,5	3,00	80,92±0,01	27,79
18	50/50	2,5	2,00	77,64±0,02	26,27
19	60/40	3,5	1,00	75,65±0,03	27,46
20	50/50	2,5	2,00	77,64±0,01	26,31

($p>0.05$)

Çizelge 4.7 incelendiğinde en yüksek L değeri 16 nolu (50/50, 2.5 bar, 2 devir/dk) toz ürüne 81.12 , en düşük L değeri 19 nolu (60/40, 3.5 bar , 1devir/dk) toz ürüne 75.65 ait olduğu görülmektedir. En yüksek ΔE değeri 28.86 ile 13 nolu (50/50, 2.5 bar 1devir/dk), en düşük ΔE değeri ise 4 nolu (40/60, 1.5 bar 1 devir/dk) 25.16 olarak belirlenmiştir.

Yapılan ANOVA testi sonucuna göre, tüm denemelerde elde edilen örneklerin sonuçları arasında istatistiksel olarak fark olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Pua et al.(2010) jack meyvesini valsli kurutucu ile kuruttuklarında son ürünlerin renk değerlerine bakmışlardır. Sonuç olarak en yüksek L değerinin yüksek buhar basıncı ve yine yüksek dönüş hızının kullanıldığı parametrelerde olduğu belirlenmiştir. En düşük L değerinin ise uygulanan en yüksek buhar basını ve en düşük vals dönüş hızlarında olduğu tespit edilmiştir.

Tang et al.(2012), mango meyvesini farklı kurutucu sistemlerinde kuruttuklarında L değerinin en yüksek püskürtmeli kurutucu ile elde edilen ürünlerde olduğunu belirlemişlerdir. En düşük L değerinin ise valsli kurutucudan çıkanlarda olduğunu saptamışlardır. L değerinin yüksek olmasını kullanılan DE 10 olan maltodekstrinin etkili olduğunu belirlenmiştir. Tez kapsamında elde edilen toz ürünlerde de L değerinin karışımlardaki maltodekstrin oranı arttıkça L değerinin arttığı tespit edilmiştir.

Eser (2014), valsli kurutucuda elde edilen domates tozu ürünleri için L değeri üzerinde işlem parametrelerinden buhar basıncının istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($p< 0.05$). Bunun yanında valsli kurutucuda kurutulmuş örneklerde işlem parametrelerinin renk değişimi (ΔE) üzerinde etkisi olmadığı belirlenmiştir ($p> 0.05$).

4.3.7. Toplam fenolik madde tayini sonuçları

Valsli kurutucu ile elde edilen elma tozlarının toplam fenolik madde sonuçları çizelge 4.8 de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Toz Ürünlerin Toplam Fenolik Madde Sonuçları.

Deneme No	E/M	Buhar Basıncı (bar)	Dönüş Hızı (devir/dk)	Toplam Fenolik Madde (mg/kg)
1	50/50	2,5	2,00	273,1± 11,9
2	50/50	2,5	2,00	276,2 ±10,4
3	40/60	1,5	3,00	266,6 ± 0,42
4	40/60	1,5	1,00	271,0± 0,43
5	40/60	2,5	2,00	225,2± 0,12
6	50/50	1,5	2,00	272,9± 7,67
7	60/40	3,5	3,00	288,1± 8,91
8	40/60	3,5	1,00	269,4± 5,21
9	40/60	3,5	3,00	265,1± 1,45
10	60/40	1,5	3,00	293,3± 23,8
11	50/50	2,5	2,00	270,3± 16,7
12	60/40	1,5	1,00	307,8± 15,7
13	50/50	2,5	1,00	287,4± 22,3
14	50/50	3,5	2,00	280,5± 10,3
15	60/40	2,5	2,00	293,5± 26,8
16	50/50	2,5	2,00	289,2± 11,3
17	50/50	2,5	3,00	291,3± 22,8
18	50/50	2,5	2,00	281,3± 28,3
19	60/40	3,5	1,00	271,5± 6,16
20	50/50	2,5	2,00	278,6± 21,4

($p>0.05$)

Çizelge 4.8 incelendiğinde en yüksek fenolik madde miktarı 12 nolu (60/40 1,5 bar 1 devir/dk) denemeye 307,8± 15,7, en düşük olanı ise 5 nolu (40/60, 2,5 bar, 2 devir/dk) 225,2± 0,12 olarak tespit edilmiştir.

Yapılan ANOVA testi sonucuna göre, tüm denemelerde elde edilen örneklerin sonuçları arasında istatistiksel olarak fark olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Daha önce bahsedilen literatürde fenolik madde miktarının işlenmemiş hammadde de işlenmiş ürüne göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Elma tozlarındaki bu azalmanın da işlem parametrelerinden kaynaklı olduğu düşünülmüştür.

4.3.8. Toplam şeker tayini sonuçları

Valsli kurutucu ile elde edilen elma tozlarının % toplam şeker miktarı sonuçları çizelge 4.9 da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Toz Ürünlerde Toplam Şeker Sonuçları.

