

**T.C.  
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DONDURARAK KURUTULMUŞ KAYISI TOZUNUN BAZI ÖZELLİKLERİNE  
FARKLI MALTODEKSTRİNLERİN ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

**TAMER ARSLAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**NİSAN 2014**

**T.C.  
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DONDURARAK KURUTULMUŞ KAYISI TOZUNUN BAZI ÖZELLİKLERİNE  
FARKLI MALTODEKSTRİNLERİN ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

**TAMER ARSLAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**NİSAN 2014**

**Tezin Başlığı: Dondurarak Kurutulmuş Kayısı Tozunun Bazı Özelliklerine Farklı Maltodekstrinlerin Etkisinin Belirlenmesi**

Tezi Hazırlayan: Tamer ARSLAN

Sınav Tarihi: 01/04/ 2014

Yukarıda adı geçen tez jürimizce değerlendirilerek Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

**Sınav Jüri Üyeleri**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Gökhan DURMAZ**  
İnönü Üniversitesi

.....

**Doç. Dr. A. Adnan HAYALOĞLU**  
İnönü Üniversitesi

.....

**Doç. Dr. İhsan KARABULUT**  
İnönü Üniversitesi

.....

**Prof. Dr. Mehmet ALPASLAN**

Enstitü Müdürü

## ONUR SÖZÜ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**Dondurarak Kurutulmuş Kayısı Tozunun Bazı Özelliklerine Farklı Maltodekstrinlerin Etkisinin Belirlenmesi**” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün kaynakların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Tamer Arslan

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### DONDURARAK KURUTULMUŞ KAYISI TOZUNUN BAZI ÖZELLİKLERİNE FARKLI MALTODEKSTRİNLERİN ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Tamer Arslan

İnönü Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

50+ xi sayfa

2014

Danışman: Doç.Dr. Gökhan DURMAZ

Bu çalışmada farklı dekstroz eşdeğerlerine (DE) sahip maltodekstrinler (MD) kullanılarak elde edilen dondurarak kurutulmuş kayısı tozlarının bazı özellikleri belirlenmiştir. Bu amaçla Hacihaliloğlu çeşidine ait olgun kayısılar ve DE değeri 4-7, 13-17 ve 16-19 olan üç farklı MD kullanılmıştır. Kayısı tozu örneklerinin; nem, çözünürlük, kitle yoğunluğu, renk özellikleri, pH, suda çözünür kuru madde miktarı, higroskopisite, topaklanma, camsı geçiş sıcaklığı, toplam fenolik madde ve karotenoid içeriği,  $\beta$ -karoten miktar/stabilitesi belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar; nem, çözünürlük, higroskopisite ve topaklanma değerleri bakımından DE değeri 4-7 arasında olan MD'nin diğer MD türlerine ve kontrol örneğine göre daha avantajlı olduğunu göstermiştir. Antioksidan kapasitenin ve toplam fenolik madde miktarının MD eklenmiş örneklerde kontrol örneğine kıyasla göreceli olarak arttığı gözlenmiştir. Hızlandırılmış oksidasyon koşullarında toplam karotenoid ve  $\beta$ -karoten stabilitesinin MD eklenen örnekler için kontrol örneğine göre daha yüksek düzeyde olduğu görülmüştür. Kayısı tozlarının taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile kaydedilen görüntülerinin, higroskopisite ve topaklanma gibi özellikler için elde edilen sonuçları destekler nitelikte olduğu görülmüştür.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Kayısı, Meyve Tozu, Dondurarak Kurutma, Maltodekstrin.

## **ABSTRACT**

Msc. Thesis

### **EFFECT OF DIFFERENT MALTODEXTRINS ON SOME PROPERTIES OF FREEZE-DRIED APRICOT POWDER**

Tamer Arslan

InonuUniversity  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Food Engineering

50+ xi page

2014

Supervisor: Assoc.Prof.Dr. Gökhan DURMAZ

In this study some properties of apricot powders obtained via freeze-drying by using maltodextrins (MD) having different dextrose (DE) equivalent values were investigated. With this aim, ripe apricots belong to Hacıhaliloğlu cultivar and MDs with DE value of 4-7, 13-17 and 16-19 were used. Moisture, solubility, bulk density, color properties, pH, Brix, hygroscopicity, caking, glass transition temperature, total phenolics and carotenoid content,  $\beta$ -carotene content and stability were determined in apricot powder samples. The results have shown that moisture, solubility, hygroscopicity and caking degree of apricot powder obtained by using MD with 4-7 DE was better than the other samples. It was observed that antioxidant capacity and total phenolic content was relatively higher in MD added samples compared to control. In accelerated oxidation conditions, stability of total carotenoids and  $\beta$ -carotene were found to be higher compared to control sample. The images obtained by scanning electron microscope (SEM) supported the results obtained from hygroscopicity and caking assays.

**KEY WORDS:** Apricot, Fruit Powder, Freeze Drying, Maltodextrin

## TEŞEKKÜR

Bu alıőmanın her aőamasında yardım, öneri ve desteğini esirgemeden beni yönlendiren danışman hocam Sayın Do. Dr. Gökhan DURMAZ' a;

Laboratuvar çalıőmalarımnda bilgi ve desteği ile yardımcı olan hocam sayın Yrd. Doç. Dr. Sibel ULUATA'ya;

Bilgi ve tecrübeleri ile yardımcı olan Öğr. Grv. Mahmut BAŐSÜRÜCÜ'ye, Arő. Grv. Okan LEVENT'e ve Arő. Grv. Tuğçe BİLENLER'e;

Materyal temininde yardımcı olan Malatya Kayısı Araştırma İstasyonuna ve Gıda Mühendisi M. Ali YILMAZ'a;

Çalıőmamı İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince 2012 / 06 no'lu proje ile maddi olarak destekleyen ve olanak sağlayan İnönü Üniversitesi Rektörlüğü'ne;

Bana tüm hayatım boyunca sevgi ve desteğini esirgemeyen sevgili aileme ve değerli eőime

Teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ONAY SAYFASI .....	i
ONUR SÖZÜ.....	ii
ÖZET .....	iii
ABSTRACT .....	iv
TEŞEKKÜR .....	v
İÇİNDEKİLER .....	vi
ŞİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
EKLER DİZİNİ .....	xi
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ .....</b>	<b>6</b>
<b>3. MATERYAL VE METOT.....</b>	<b>12</b>
3.1. Materyal.....	12
3.2. Metot .....	13
3.2.1. Nem analizi.....	13
3.2.2. % Çözünebilirlik .....	13
3.2.3. Renk özellikleri.....	13
3.2.4. pH ölçümü .....	14
3.2.5. Kitle yoğunluğu .....	14
3.2.6. Suda çözünür kuru madde miktarı .....	14
3.2.7. Nem çekicilik (Higroskopisite).....	14
3.2.8. Topaklanma düzeyinin belirlenmesi .....	15
3.2.9. Camsı geçiş sıcaklığı.....	15
3.2.10. SEM görüntüleme .....	15
3.2.11. DPPH yöntemiyle antioksidan kapasite tayini .....	16
3.2.12. ABTS yöntemiyle antioksidan kapasite tayini .....	17
3.2.13. Toplam fenolik madde tayini.....	18
3.2.14. Toplam karotenoid ve $\beta$ -karoten stabilite analizi.....	19
3.2.15. İstatistiksel analiz.....	20
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....</b>	<b>21</b>
4.1. Nem Analizi.....	21
4.2. Çözünebilirlik .....	23
4.3. pH.....	23
4.4. Kitle Yoğunluğu.....	23
4.5. Briks Değerleri.....	24
4.6. Renk Özellikleri.....	24
4.7. % Higroskopisite ve Topaklanma .....	26
4.8. Camsı Geçiş Sıcaklığı .....	27
4.9. Antioksidan Kapasite .....	28
4.10. Toplam Fenolik Madde Tayini .....	31
4.11. Karotenoid Stabilitesi.....	32
4.12. Sem Görüntüleme .....	34



<b>5.</b>	<b>SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>36</b>
<b>6.</b>	<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>37</b>
	<b>EKLER .....</b>	<b>41</b>
	<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>50</b>

## SİMGELER VE KISALTMALAR

$\alpha$	Alfa
$\beta$	Beta
$\gamma$	Gama
g	Gram
kg	Kilogram
L	Litre
$\mu\text{g}$	Mikrogram
$\mu\text{L}$	Mikrolitre
$\mu\text{m}$	Mikrometre
mg	Miligram
mL	Mililitre
mmHg	Milimetre civa
mM	Milimolar
nm	Nanometre
Pa	Pascal
$^{\circ}\text{C}$	Santigrat derece
Tg	Camsı geçiş sıcaklığı

## KISALTMALAR

FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
DE	Dekstroz Eşdeğeri
DPPH	(1,1-difenil-2-pikril-hidrazil)
DSC	Diferansiyel Taramalı Kalorimetri
PDA	Fotodiyot Dedektör
GRAS	Genellikle Kullanımı Güvenilir Kabul Edilen
MD	Maltodekstrin
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
FDA	Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi
BHA	Bütillenmiş hidroksi anisol
RW	Refractance Window

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 1.1.	Suyun basınç ve sıcaklık grafiği .....3
Şekil 3.1.	DPPH testi için elde edilen trolox kalibrasyon grafiği..... 16
Şekil 3.2.	ABTS testi için elde edilen trolox kalibrasyon grafiği ..... 17
Şekil 3.3.	Gallik asit kalibrasyon grafiği..... 18
Şekil 3.4.	Spektrofotometrik analiz için elde edilen $\beta$ -karoten kalibrasyon grafiği .....20
Şekil 4.1.	Örnek görüntüleri.....25
Şekil 4.2.	Kontrol örneği için kaydedilen DSC termogramı.....27
Şekil 4.3.	Kayısı tozu örneklerinin DPPH yöntemine göre belirlenen antioksidan kapasitesi .....29
Şekil 4.4.	Kayısı tozu örneklerinin ABTS yöntemine göre belirlenen antioksidan kapasitesi.....30
Şekil 4.5.	Kayısı tozu örneklerinin toplam fenolik madde miktarı .....31
Şekil 4.6.	Kayısı tozu örneklerinin toplam karotenoid (yüzey+enkapsüle) miktarının hızlandırılmış oksidasyon koşullarında değişimi .....32
Şekil 4.7.	Kayısı tozu örneklerinde hızlandırılmış oksidasyon koşullarında $\beta$ -karoten (yüzey+enkapsüle) değişimi miktarının başlangıç düzeyine göre % korunma düzeyi.....32
Şekil 4.8.	Kontrol örneği ve $1 \text{ mg L}^{-1}$ $\beta$ -karoten standardı için elde edilen HPLC kromatogramları.....33
Şekil 4.9.	Kayısı tozu örneklerinde hızlandırılmış oksidasyon koşullarında yüzey karotenoid miktarının başlangıç düzeyine göre % korunma düzeyi ..34
Şekil 4.10.	Kayısı tozu örneklerinin 500 kat büyütme oranıyla görüntülenen SEM görüntüleri.....35

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa

Çizelge 1.1.	2005-2011 yılları için ülkelere göre kayısı üretim rakamları.....	4
Çizelge 3.1.	Kullanılan örneklerin adlandırılması.....	12
Çizelge 4.1.	Kayısı tozu örneklerinin nem, çözünübilirlik, pH, kitle yoğunluğu ve briks değerleri .....	22
Çizelge 4.2.	Kayısı tozu örneklerinin L, a, b renk koordinasyon değerleri .....	26
Çizelge 4.3.	Kayısı tozu örneklerinin higroskopisite ve topaklanma değerleri .....	27
Çizelge 4.4.	Kayısı tozu örneklerinin camsı geçiş sıcaklıkları .....	28