Deneme No	E/M	Buhar Basıncı (bar)	Dönüş Hızı (devir/dk)	Toplam Şeker (%)
1	50/50	2,5	2,00	48,54
2	50/50	2,5	2,00	48,55
3	40/60	1,5	3,00	47,23
4	40/60	1,5	1,00	47,18
5	40/60	2,5	2,00	47,00
6	50/50	1,5	2,00	48,12
7	60/40	3,5	3,00	49,20
8	40/60	3,5	1,00	47,79
9	40/60	3,5	3,00	47,65
10	60/40	1,5	3,00	49,12
11	50/50	2,5	2,00	48,54
12	60/40	1,5	1,00	49,02
13	50/50	2,5	1,00	48,43
14	50/50	3,5	2,00	48,76
15	60/40	2,5	2,00	49,15
16	50/50	2,5	2,00	48,55
17	50/50	2,5	3,00	48,66
18	50/50	2,5	2,00	48,54
19	60/40	3,5	1,00	49,51
20	50/50	2,5	2,00	48,55

($p>0.05$)

Çizelge 4.9 incelendiğinde en yüksek şeker miktarı 19 nolu (60/40, 3,5 bar 3 devir/dk) toz ürün denemesinde 49,51 g/ 100 g, en düşük şeker miktarı 5 nolu (40/60, 2,5 bar 2 devir/dk) toz ürün denemesinde 47.00 g/100 g olarak tespit edilmiştir. Yapılan ANOVA testi sonucuna göre, tüm denemelerde elde edilen örneklerin sonuçları arasında istatistiksel olarak fark olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

4.3.9. Antioksidan aktivitesi tayini sonuçları

Valsli kurutucu ile elde edilen elma tozlarının antioksidan aktivite sonuçları çizelge 4.10 da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Toz Ürünlerin Antioksidan Aktivitesi Sonuçları.

Deneme No	E/M	Buhar Basıncı (bar)	Dönüş Hızı (devir/dk)	Antioksidan Aktivite (%)
1	50/50	2,5	2,00	20,05±0,7
2	50/50	2,5	2,00	20,78±0,2
3	40/60	1,5	3,00	17,50±0,5
4	40/60	1,5	1,00	17,66±0,1
5	40/60	2,5	2,00	17,55±0,1
6	50/50	1,5	2,00	19,23±1,2
7	60/40	3,5	3,00	25,89±2,7
8	40/60	3,5	1,00	16,12±0,3
9	40/60	3,5	3,00	16,55±0,2
10	60/40	1,5	3,00	27,81±3,6
11	50/50	2,5	2,00	20,19±2,6
12	60/40	1,5	1,00	29,95±4,7
13	50/50	2,5	1,00	20,87±2,1
14	50/50	3,5	2,00	21,24±1,1
15	60/40	2,5	2,00	26,70±4,9
16	50/50	2,5	2,00	20,53±2,5
17	50/50	2,5	3,00	20,11±3,6
18	50/50	2,5	2,00	20,45±2,2
19	60/40	3,5	1,00	26,23±3,1
20	50/50	2,5	2,00	20,67±1,9

($p>0.05$)

Çizelge 4.10’da görüldüğü gibi en yüksek antioksidan aktivitenin 29,95±4,7 ile 12 nolu (60/40 1,5 bar 1 devir/dk) üretime ait olduğu görülürken, en düşük antioksidan aktivite gösteren üretimin ise 16,12±0,3 ile 8 nolu (40/60 3,5 bar 1 devir/dk) elma tozu örneğine ait olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan ANOVA testi sonucuna göre, tüm denemelerde elde edilen örneklerin sonuçları arasında istatistiksel olarak fark olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Daha önce bahsedilen literatürde antioksidan aktivitenin işlenmemiş hammaddede işlenmiş ürüne göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Elma tozlarındaki bu azalmanın da işlem parametrelerinden kaynaklı olduğu düşünülmüştür.

4.3.10. Duyusal analiz sonuçları

Valsli kurutucu ile elde edilen elma tozlarının duyusal değerlendirme sonuçları çizelge 4.11’ de verilmiştir. 6 panelist tarafından değerlendirilen valsli kurutucu toz ürünlerin değerlendirmesi sıralama testi kullanılarak yapılmıştır.

SIRALAMA TESTİ			
İsim:			
Tarih:			
Elma tozu örneklerini renk ve lezzet durumunuza göre değerlendirip <u>en azdan an çoğa</u> doğru sıralayınız. Örnek kodlarına göre değerlendirme yapınız. Katılımınız için teşekkür ederim.			
<u>Renk</u>	<u>Örnek Kodu</u>	<u>Lezzet</u>	<u>Örnek Kodu</u>
En kötü	1)	En kötü	1)
	2)		2)
	3)		3)
	4)		4)
En iyi	5)	En iyi	5)

Şekil 4.9. Panelist Formu Örneği.

Çizelge 4.11. Duyusal Değerlendirme Sonuçları.

Elma Tozu Örnekleri	Renk	Lezzet
60/40 3,5 bar 1 devir/dk	9	16
60/40 1,5 bar 1 devir/dk	23	20
60/40 2,5 bar 2 devir/dk	21	22
60/40 3,5 bar 3 devir/dk	25	21
60/40 1,5 bar 3 devir/dk	12	15
50/50 2,5 bar 2 devir/dk	20	16
50/50 2,5 bar 1 devir/dk	21	23
50/50 1,5 bar 2 devir/dk	16	18
50/50 2,5 bar 3 devir/dk	27	22
50/50 3,5 bar 2 devir/dk	11	11
40/60 3,5 bar 3 devir/dk	26	28
40/60 1,5 bar 1 devir/dak	17	14
40/60 3,5 bar 1 devir/dak	14	13
40/60 2,5 bar 2 devir/dak	11	15
40/60 1,5 bar 3 devir/dak	25	20

Çalışmada elde edilen elma tozlarına Altuğ ve Elmacı (2005)'de açıklandığı şekilde sıralama testi uygulanmış elde edilen sıralama testi sonuçları Kramer ve Twigg (1984)'te belirtildiği şekilde istatistiksel olarak ($p < 0.05$) önem düzeyinde rank analizi ile değerlendirilmiştir.



Şelil 4.10. Valsli Kurutucu Üretilen Elma Tozu Örnekleri.