## **EKLER DİZİNİ**

**Sayfa**

EK 1 Örneklerin bazı özelliklerinin istatistiksel analiz sonuçları .....41

## 1. GİRİŞ

Gıdalar insanlar için hem enerji kaynağıdır, hem de insan sağlığı için gerekli olan vitaminler ve mineraller gibi esansiyel bileşenleri içerirler. Gıda maddelerinin yılın her mevsiminde her iklim koşulunda üretilmemesi, bu maddelerin muhafazasını zorunlu hale getirmiştir. Kimyasal, mikrobiyolojik ve enzimatik olarak bozulabilen gıdaların uzun süre muhafazası önemli bir konudur. Gıda muhafaza teknikleri yeni teknolojilere bağlı olarak sürekli değişim göstermektedir [1].

Gıdaların besin değerini muhafaza edebilmek için kullanılan en eski yöntemlerden biri de kurutmadır. Gıdalardaki su; kimyasal, enzimatik ve mikrobiyal reaksiyonlar açısından önemlidir. Su aktivite değerinin düşürülmesi, bozulma reaksiyonlarının sınırlandırılması açısından gereklidir. Bu amaçla birçok meyve ve sebze kurutulmakta ve uzun süre dayanımı sağlanmaktadır. Bu sayede meyve ve sebzelerin mevsimi dışında da tüketimi yapılabilmektedir.

Meyvelerin kurutularak toz haline getirilmesi önemli bir muhafaza metodudur. Meyve tozları genel anlamda doğal meyve tozları ve meyve aromalı karışımlar olarak ikiye ayrılmaktadır. Meyve aromalı karışımların üretiminde tatlandırıcılar, renklendiriciler, asitlik düzenleyiciler gibi ingrediyanler kullanılmaktadır. Meyve tozları; dondurma, bisküvi, kek, meyveli içecek, meyveli yoğurt, lokum gibi birçok hazır gıda formülasyonuna girmekte veya girebilecek özellikler taşımaktadır. Toz meyveler küçük partikül boyutlarından dolayı dondurma gibi gıdalarda homojen bir dağılım göstermeleri bakımından diğer kurutma şekilleriyle elde edilen kuru meyvelere göre avantaj sağlarlar. Ayrıca meyveli ve/veya meyve aromalı yoğurtlarda tat/aroma dengesinin sağlanması amacıyla yararlanılmaktadır [2].

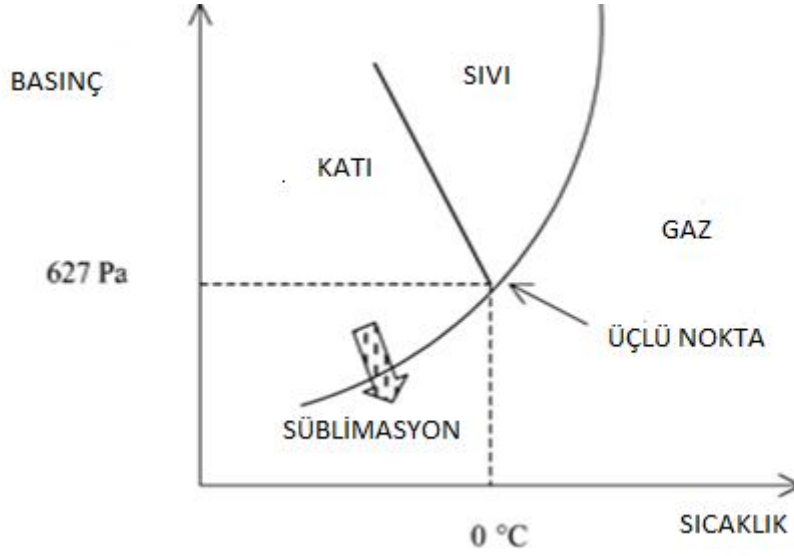
Meyve tozlarının üretiminde şekerlerden kaynaklanan topaklanmaların önlenmesi için kurutma yardımcıları kullanılmaktadır. Kurutma yardımcıları içinde en yaygın kullanılanları maltodekstrin, nişasta ve arap zamkıdır.

Nişastanın kısmi hidrolizi ile elde edilen maltodekstrin; suda çözünen, beyaz renkli tatsız bir madde olup, FDA (Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi) tarafından 20'den daha düşük DE (Dekstroz Eşdeğeri) değerlerine sahip ürünler olarak tanımlanmaktadır. Belirsiz nötr tadı nedeniyle diğer gıda aromalarını etkilememekte, soğuk ve su bazlı sistemlerde kolaylıkla çözünmekte, berrak görünümünü koruyabilen bir yapı sergilemektedir.

Maltodekstrinin başlıca kullanım alanları; bebek mamaları (stabilizatör, yapı oluşturucu ajan ve aroma taşıyıcısı), kahve ve kahve beyazlatıcıları, çikolatalı içecekler, unlu mamuller ve et ürünleri (nem tutucu ajan), şekerlemeler (bağlayıcı ajan ve plastikleştirici), şekerleme veya fındık benzeri ürünlerin kaplanmasıdır [3].

Meyve tozlarının üretiminde bu gıdaların toz ve granüler formlarının serbest akışını sağlamak amacıyla topaklanmayı önleyiciler kullanılır. Topaklanmayı önleyiciler arasında en yaygın kullanılanlar silikon dioksit ve trikalsiyum fosfattır. Nitekim toz haline getirilmiş meyveler oldukça higroskopik gıdalardır. Absorbe edilen nem hem fiziksel görünümü hem demikrobiyal dayanımı olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca, Maillard reaksiyonları ve enzim faaliyetlerinin artması da çeşitli esmerleşme reaksiyonlarına, tat ve aroma kayıplarına neden olabilmektedir [4].

Meyve tozu üretiminde kullanılan en yaygın metotlar; dondurarak kurutma, köpük kurutma ve sprey kurutmadır. Dondurarak kurutma diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında ürünün fiziksel ve kimyasal özellikleri ile besinsel içeriğini daha iyi koruması, orijinal rengine daha yakın ürünler oluşması açısından avantajlıdır [5]. Liyofilizasyon olarak da bilinen dondurarak kurutma, dondurulmuş maddenin içinde bulunan buzun, süblimasyon için uygun koşulların oluşturulması yoluyla maddeden uzaklaştırılarak materyalin kurutulmasıdır. Süblimasyon maddenin katı halden gaz haline geçiş yapmasıdır. Bir maddenin hangi hali (katı, sıvı, ya da gaz) alacağını belirleyen iki temel faktör sıcaklık ve atmosfer basıncıdır. Dolayısıyla uygun sıcaklık ve basınç kombinasyonu sağlandığında, madde katı halden direkt olarak gaz haline geçebilmektedir. Şekil 1.1'de görüleceği üzere basıncın 627 Pa (Pascal) (0.006 atm)'ın altında olduğu durumda maddenin sıcaklığı artırılınca erime yerine süblimasyon gerçekleşmektedir.



**Şekil 1.1.** Suyun basınç ve sıcaklık grafiği [6]

Liyofilize edilmiş gıda ürünlerinin ambalajlarının ve kendi net ağırlıklarının hafif olması, oldukça uzun raf ömrüne sahip olmaları, depolama ve nakliye açısından avantajdır [7].

Yatırım maliyetinin oldukça fazla olması liyofilizasyonun en önemli dezavantajdır (Diğer kurutma tesislerinden 3 kat fazla). Bunun yanında bu proseste enerji sarfiyatı yüksektir (2-3 kat fazla). İşlem süresi spreyci kurutma ve tambur kurutma gibi diğer yöntemlere göre oldukça uzundur (24 saati bulan kurutma döngüsü) [7].

Dondurarak kurutma dışında spreyci kurutma ve köpük kurutma metotları da toz gıda elde etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Spreyci kurutma sıvı veya viskozitesi düşük ezme ve püre halindeki gıdalara uygulanmaktadır. Spreyci kurutmada ilke; kurutulacak ürünün atomize edilmesi ile geniş bir yüzey alanı kazandırılması ve böylece sıcak hava içinde hızlı bir kuruma sağlanmasıdır. Köpük kurutma kurutulacak yapının köpük haline getirilip getirilememesine bağlıdır. Yumurta akı, et ekstraktı konsantresi gibi ürünler hiçbir şey ilave edilmeden sadece çırpılarak stabil köpük haline getirilebilirler. Buna karşın meyve konsantreleri ve meyve suları çırpılarak stabil köpük oluşturmazlar. Bu gıdalara yenilebilir köpük oluşturucu maddeler katılarak köpük elde edilir. Köpük oluşturucu bu maddelerin başında soya proteini, metil selüloz ve yumurta albümini gelir [8].



Malatya ilinin ekonomisinde önemli yeri olan kayısı (*Prunus armeniaca*) ihracat açısından da büyük bir paya sahiptir [9]. Malatya ili Türkiye'nin toplam kayısı üretiminin yaklaşık % 67.1'ini karşılamaktadır [10]. Malatya'da yetiştirilen kayısı çeşitlerinin % 73'ünü Hacıhaliloğlu, % 17'sini Kabaası, geriye kalan kısmını da Soğancı, Hasanbey, Çataloğlu ve Zerdali çeşitlerinin oluşturduğu bildirilmiştir [11].

Çizelge 1.1.'de FAO tarafından 2013 yılında yapılan araştırmaya göre en fazla kayısı üretimi yapılan ülkelerin başında Türkiye'nin geldiği görülmektedir. Türkiye'yi İran, Özbekistan ve İtalya izlemektedir.

**Çizelge 1.1.** 2005-2011 yılları için ülkelere göre kayısı üretim rakamları\*

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<b>Türkiye</b>	860.000	460.182	557.572	716.415	695.364	476.132	676.138
<b>Pakistan</b>	197.239	177.266	240.192	325.779	193.936	190.174	189.420
<b>İran</b>	275.578	280.000	280.000	280.000	371.814	371.814	452.988
<b>Özbekistan</b>	170.000	235.637	230.000	265.000	292.000	325.000	356.000
<b>İtalya</b>	232.882	221.994	214.573	205.493	215.121	252.892	263.132
<b>Cezayir</b>	145.097	167.017	116.438	145.000	202.806	198.467	285.897
<b>Fas</b>	103.600	129.440	105.234	113.216	133.598	134.933	159.124
<b>Suriye</b>	65.513	98.538	112.738	112.738	98.913	61.981	75.919
<b>Mısır</b>	73.000	100.799	101.139	106.165	112.977	92.704	96.643
<b>Fransa</b>	176.950	179.812	126.409	94.526	195.932	144.856	155.124
<b>Ukrayna</b>	94.200	28.000	55.600	88.900	73.400	77.200	119.900
<b>İspanya</b>	137.167	156.872	87.700	87.700	95.221	78.715	86.880
<b>Yunanistan</b>	84.135	71.748	79.188	77.400	62.285	76.800	82.800
<b>Diğer</b>	688.497	713.663	661.508	678.526	688.497	713.663	661.508
<b>Toplam</b>	3.303.858	3.020.968	2.968.291	3.296.858	3.431.864	3.195.331	3.661.473

\*Kaynak: FAOSTAT Erişim: 2013

Kayısının kurutularak muhafazası uzun yıllardır uygulanan bir yöntemdir. Burada en yaygın kullanılan yöntem güneşte kurutmadır. Kurutulan kayısılar mevsimi dışında ülkemizde tüketilebildiği gibi başta Avrupa Birliği ülkeleri olmak üzere çeşitli ülkelere ihraç da edilebilmektedir.