Çizelge 4.11 'de elde edilen bulgulara göre, 60/40 3,5 bar 1 devir/dk, 50/50 2,5 bar 3 devir/dk, 50/50 3,5 bar 2 devir/dk, 40/60 2,5 bar 2 devir/dk toz ürün denemeleri renk özelliği bakımından istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Lezzet özelliği açısından ise 50/50 3,5 bar 2 devir/dk ve 40/60 3,5 bar 3 devir/dk toz ürün denemeleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Renk özelliği açısından buhar basıncı, vals dönüş hızı ve maltodekstrin oranı etkili olmuştur. Panelistlerin koyu renkli ürünlere düşük sıralama puanı verdikleri belirlenmiştir. Vals dönüş hızı azaldıkça elde edilen toz ürün denemelerin panelistler tarafından daha yüksek sıralama puanı verildiği görülmüştür. Farklı oranlarda ilave edilen maltodekstrinin karışımdaki miktarı arttıkça panelistler tarafından daha yüksek sıralama puanı verildiği tespit edilmiştir.

Pua et al., valsli kurutucuda kurutucudan elde edilen jack meyvesinin lezzet puanlamasında hem buhar basıncının hem de vals dönüş hızının istatistiksel olarak önemi olduğunu tespit etmişlerdir ($p < 0.05$). Duyusal değerlendirme sonucunda, buhar basıncının artışı ve vals dönüş hızının azalması ile lezzet puanlamasının yüksek olduğu belirlenmiştir.

4.3.11. RSM ile Belirlenen Optimum Koşul Analiz Sonuçları

Elde edilen analiz sonuçları Design- Expert programının verdiği optimum üretim parametresinin analizleri yapılmıştır. pH, su aktivitesi, a ve b değerleri model uygunluğu göstermiş optimum üretim parametresi de program tarafından 60/40, 3,5 bar 1 devir/dk olarak verilmiştir. Optimum üretim parametreleri ile yapılan üretim sonucu elde edilen veriler çizelgede belirtilmiştir.

Çizelge 4.12 'de optimum parametrenin Design-Expert 7.0 ile belirlenen model uygunluğu göstermiş pH, su aktivitesi a ve b değerleri sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.12. Optimum Parametre Analiz Sonuçları.

	pH	Su aktivitesi (a_w)	a	b
60/40 3,5 bar 1 devir/dk	4,47	0,19	7,45±0,01	22,39±0,02

Yanıt yüzey yöntemi kullanılarak elde edilen optimum üretim parametresinin fizksel analiz sonuçları ile (pH, su aktivitesi, a ve b değerleri) daha önce tekrarlanan üretim koşulunun analiz sonuçları uyum göstermektedir.

Valsli kurutma ile elde edilen domates tozunun optimum noktasında, nem içeriği ve su aktivitesi yanıtlarının istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$). Nem miktarı ve su aktivitesi sonuçları üzerine besleme kuru madde konsantrasyonu, vals dönüş hızı ve kuru madde içeriğinin etkili olduğu saptanmıştır. Renk değerlerinden a ve b 'nin istatistiksel olarak önemli olmadığı yapılan ANOVA testleri sonucunda belirlenmiştir.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Tez kapsamında hammadde analizleri ile toz ürünlerin bazı fiziksel, kimyasal ve duyusal analizleri yapılmıştır.

Nem analizi sonuçları incelendiğinde kurutma sonrası elde edilen ürünlerde buhar basıncının artması ile daha iyi bir kuruma gerçekleştiği bunun bir sonucu olarak da nem içeriğinin azaldığı saptanmıştır. Ayrıca vals dönüş hızı azaldıkça kurumanın daha başarılı olduğu belirlenmiştir. Son ürünün nem içeriğinin düşük olması istendiğinden yüksek buhar basıncının ve düşük vals dönüş hızının son ürünün nem içeriği üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Toz ürünlerin nem içerikleri model uyumluluk göstermemesine karşın ANOVA değerlendirmesinde analiz sonuçları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bu yüzden istatistiksel değerlendirme SPSS Tukey testi ile yapılmış, sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Su aktivitesi sonuçları incelendiğinde buhar basıncı arttıkça ürünlerin daha başarılı bir kuruma gösterdiği buna bağlı olarak da su aktivitesi değerlerinin düşüş gösterdiği saptanmıştır. Aynı şekilde vals dönüş hızının azalması ile de su aktivitelerinin azaldığı belirlenmiştir. Yanıt yüzey yöntemi ile su aktivitesi sonuçları değerlendirildiğinde son ürünlerin su aktiviteleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

pH sonuçları incelendiğinde toz ürünlerde pH sonuçları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Titrasyon asitliği sonuçları incelendiğinde yüzey yöntemi ile elde edilen ANOVA sonuçlarına göre elma tozlarının titrasyon asitliği sonuçları model uyumluluk göstermemekte fakat sonuçlar arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bundan dolayı titrasyon asitliği sonuçlarının

değerlendirilmesi SPSS Tukey testi ile yapılmış ve titrasyon asitliği sonuçları arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Renk sonuçları incelendiğinde elde edilen toz örneklerde maltodekstrin miktarı arttıkça L değerinin artış gösterdiği, a ve b değerlerinin de artış gösterdiği saptanmıştır. Maltodekstrin hem karışımlarda hem de toz ürünlerde daha açık bir rengin meydana gelmesini sağlamış L değerleride (+) 100' e yaklaşmıştır. Yanıt yüzey yöntemi ile elde edilen ANOVA sonuçlarına göre a ve b değeri model uyumluluk gösterirken L değeri model uyumluluk göstermemiştir. Ayrıca L değerleri arasında fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$).

Askorbik asit sonuçları incelendiğinde elde edilen elma tozlarında askorbik asit tespit edilememiştir. Elma pürelerinin valsli kurutucu ile kurutulurken yüksek bir sıcaklığa maruz kalmalarından dolayı askorbik asitin tespit edilemediği düşünülmektedir.