Kayısıdaki potasyum miktarının yüksek olması ve sodyum miktarının düşük olması beslenme açısından önemlidir [12]. Kayısının bileşiminde en fazla bulunan şeker sakarozdur [13]. Sakarozun oranı kurumaddede yaklaşık % 23 civarındadır. Ayrıca sakarozun yanında % 19 glukoz ve % 13 civarı fruktoz bulunur [14]. Genel olarak kayısı meyvesi A vitamini, C vitamini, Tiamin, Riboflavin, Niasin ve Folik asit içerir.

Kayısıda en fazla bulunan antioksidanlar, karotenoidler ve fenolik bileşiklerdir. Antioksidanlar doku ve hücrelerde farklı yerlerde farklı formlarda bulunmaktadır. Birçok bitkisel ve hayvansal kökenli gıdaya kırmızı, kırmızı-sarı tondaki renkleri veren yağda çözünebilir nitelikteki maddelere karotenoidler denir. Bitkilerdeki görevleri, ışığı absorbe etmek ve bitkiyi ışığa duyarlılıktan korumaktır [15]. Meyve ve sebzelerdeki karotenoidlerin miktarı çeşit, tür, yetiştirme koşulları, olgunluk aşaması gibi faktörlere bağlı olarak değişir [16]. Kayısıda en fazla bulunan karotenoidler;  $\beta$ -karoten,  $\gamma$ -karoten ve likopendir. Toplam karotenin % 50 sini  $\beta$ -karotenin oluşturduğu bildirilmiştir [17].  $\beta$ -karoten; göz sağlığı, vücudu ve organları saran epitel doku sağlığı, kemik ve diş sağlığı, endokrin bezlerinin çalışması için gereklidir [18].  $\beta$ -karoten üreme ve büyümede, enfeksiyonlara karşı direncin sağlanmasında ve görmede büyük etkinliği olan bir maddedir [19].

Ayrıca kayısı meyvesi fenolik bileşikler açısından zengindir. Fenolik bileşikler meyve ve sebzelerin kendilerine özgü buruk tadını ve renklerini verirler. Gıda bileşeni olarak fenolik bileşikler; insan sağlığı açısından işlevleri, tat ve koku oluşumundaki etkileri, renk oluşumu ve değişimine katılmaları, antimikrobiyal ve antioksidatif etki göstermeleri, enzim inhibisyonuna neden olmaları, değişik gıdalarda saflık kontrol kriteri olmaları gibi birçok açıdan önem taşımaktadırlar [20].

Bu çalışmanın başlatılmasındaki temel amaç; Malatya yöresi açısından ekonomik değeri yüksek olan kayısı meyvesinin dondurarak kurutma metoduyla toz haline getirilmesi ve bu tozun bazı kalite kriterlerinin araştırılması olmuştur. Yüksek şeker içeriğinden dolayı katkısız üretilen kayısı tozu çabuk topaklanan bir yapıya sahip olduğu için bu çalışmada farklı DE değerlerine sahip MD (maltodekstrin) lerin kayısı tozunun çeşitli özelliklerine etkisi incelenmiştir.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Gıda tozlarının kalitesinin belirlenmesinde farklı kriterler vardır. Bunlardan en önemlileri; nem miktarı, çözünübilirlik, kitle yoğunluğu, renk özellikleri, topaklanma, akıcılık, brix değeri, nem çekme düzeyi ve camsı geçiş sıcaklığıdır [21].

Gıda maddesinin nem miktarının bilinmesi, kurutma, konsantrasyon, depolama, karıştırma ve paketleme koşullarının saptanmasında çok önemlidir. Çözünübilirlik kuru bir materyalin verilen su ile eski hâline dönüşebilme düzeyidir. Yani kurutulmuş bir ürün, suda bekletilince taze hâlde içerdiği kadar su alarak eski hâline ve şekline dönüşürse mükemmel nitelikte olduğu kabul edilir [22].

Camsı geçiş sıcaklığı (Tg), maddenin camsı özelliklerini kaybedip viskoz özellikler kazanmaya başladığı sıcaklık sınırıdır ve erime sıcaklığından her zaman daha düşüktür. Camsı geçiş sıcaklığı maddenin toz halini alabilmesini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Camsı geçiş sıcaklığı oda sıcaklığından daha düşük olan materyaller oda sıcaklığında toz halde kalmaz ve viskoz bir yapı alırlar. Camsı geçiş sıcaklığının belirlenmesinde çeşitli yöntemler kullanılır. Bunlardan biri de DSC (Diferansiyel Taramalı Kalorimetre) metodudur [23]. (DSC)' de örnek ve referansın sıcaklıklarının eşit olması sağlanır. Daha sonra örnek ve referans ya zamanla artan sıcaklıklara maruz bırakılır veya sabit sıcaklıkta belli bir süre bekletilir. Bu esnada örnekteki ısı geçişleri izlenir ve DSC grafiğindeki gözlenen kırılma noktasına göre camsı geçiş sıcaklığı belirlenir [23].

Herhangi bir materyalin birim ağırlığının hacmine kitle yoğunluğu (Bulk density) denir [22]. Kitle yoğunluğu ölçümünün; depolama, işleme, paketleme ve dağıtım koşullarını ayarlamak için endüstride yoğun kullanımı vardır. Özellikle kurutma ve öğütme sonucu elde edilen toz ürünlerde önemli bir kalite kriteridir. Sablani vd. [24] tarafından DE değeri 6 olan maltodekstrin kullanılarak hurma tozu üzerinde yapılan çalışmada kurumaddedeki maltodekstrin oranı arttıkça kitle yoğunluğunun arttığı görülmüştür. Bu durumun hurma tozunun parçacık boyutunun küçük olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir. Desobry vd. [25] tarafından yapılan çalışmada  $\beta$ -karoten enkapsülasyonu ve muhafazasında tambur kurutma, püskürterek kurutma ve dondurarak kurutma yöntemleri karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada dondurarak kurutma metoduyla elde edilen tozlarda daha düşük kitle yoğunluğu tespit edilmiştir.

Sablani vd. [24] tarafından DE değeri 6 olan maltodekstrin kullanılarak hurma tozu elde edilmeye çalışılmıştır. Kurumadde esasına göre 1 g toza karşılık 0.54–1 g maltodekstrin katılmıştır. Sonuçta 1:1 oranında maltodekstrin katılan tozlarda yapışkan olmayan ve akıcı bir yapı elde edilmiştir. Elde edilen tozların kitle yoğunluğu, su aktivitesi, renk, higroskopisite ve camsı geçiş sıcaklığı değerleri belirlenmiştir.

Desobry vd. [25] tarafından yapılan çalışmada;  $\beta$ -karoten enkapsülasyonu ve muhafazasında tambur kurutma, püskürterek kurutma ve dondurarak kurutma yöntemleri karşılaştırılmıştır. Saf  $\beta$ -karoten üç kurutma yönteminde de DE değeri 25 olan maltodekstrin ile enkapsüle edilmiştir.  $\beta$ -karoten stabilitesi % 11-32 nem değerlerinde 25, 35 ve 45 °C sıcaklıklarda değerlendirilmiştir.  $\beta$ -karoten muhafazasında % nem oranının önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Yüzey karotenoidlerin stabilitesi karşılaştırıldığında tambur kurutma metodunda daha yüksek stabilite görülmüştür.

Caparino vd. [26] tarafından yapılan çalışmada kurutma metodunun mango tozunun fiziksel özellikleri ve yapısı üzerine etkisi araştırılmıştır. Refractance window (RW), dondurarak kurutma, tambur kurutma ve püskürterek kurutma metotlarıyla % 5 oranında su içeren mango tozu elde edilmiştir. RW metoduyla elde edilen tozlarla dondurarak kurutmaya elde edilen tozların renk özellikleri açısından karşılaştırılabilir olduğu ancak tambur kurutmaya elde edilen tozun koyu, püskürterek kurutmaya elde edilen tozun ise açık renkte olduğu görülmüştür. Ayrıca RW metoduyla elde edilen tozun kitle yoğunluğunun daha yüksek olduğu görülmüştür. Kurutma metotları arasında camsı geçiş sıcaklığı açısından önemli bir fark görülmemiştir.

Ghosal vd. [27] tarafından yapılan çalışmada gıda tozlarının akış dağılımı ve kitle yoğunluğu üzerine maltodekstrin ve arap zampının etkisi araştırılmıştır. % 1-5 oranında maltodekstrin ve arap zampı katılarak elde edilen tozların özellikleri değerlendirilmiştir. Maltodekstrin ve arap zampı ilavesinin nem çekme özelliğini iyileştirdiği görülmüştür.

Ferrari vd. [28] tarafından yapılan çalışmada maltodekstrin ve arap zampı ile üretilen püskürterek kurutulmuş böğürtlen tozunun depolama stabilitesi araştırılmış ve böğürtlen tozunun antioksidan aktivite ve antosiyanin stabilitesi belirlenmeye çalışılmıştır. Taşıyıcı ajanlar % 7 oranında kullanılmıştır. Taşıyıcı ajanlarla ve püskürterek kurutmaya elde edilen tozlar 25-35 °C sıcaklıkta % 32.8 nemde 5 ay

süreyile depolanmıştır. Genelde maltodekstrin içeren örnekler yüksek stabilite göstermiştir. Maltodekstrinle üretilen örneklerin en uzun ömürlü ve 25 °C de antosiyanin parçalanmasının en düşük gerçekleştiği örnekler olduğu görülmüştür. Maltodekstrin veya iki ajanın bir arada kullanılması böğürtlen tozunun antioksidan kapasitesinin korunmasında daha etkili olmuştur.

Tonon vd. [29] farklı taşıyıcı ajanlarla üretilen Asai üzümü tozunun fizikokimyasal ve morfolojik özelliklerini araştırmış ve bu amaçla DE değeri 10 ve 20 olan maltodekstrinler, arap zankı ve nişastayı taşıyıcı ajan olarak kullanarak püskürterek kurutma metoduyla tozlar üretmiştir. Tozun karakterizasyonu amacıyla; nem içeriği, su aktivitesi, çözünübilirlik, higroskopisite, parçacık büyüklüğü dağılımı, morfoloji, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite belirlenmiştir. Sonuçlar DE değeri 20 olan maltodekstrin ve arap zankı ile üretilen örneklerin en küçük boyut ve en yüksek higroskopisiteye sahip olduğunu, nişasta ile üretilen örneklerin ise en düşük higroskopisite ve çözünübilirlik özelliğine sahip olduğunu göstermiştir. Maltodekstrinler ve arap zankı ile üretilen örneklerde 40 °C de 15 gün depolama sonunda bu örneklerin antioksidan aktivitelerini ve fenolik içeriklerini korudukları görülmüştür. Nişastayla hazırlanan örneklerin depolanma süresinin düşük olduğu belirlenmiştir.

Jaya vd. [30] tarafından vakum altında kurutulmuş mango tozu üretimi için maltodekstrin ve trikalsiyum fosfat miktarının optimizasyonu çalışılmıştır. Mango püresinin kurutucu etrafında yapışkan bir tabaka oluşturduğu, işleme ve depolama sırasında topaklandığı bildirilmiştir. Bu problemleri yenmek amacıyla kurutma ajanı olarak maltodekstrin, topaklanmayı önleyici olarak trikalsiyum fosfat (TCP) kullanılmıştır. Elde edilen tozlar; higroskopisite, topaklanma derecesi, akıcılık açısından analiz edilmiştir. Optimum miktar; 1 kg mango katısına karşılık 0.527 kg maltodekstrin ve 0.0167 kg trikalsiyum fosfat olarak bulunmuştur.