Toplam şeker sonuçları incelendiğinde toz ürünlerde toplam şeker sonuçları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$).

Toplam fenolik madde sonuçları incelendiğinde toz ürünlerin toplam fenolik madde sonuçları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$).

Antioksidan aktivite sonuçları incelendiğinde toz ürünlerin antioksidan aktivite sonuçları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$).

Duyusal analiz sonuçları incelendiğinde renk özelliği bakımından, panelistler tarafından rengi koyu olan karışımlar (maltodekstrin miktarı az olan) daha düşük sıralama puanı alırken, rengi açık olan elma tozları daha yüksek sıralama puanı almıştır. Lezzet açısından aynı miktarda konulan E/M karışımlarını (50/50) daha yüksek sıralama puanı alırken, yüksek miktarda maltodekstrin içeren (40/60) karışımları da düşük sıralama puanlarına sahip olmuştur.

Tez kapsamında üretilen elma püresinin maltodesktrin kullanımı ile başarılı bir şekilde kurutulabildiği görölmüştür. Bunun yanı sıra tez kapsamından farklı olarak valsli kurutucuda elma tozu üretiminde, farklı besleme konsantrasyonları, farklı kurutmaya yardımcı ajan kullanımı veya valsli sistemlerdeki işlem parametreleri değiştirilerek de başarılı başarılı kurutma sonuçlarının alınabileceği düşünölmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abonyı, B.I. H. Feng, J. Tang, C.G. Edwards, B.P. Chew, D.S. Mattinson and J.K. Fellman**, 2002, Quality Retention in Strawberry and Carrot Purees Dried with Refractance Window™ System, JFS: Food Engineering and Physical Properties.
- Altuğ, T.ve Elmacı ,Y.**, 2005, Gıdalarda Duyusal Değerlendirme, Meta Basım, İzmir, 130 s.
- Anonim.**2007, TÜİK Tarımsal Yapı- Üretim, Fiyat, Değer, 2007, Ankara.
- Anonim. 2008a.** Association of the Industry of Juices and Nectars (AIJN) from Fruits and Vegetables of the European Union. Code of Practice for Evaluation of Fruit and Vegetable Juices. Reference Guidline for Apple. Revision August 2008.
- Akış T.** 2010, Piyasada çay olarak tüketilen bazı bitkilerin antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi ve fenolik yapılarının incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir (yayınlanmamış).
- Aprikian O., Busserolles J., Manach C., Mazur C., Davicco MJ., Besson C., Rayssiguier Y., Rémésyc and Devigne C.**, 2002, Lyophilized Apple Counteracts the Development Hypercholesterolmia, Oxidative Stress, and Renal Dysfunction in Obese Zucker Rats. *Journal of Nutrition*, 132:1969-1976 pp.
- Artık, N., Cemeroğlu, B., Aydar, G ve Sağlam, N.** 1992. Elma suyu Konsantresi Üretiminde Aktif Kömür Kullanımı Üzerinde Araştırmalar. TOAG-753, Ankara.
- Artık N. ve Murakami H.**, 1997,Türk Elma Suyu Konsantrelerinin Fenolik Madde ve Prosiyanidin bileşiminin HPLC ile Belirlenmesi, *GIDA Dergisi* 22(5): 327-335.
- Bauerfeind, J.C.**, 1985, *International Journal for Vitamin and Nutrition Research* 27:307-332 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Bitsch R., Netzel M., Carlé E., Strassb G., Kesenheimer B., Herbst M., Bitsch I.**, 2001, Bioavailability of antioxidative compounds from Brettacher apple juice in humans. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 1: 245-249 pp.
- Boyer J and Liu R. H.**, 2004, Apple Phytochemicals and Their Health Benefits. *Nutrition Journal*, 3:5-20 pp.
- Cemeroğlu B.**, 2010, Gıda Analizleri Genişletilmiş 2. Baskı. Sayfa 657. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 34.
- Cemeroğlu B.**, 2009, Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi Kitabı. 1. Cilt. Sayfa 707.
- Champion, D., Simatos, D., Kalogianni, E.P., Cayot, P. and Le Meste, M.**, 2004, "Ascorbic acid oxidation in sucrose aqueous model systems at subzero temperatures" *Journal Agriculture and Food Chemistry*. 52:3399.
- Çapanoğlu E. ve Boyacıoğlu D.**, "Meyve ve Sebzelerin Flavonoid İçeriği Üzerine İşlemenin Etkisi " *Akademik Gıda* 7(6) 2009: 41-46.
- Escarpa A. and González M. (1998)**, High-performance liquid chromatography with diode-array detection for the performance of phenolic compounds in peel and pulp from different apple varieties. *Journal of Chromatography A*, 823:331-337 pp.
- Eser M.** 2014. Domates tozu üretiminde farklı yöntem ve işlem koşullarının toz ürün özellikleri üzerine etkisi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. İzmir. (yayınlanmamış).
- Gardner, P.T., White, T.A.C., McPhail, D. B. and Duthie, G.G.**, 2000, The Relative Contributions of Vitamin C, Carotenoids and Phenolics To The Antioxidant Potential of Fruit Juices, *Food Chemistry* , 68:471-474.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Gerhauser C., 2008,** Cancer chemopreventive potential of apples, apple Juice, and apple components. *Planta Medica* 74: 1608– 24.
- Gök, V., Kayacier, A. ve Telli, R., 2006,** Hayvansal Ve Mikrobiyal Kaynaklı Doğal Antioksidanlar, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2: 235-40.
- Güleryüz M., 1979,** Ilıman İklim Meyve Türleri. Özel Meyvecilik Ders Notları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Sayfa 128. Erzurum.
- Hammerstone JF, Lazarus SA. and Schmitz HH (2000).** Procyanidin Content and Variation in Some Commonly Consumed Foods. *J. Nutr.*, 130: 2086-2092 pp.
- Hışıl Y., 2013,** Enstrümental Gıda Aanalizleri Laboratuvar Deneyleri 4. Baskı Kitabı. Sayfa 45. Ege Üniversitesi Basımevi İzmir 2013.
- Karadeniz F. ve Eksi A., 2001.** Elma Suyunda Fenolik Madde Dağılımı Üzerine Araştırma. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 7(3): 135-141.
- Kacem, B., Cornell, J.A., Marshall M.R., Shireman, R.B. and Matthews, R.E., 1987,** “Nonenzymatic Browning in Aseptically Packaged Orange Drinks: Effect of Ascorbic Acid, Amino Acids and Oxygen” *Journal Food Science*. 52(6): 1668-1672 pp.
- Karadeniz F., Burdurlu S.F., Koca N., Soyer Y., 2005,** “Antioxidant Activity of Selected Fruits and Vegetables Grown in Turkey” *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 29:297-303.
- Kaur C.H. and Kapoor, H.C., 2000,** “Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium’s health” *International Journal Food Science and Technology* 36:703-725 pp.
- Kaya O., 2010,** Elma Suyu Konsantresi Üretiminde Renk Stabilizasyonu, yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kaya G.**, 2013, Laktoferment Yöntemi ile Pancar Suyu ve Tozu Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, İzmir Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (yayınlanmamış).
- Kılınç A.**, 2012, Eskişehir koşullarında Bazı Elma Çeşit/Anaç Kombinasyonlarına Ait Verim ve Meyve Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 124 s (yayınlanmamış).
- Kondo S, Tsuda K, Muto N. and Ueda J** (2002). Antioxidative activity of apple skin or flesh extracts associated with fruit development on selected apple cultivars. *Scientia Horticulturae*, 96: 177-185 pp.
- Lazic, Z.R.**, 2004, Designs of experiments in chemical engineering, Wiley- VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 620p.
- Manach, C. and Donovan JL.** (2004). Pharmacokinetics and metabolism of dietary flavonoids in humans. *Free Radic. Res.*, 38: 771–785 pp.
- Oszmiański J., Wolniak M., Wojdyło A. and Wawer I.**, 2008, Influence of apple puree preparation and storage on polyphenol contents and antioxidant activity. *Food Chemistry*, 107: 1473–1484 pp.
- Oszmiański J, Wolniak M, Wojdyło A. and Wawer I** (2007). Comparative study of polyphenolic content and antiradical activity of cloudy and clear apple juices. *J Sci Food Agric* 87:573–579 pp.
- Özbek, S.**, 1978, Özel meyvecilik (Kışın Yaprağını Döken Meyve Türleri). Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 128, Ders kitabı: 11, ADANA.
- Özdemir S. ve Aydın, C.**, 2012, Zeytinyağı ve bazı meyve sularında bulunan fenolik bileşiklerin antioksidan aktiviteleri, Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü ,Bitirme Tezi, 80 s (yayınlanmamış).
- Özkan, M., A. Kırca ve Cemeroglu, B.**, 2004 Effects of hydrogen peroxide on the stability of ascorbic acid during storage in various fruit juices, *Food Chemistry*, 88, 591-597 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Özturan M., Ortaburun A. ve Turan U.,** 2014. “Zeytinyağı üretiminde atık olan pirinanın değerlendirilmesi: Pirinanın kuruma karakteristiği” Bitirme Tezi.47 sayfa. (yayınlanmamış).
- Pazır F., Alia T., Zorba M. ve Ova G.,** 2001. The quality of grilled and dried eggplant. Effects of processing on the nutritional quality of food. 6 th Karlsruhe Nutrition Symposium.
- Pearson DA, Tan CH, German JB, Davis PA. and Gershwin ME** (1999). Apple juice inhibits human low density lipoprotein oxidation. *Life Sci.*, 64: 1913–20 pp.
- Pua C., Nazimah Sheikh Abd. Hamid , Chin Ping Tan , Hamed Mirhosseini Russly Bin Abd. Rahman. and Gulam Rusul,** 2010, Optimization of drum drying processing parameters for production of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) powder using response surface methodology, *Food Science and Technology* 43, 343–349 pp.
- Rezk B.M., Guido R.M.M., Wim J.F., Vijgh V.D. and Basta A.,** 2002, The antioxidant activity of phloretin: the disclosure of a new antioxidant pharmacophore in flavonoids. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 295: 9–13 pp.
- Rosas S.F., Ballinas M.C., Nevarez G.V., Belloso O and Rivas E.,** 2007 Thermal and pulsed electric fields pasteurization of apple juice: Effects on physicochemical properties and flavour compounds. *Journal of Food Engineering* vol. 83 : 41-47 pp.
- Rosenthal A. and Sgarbieri, V.C.,** 1992, Nutritional evaluation of a fresh sweet corn drum drying process. In: Mujumdar AS, editor. Drying '92. Amsterdam: Elsevier Appl. Sci Publ., 1419-1425 pp.
- Saldamlı İ.,** 2007, Gıda Kimyası Kitabı. Hacettepe Üniversitesi Yayınları.587 sayfa.
- Sapers G.M.,** 1993, Browning of foods: Control by sulfites, antioxidants, and other means, *Journal of Food Technolo.* 47: 75-81 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Singleton, V.L., Orthofer, R., and Lamuela-Raventos and R.M., 1999,** Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidations by means of folin-ciocalteu reagent, *In Methods in Enzymology* ,299: 152-178 pp.
- Singleton, V.L., and Rossi and J.A., 1965,** Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic- phosphotungstic acid reagents, *American Journal of Enology and Viticulture*, 16: 144-158 pp.
- Sluis AA. Van Der , 2005,** A Chain Analysis of the Production of “Healty Apple Juice”. The case of Polyphenolic Antioxidants. PhD Thesis, Wageningen University, Netherlands.
- Sluis AA. Van der, Dekker M, Skrede G and Jongen WMF (2002).** Activity and Concentration of Polyphenolic Antioxidants in Apple Juice. 1. Effect of Existing Production Methods. *J. Agric. Food Chem*, 50: 7211-7219 pp.
- Sun J, Chu YF, Wu X and Liu RH., 2002,** Antioxidant and Antiproliferative Activities of Common Fruits. *Journal Agriculture Food Chemistry*. 50: 7449-7454 pp.
- Stracke BA, Rüfer CE, Weibel FP, Bub A and Watzl B. (2009).** Three-Year Comparison of the polyphenol Contents and Antioxidant Capacities in Organically and Conventionally Produced Apples (*Malu domestica* Bork. Cultivar ‘Golden Delicious’). *J. Agric. Food Chem.*, 57: 4598–4605 pp.
- Shen G. and Hao F. (2003).** Drum Drying, Encyclopedia of Agricultural, Food, and Biological Engineering DOI: 10.1081/ E-EAFE 120007091.
- Uzundumlu S.A., Işık B. H., ve Işık N., 2009.**Dünya işlenememiş elma sektörüne genel bir bakış, *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 2(1): 17-23.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Yalçın B.**, 2011. Isırgan Otundaki (*Urtica dioica*) Bazı Fenolik Bileşiklerin İncelenmesi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. İzmir.
- Yılmaz İ.**, 2010, Antioksidan İçeren Bazı Gıdalar ve Oksidatif Stres, *İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 17 (2) 143-153.
- Yılmaz M.**, 2007, Pozantı Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezinde Yetiştirilen Ayvaların Reçele İşlenmeye Uygunlukları Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 41 s (yayımlanmamış).
- Zengin M.**, 2008, Elma Bahçelerinde Toprak Yönetimi ve Gübreleme ders notları. <http://www.ziraattube.com/ders-notlari/toprak/elma.pdf>
Erişim saati 25.02.2014.