Bhandari vd. [31] tarafından yapılan çalışmada kurutma ajanı olarak farklı maltodekstrinlerle püskürtmeli kurutucu kullanılarak kuş üzümü, kayısı, ahududu sularından toz elde edilmiştir. Meyve sularının bileşimi ve maltodekstrinlerin DE değerleri belirlenmiştir. En iyi sonuçlar DE değeri 6 olan maltodekstrinle üretilen tozlarda görülmüştür. Meyve suyu/maltodekstrin oranı; kuş üzümü için 65/35, kayısı için 60/40, ahududu için 55/45 olarak bulunmuştur.

Komes vd. [32] tarafından yapılan çalışmada kurutulmuş kayısı pürelerinde uçucu aroma içeriği üzerine trehaloz ve sakarozun etkisi araştırılmıştır. Taze, dondurarak kurutulmuş ve köpük kurutma ile kurutulmuş pürelerin aroma içerikleri gaz kromatografisi ve katı faz mikro ekstraksiyon yöntemleriyle tayin edilmiştir. Kurutulmuş kayısı pürelerinde en iyi aroma içeriğinin trehaloz eklendiği ve dondurarak kurutma uygulandığı zaman gerçekleştiği belirlenmiştir.

Galmarini vd. [33] tarafından dondurarak kurutulmuş çilek püresinin fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine trehaloz, sukroz ve maltodekstrinin etkisi incelenmiştir. Yapılan çalışmada camsı geçiş sıcaklığı, renk özellikleri ve duyuşal profil belirlenmiştir. Maltodekstrin veya trehalozla üretilen örneklerde camsı geçiş sıcaklığının sukrozla üretilen örneğe göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Duyusal değerlendirme; trehalozla üretilen örneklerin taze çilek tat ve aromasını kaybetmediğini, tatlılık-ekşilik dengesini koruduğunu, sukrozla üretilen örneğin ise aşırı tatlı olduğunu göstermiştir. Ayrıca maltodekstrin eklenmesinin ürünün akıcılığında artışa neden olduğu görülmüştür.

Jaya ve Das [34] tarafından yapılan başka bir çalışmada vakum kurutulmuş mango tozunun özellikleri üzerine maltodekstrin, gliserolmonostearat ve trikalsiyum fosfatın etkisi araştırılmıştır. Mango tozları 1 kg mango katısına karşılık 0.25-0.65 kg maltodekstrin olacak şekilde elde edilmiştir. Gliserolmonostearat ve trikalsiyum fosfat 1 kg mango katısına karşılık 0.01-0.02 kg olacak şekilde hazırlanmıştır. Yapılan çalışmada tozların higroskopisite, topaklanma miktarı, çözünübilirlik ve nem içeriği belirlenmiştir.

Tang ve Chan [35] tarafından yapılan çalışmada dondurarak kurutulmuş karotenoid tozlarının depolama süresinde pigment değişimi incelenmiştir. Karotenoid tozlarının 4, 25 ve 45 °C de ve ışık altında 25 °C de depolamada pigment stabilitesi incelenmiştir. Çiğ havuç püresi dondurarak kurutulmuş karotenoid tozu elde etmek için kullanılmıştır. Değişik karotenoidler HPLC (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi) de DAD (Fotodiyot dedektörü) ile analiz edilmiştir. Sonuçlar; depolama sıcaklığı ve aydınlatma süresi arttıkça  $\alpha$ -karoten,  $\beta$ -karoten ve luteinin formlarının azaldığını göstermiştir. Ayrıca tozların depolama süre ve sıcaklığı arttıkça L ve b değerlerinin azaldığı görülmüştür. Buna karşın a değerindeki azalmalar önemsiz görülmüştür.

Ceballos vd. [36] tarafından dondurarak kurutulmuş Graviola meyve püresinin kalite özellikleri üzerine dondurma oranının etkisi incelenmiştir. Maltodekstrinle işlenmiş dondurarak kurutulmuş örneklerin nem içeriği, nem çekme düzeyi ve renk özellikleri araştırılmıştır. Altı saat sürekli kurutma sonunda örneklerin nem içeriğinin % 8.68-13.09 aralığına düştüğü görülmüştür. Dondurma oranı nem çekme süresini etkilemiştir. Maltodekstrin eklenmeyen örneklerde renk daha açık olmuştur.

Jakubezyk vd. [37] tarafından yapılan çalışmada elma püresi tozunun nem çekme özellikleri ve camsı geçiş sıcaklıkları belirlenmiştir. Burada farklı kurutma metotlarının elma püresi tozunun camsı geçiş sıcaklığı ve nem çekme özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Elma püresi % 2.5 oranında yumurta albümini ve % 0.5 metil selüloz ile köpük haline getirilmiş ve kurutulmuştur. Diğer taraftan püre dondurarak kurutulmuştur. Bu aşamada elma püresinin bir kısmı maltodekstrin katılmadan dondurarak kurutulmuş, bir kısmı da içerisine % 6 ve % 15 oranında maltodekstrin katılarak dondurarak kurutulmuştur. Nem dengesi, su aktivite alanı 0-0.903 olan statik desikatör metoduyla belirlenmiştir. Camsı geçiş sıcaklığı DSC analizi ile belirlenmiştir. Sonuçta kurutma metodunun nem çekme özellikleri ve camsı geçiş sıcaklıkları üzerine etkisinin olmadığı görülmüştür. Elma pürelerinde eklenen maltodekstrin miktarına bağlı olarak camsı geçiş sıcaklıklarının 10-30 °C arttığı görülmüştür. Maltodekstrin ilavesinin tozların higroskopisitesini önemli düzeyde azalttığı görülmüştür.