ÖZGEÇMİŞ

Fatma COŞKUN, 11.09.1988 tarihinde Kırıkkale’de doğmuştur. İlköğrenimini Gaziantep Gazi İlköğretim Okulu’nda, lise öğrenimini Gaziantep Fitnat Nuri Tekerekoğlu Anadolu Lisesi’nde bitirmiştir. 2007–2011 yılları arasında lisans eğitimini, Yüzüncü yıl Üniversitesi, Mühendislik- Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü’nde tamamlamış ve 2011 yılında Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimi ile birlikte Araştırma Görevliliğine de başlamıştır.

EKLER

EK 1. Model İçin Tablo Özetleri

Ek 1.1. Su Aktivitesi İçin Model Uyumluluk Özetlerini Gösteren Tablolar

Ek 1.2. pH İçin Model Uyumluluk Özetlerini Gösteren Tablolar

Ek 1.3. a İçin Model Uyumluluk Özetlerini Gösteren Tablolar

Ek 1.4. b İçin Model Uyumluluk Özetlerini Gösteren Tablolar

EK 2. Tukey Çoklu Test Sonuçları

Ek 2.1. Toplam Kuru Madde için Tukey Çoklu Test Sonuçları

Ek 2.2. Titrasyon Asitliği İçin Tukey Çoklu Test Sonuçları

EK 1. Model İçin Tablo Özetleri

Ek 1.1. Su Aktivitesi İçin Model Uyumluluk Özetlerini Gösteren Tablolar

Aşamalı Model Kareler Toplamı					
Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Değeri	p-Değeri
Ortalama ile Toplam	0,91	1	0,91		
Lineer ile Ortalama	0,019	3	$6,25 \cdot 10^{-003}$	6,15	0,0055
2 FI İLE Lineer	$5,05 \cdot 10^{-003}$	3	$1,68 \cdot 10^{-003}$	1,95	0,1714
Kuadratik ile 2 FI*	$3,71 \cdot 10^{-003}$	3	$1,24 \cdot 10^{-003}$	1,65	0,2407
Kübik ile Kuatratik	$3,50 \cdot 10^{-003}$	4	$8,75 \cdot 10^{-004}$	1,31	0,3652
Kalıntı	$4,01 \cdot 10^{-003}$	6	$6,68 \cdot 10^{-004}$		
Toplam	0,94	20	0,047		

Model Uyumsuzluğu Testi					
Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Değeri	p-Değeri
Lineer	0,019	3	$6,25 \cdot 10^{-003}$	6,15	0,0055
2FI	0,024	6	$3,96 \cdot 10^{-003}$	4,60	0,0102
Kuadratik*	0,028	9	$3,05 \cdot 10^{-003}$	4,07	0,0196
Kübik	0,031	13	$2,38 \cdot 10^{-003}$	3,57	0,0638
Saf Hata	$3,28 \cdot 10^{-003}$	5	$6,56 \cdot 10^{-003}$		

Model Uyumsuzluğu Testi					
Varyasyon Kaynağı	Standart Hata	R ²	Adj- R ²	Pred R ²	PRESS
Lineer	0,032	0,5354	0,4483	0,2149	0,027
2FI	0,029	0,6796	0,5317	0,2270	0,027
Kuadratik*	0,027	0,7855	0,5925	-0,1838	0,041
Kübik	0,026	0,8855	0,6373	-24,6482	0,90

Ek 1.2. p H İçin Model Uyumluluk Özetlerini Gösteren Tablolar

Aşamalı Model Kareler Toplamı					
Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Değeri	p-Değeri
Ortalama ile Toplam	398,55	1	398,55		
Lineer ile Ortalama	0,12	3	0,041	30,85	<0,0001
2 FI İLE Lineer	$5,54 \cdot 10^{-003}$	3	$1,85 \cdot 10^{-003}$	1,50	0,2602
Kuadratik ile 2 FI*	0,012	3	$3,84 \cdot 10^{-003}$	8,69	0,0039
Kübik ile Kuartratik	$2,82 \cdot 10^{-003}$	4	$7,05 \cdot 10^{-004}$	2,63	0,1391
Kalıntı	$1,60 \cdot 10^{-003}$	6	$2,67 \cdot 10^{-004}$		
Toplam	398,69	20	19,93		

Model Uyumsuzluğu Testi					
Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Değeri	p-Değeri
Lineer	0,12	3	0,041	30,85	<0,0001
2FI	0,13	6	0,022	17,63	<0,0001
Kuadratik*	0,14	9	0,016	35,51	<0,0001
Kübik	0,14	13	0,011	41,46	<0,0001
Saf Hata	$1,13 \cdot 10^{-003}$	5	$2,76 \cdot 10^{-003}$	2,09	0,2083

Model Uyumsuzluğu Testi					
Varyasyon Kaynağı	Standart Hata	R²	Adj- R²	Pred R²	PRESS
Lineer	0,037	0,8526	0,8250	0,7137	0,042
2FI	0,035	0,8906	0,8401	0,2295	0,11
Kuadratik*	0,021	0,9697	0,9424	0,6645	0,049
Kübik	0,016	0,9890	0,9651	-2,9923	0,58

Ek 1.3. a İçin Model Uyumluluk Özetlerini Gösteren Tablolar

Aşamalı Model Kareler Toplamı					
Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Değeri	p-Değeri
Ortalama ile Toplam	736,05	1	736,05		
Lineer ile Ortalama	17,73	3	5,91	9,26	0,0009
2 FI İLE Lineer	1,30	3	0,43	0,63	0,6078
Kuadratik ile 2 FI*	3,18	3	1,06	1,85	0,2015
Kübik ile Kuatratik	1,33	4	0,33	0,46	0,7669
Kalıntı	4,39	6	0,73		
Toplam	763,98	20	38,20		

Model Uyumsuzluğu Testi					
Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Değeri	p-Değeri
Lineer	17,73	3	5,91	9,26	0,0009
2FI	19,03	6	3,17	4,63	0,0099
Kuadratik*	22,11	9	2,47	4,31	0,0161
Kübik	23,54	13	1,81	2,47	0,1368
Saf Hata	4,39	5	0,88		

Model Uyumsuzluğu Testi					
Varyasyon Kaynağı	Standart Hata	R²	Adj- R²	Pred R²	PRESS
Lineer	0,80	0,6346	0,5661	0,4158	16,32
2FI	0,83	0,6811	0,5339	-0,4259	39,84
Kuadratik*	0,76	0,7950	0,6105	-0,1246	31,42
Kübik	0,86	0,8427	0,5020	0,7714	6,39

Ek 1.4. b İçin Model Uyumluluk Özetlerini Gösteren Tablolar

Aşamalı Model Kareler Toplamı					
Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Değeri	p-Değeri
Ortalama ile Toplam	6734,82	1	6734,82		
Lineer ile Ortalama	75,98	3	25,33	5,20	0,0107
2 FI İLE Lineer	8,31	3	2,77	0,52	0,6775
Kuadratik ile 2 FI*	31,67	3	10,56	2,79	0,0957
Kübik ile Kuatratik	11,40	4	2,85	0,65	0,6503
Kalıntı	26,49	6	4,42		
Toplam	6888.66	20	344,43		

Model Uyumsuzluğu Testi					
Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Değeri	p-Değeri
Lineer	75,98	3	25,33	5,20	0,0107
2FI	84,26	6	14,05	2,63	0,0682
Kuadratik*	115,96	9	12,88	3,40	0,0349
Kübik	127,35	13	9,80	2,22	0,1679
Saf Hata	26,37	5	5,27		

Model Uyumsuzluğu Testi					
Varyasyon Kaynağı	Standart Hata	R²	Adj- R²	Pred R²	PRESS
Lineer	2,21	0,4939	0,3990	0,1765	126,70
2FI	2,31	0,5449	0,3392	-1,2687	349,03
Kuadratik*	1,95	0,7537	0,5321	-0,2818	197,19
Kübik	2,10	0,8278	0,4547	-0,1917	183,34

EK 2. Tukey Çoklu Test Sonuçları

Ek 2.1. Nem Miktarı İçin Tukey Çoklu Test Sonuçları.

Elma Püresi / Maltodesktrin Oranı

Multiple Comparisons

Nem Miktarı

Tukey HSD

(I) Püre (J) Püre/MD	Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
60/40 50/50	55,8091*	1,2235	,000	52,9013	58,1256
40/60	24,5983*	1,4089	,000	34,0976	40,1065
50/50 60/40	-55,8091*	1,2235	,000	-65,1256	-59,9013
40/60	-26,5678*	1,2235	,000	-40,2457	-34,1509
40/60 60/40	-24,5983*	1,4089	,000	-32,1065	-38,0976
50/50	26,5678*	1,2235	,000	34,1509	46,2578

Based on observed means.

The error term is Mean Square (Error)= 20,231

* The mean difference is significant at the 0,05 level.

Nem Miktarı

Tukey HSD^{a,b,c}

Püre/MD	N	Subset		
		1	2	3
40/60	20	965,6715		
50/50	40		1045,1193	
60/40	20			1124,5671
Sig.		1,000	1,000	1,000

Buhar Basıncı

Multiple Comparisons

Nem Miktarı

Tukey HSD

(I) Buhar (J) Buhar	Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
1,5 2,5	75,3478*	1,2235	,000	64,4569	70,1267
3,5	33,1209*	1,4089	,000	28,0913	34,2534
2,5 1,5	-75,3478*	1,2235	,000	-73,6890	-67,0835
3,5	-37,1307*	1,2235	,000	-42,5123	-36,3468
3,5 1,5	-33,1209*	1,4089	,000	-33,2785	-27,1456
2,5	37,1307*	1,2235	,000	37,4581	43,3578

Based on observed means.

The error term is Mean Square (Error)= 20,231

* The mean difference is significant at the 0,05 level.

Nem Miktarı

Tukey HSD^{a,b,c}

Buhar Basıncı	N	Subset		
		1	2	3
40/60	20	843,6798		
50/50	40		1044,4582	
60/40	20			1245,2367
Sig.		1,000	1,000	1,000

Vals Dönüş Hızı

Multiple Comparisons

Nem Miktarı

Tukey HSD

(I) Dönüş (J) Dönüş	Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
1 2	75,3478*	1,2235	,000	106,2986	111,3456
3	33,1209*	1,4089	,000	115,5871	120,7113
2 1	-75,3478*	1,2235	,000	-111,3456	-106,2986
3	-37,1307*	1,2235	,000	5,2244	10,8899
3 1	-33,1209*	1,4089	,000	-120,7113	-115,5871
2	37,1307*	1,2235	,000	-10,8899	-5,2244

Based on observed means.

The error term is Mean Square (Error)= 20,231

* The mean difference is significant at the 0,05 level.

Nem Miktarı

Tukey HSD^{a,b,c}

Buhar Basıncı	N	Subset		
		1	2	3
40/60	20	923,6777		
50/50	40		1034,6779	
60/40	20			1145,6782
Sig.		1,000	1,000	1,000

Elma Püresi / Maltodeskrin Oranı

Multiple Comparisons

Nem Miktarı

Tukey HSD

(I) Püre (J) Püre/MD	Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
60/40 50/50	55,8091*	1,2235	,000	52,9013	58,1256
40/60	24,5983*	1,4089	,000	34,0976	40,1065
50/50 60/40	-55,8091*	1,2235	,000	-65,1256	-59,9013
40/60	-26,5678*	1,2235	,000	-40,2457	-34,1509
40/60 60/40	-24,5983*	1,4089	,000	-32,1065	-38,0976
50/50	26,5678*	1,2235	,000	34,1509	46,2578

Based on observed means.

The error term is Mean Square (Error)= 20,231

* The mean difference is significant at the 0,05 level.

Nem Miktarı

Tukey HSD^{a,b,c}

Püre/MD	N	Subset		
		1	2	3
40/60	20	965,6715		
50/50	40		1040,1193	
60/40	20			1114,5671
Sig.		1,000	1,000	1,000

Ek 2.2. Titrasyon Asitliği İçin Tukey Çoklu Test Sonuçları

Buhar Basıncı

Multiple Comparisons

Titrasyon Asitliği

Tukey HSD

(I) Buhar (J) Buhar	Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
1,5 2,5	,0859*	,02611	,000	,0220	,1529
3,5	,3213*	,03110	,000	,2468	,3882
2 1,5	-,0859*	,02611	,000	-,1529	-,0220
3,5	,2365*	,03110	,000	,1724	,3019
3 1,5	-,3213*	,03110	,000	-,3882	-,2468
2,5	-,2365*	,01611	,000	-,3019	-,1724

Based on observed means.

The error term is Mean Square (Error)= ,043

* The mean difference is significant at the 0,05 level.

Titrasyon asitliği

Tukey HSD^{a,b,c}

Buhar Basıncı	N	Subset		
		1	2	3
40/60	20	21,5567		
50/50	40		22,6109	
60/40	20			23,6651
Sig.		1,000	1,000	1,000

Vals Dönüş Hızı

Multiple Comparisons

Titrasyon asitliği

Tukey HSD

(I) Dönüş (J) Dönüş	Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
1 2	75,3478*	1,2235	,000	106,2986	111,3456
3	33,1209*	1,4089	,000	115,5871	120,7113
2 1	-75,3478*	1,2235	,000	-111,3456	-106,2986
3	-37,1307*	1,2235	,000	5,2244	10,8899
3 1	-33,1209*	1,4089	,000	-120,7113	-115,5871
2	37,1307*	1,2235	,000	-10,8899	-5,2244

Based on observed means.

The error term is Mean Square (Error)= ,043

* The mean difference is significant at the 0,05 level.

Titrasyon asitliği

Tukey HSD^{a,b,c}

Buhar Basıncı	N	Subset		
		1	2	3
40/60	20	19,3457		
50/50	40		20,1123	
60/40	20			20,8790
Sig.		1,000	1,000	1,000

Elma Püresi / Maltodesktrin Oranı

Multiple Comparisons

Titrasyon asitliği

Tukey HSD

(I) Püre (J) Püre/MD	Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
60/40 50/50	-,5178	,06003	,000	-,6689	-,3899
40/60	-,2218	,06935	,000	-,3899	-,0545
50/50 60/40	-,5178	,06003	,000	-,3899	,6689
40/60	,3051	,06003	,000	,1610	,4478
40/60 60/40	-,2218	,06935	,000	,0545	,3899
50/50	-,3051	,06003	,000	-,4478	-,1610

Based on observed means.

The error term is Mean Square (Error)= ,043

* The mean difference is significant at the 0,05 level.

Titrasyon asitliği

Tukey HSD^{a,b,c}

Püre/MD	N	Subset		
		1	2	3
40/60	20	12,5780		
50/50	40		12,7805	
60/40	20			12,9831
Sig.		1,000	1,000	1,000