Mrad vd. [38] tarafından kayısındaki şeker içeriğinin su sorpsiyon izotermi ve camsı geçiş sıcaklığı üzerine etkisi araştırılmıştır. Taze kayısı ve 30 °C de % 70 osmotik işleminden geçirilmiş örneklerin 30, 45 ve 60 °C de sorpsiyon izotermi belirlenmiştir. Çeşitli su aktivite değerleri ile dengeye getirilmiş örneklerin camsı geçiş sıcaklığı DSC analizi ile belirlenmiştir. Su aktivitesindeki artışın camsı geçiş sıcaklığını azalttığı görülmüştür.

Mosquera vd. [39] tarafından dondurarak kurutulmuş Boroyo tozlarının stabilitesi üzerine maltodekstrinin etkisi araştırılmıştır. Farklı iki maltodekstrin kullanılarak dondurarak kurutulmuş örnekler elde edilmiştir. Sonuçta elde edilen örneklerin su içeriği ile camsı geçiş sıcaklığı arasındaki ilişki ve adsorpsiyon izotermi belirlenmiştir. Maltodekstrinler eklendiğinde oda sıcaklığında depolama süresince camsı bölgenin su içeriğinin 5.9 g dan 8.5-9.1 g su / 100 g ürüne çıktığı

görülmüştür. Kritik su aktivitesi değeri ise 0.285 den 0.504-0.510 aralığına yükselmiştir.

Silva vd. [40] tarafından maltodekstrin eklenerek ve maltodekstrin eklenmeden dondurarak kurutulmuş camu-camu meyvesinin camsı geçiş sıcaklıkları araştırılmıştır. DE değeri 20 olan maltodekstrin % 30 oranında eklenmiştir. Camsı geçiş sıcaklığı DSC analizi ile belirlenmiştir. Camsı geçiş sıcaklığı doğal püre ve maltodekstrin eklenmiş püre için sırasıyla (-58.8) ve (-40.1) °C olarak ölçülmüştür.

Mosquera vd. [41] tarafından yapılan çalışmada dondurarak kurutulmuş çilek tozunun kritik su aktivitesi ve kritik su içeriğine maltodekstrin ve arap zambının etkisi araştırılmıştır. Maltodekstrin ve arap zambkı eklendiğinde 20 °C de depolama sırasında camsı geçişin orta noktası belirlenmiştir. Bu noktanın 0.094' den 0.237-0.341 aralığına yükseldiği görülmüştür. Kritik su içeriğinde yükselme sadece arap zambkı eklenen örneklerde belirgin olmuştur.

Harnkarnsujarit ve Charoenrein [42] tarafından yapılan çalışmada dondurarak kurutulmuş mango tozunun  $\beta$ -karoten stabilitesi ve şeker kristalizasyonu üzerine su aktivitesinin etkisi araştırılmıştır. Yapılan bu çalışmada çeşitli nisbi buhar basıncı değerlerinde depolamanın ardından dondurarak kurutulmuş mango tozunda  $\beta$ -karotenin depolama stabilitesi ve şeker kristalizasyonu araştırılmıştır. Su aktivite değerinin yükselmesi şeker kristalizasyonunun yükselmesine neden olmuştur.  $\beta$ -karoten kaybı yüksek performanslı sıvı kromatografisi ile belirlenmiştir. Su aktivite değeri 0.43'ün üzerine yükseldiğinde mango tozunun dağılmasından dolayı  $\beta$ -karoten oranı sürekli düşmüştür. Bu çalışma sonunda dondurarak kurutulmuş meyve tozunda  $\beta$ -karoten stabilitesini geliştirecek ve şeker kristalizasyonunu önleyecek depolama için uygun su aktivitesi değeri belirlenmiştir.

Bu tez kapsamında maltodekstrin ilave edilerek dondurarak kurutulmuş kayısı tozunda pH değeri, kitle yoğunluğu, nem miktarı, % çözünebilirlik, renk özellikleri, brix değeri, % higroskopisite, % topaklanma, camsı geçiş sıcaklığı, toplam karotenoid miktarı, antioksidan ve fenolik madde miktarları ve  $\beta$ -karoten düzeyi ve oksidasyon koşullarındaki değişimi belirlenmiştir.



### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Materyal

Bu çalışmada Hacıhaliloğlu çeşidine ait kayısılar hasat olgunluğuna geldiğinde (21.5 Brix olduğunda) Malatya Kayısı Araştırma İstasyonundan alınmış ve laboratuvara getirilerek kullanılıncaya kadar (-18) °C de plastik torbalar içinde muhafaza edilmiştir. Kullanılan tüm kimyasallar Sigma firmasından temin edilmiştir. Bu tez çalışmasında maltodekstrin, potasyum nitrat, metil alkol, BHA, DPPH, trolox, ABTS, potasyum peroksodisülfat, hekzan, askorbik asit, asetonitril, Folin-Ciocaltaue reaktifi, gallik asit, sodyum karbonat, β-karoten ve tetrahidrofuran kullanılmıştır.

Derin dondurucudan çıkarılan kayısılar küçük parçalara bölünmüştür. Üzerine ağırlığının % 20' si kadar destile su eklenerek Waring Blender (Şimşek Laborteknik, Türkiye) cihazında püre haline getirilmiş ve elde edilen püre dörde bölünmüştür. Kullanılan kayısıların kurumadde miktarına göre; % 10, % 20, % 30 maltodekstrin olacak şekilde denemeler yapılmıştır. Denemeler sonucunda optimum miktar 1 g kurumaddeye karşılık 1.5 g MD olarak belirlenmiştir. Bu orana göre MD'ler suda çözülmüş ve kayısı pürelerine eklenmiştir. Kontrol örneği için püreye aynı miktarda su eklenmiştir. Hazırlanan örnekler yüksek devirli blender (IKA, Almanya) kullanılarak 24.000 rpm hızda 2 dk homojenize edilerek alüminyum bir tepsiye 1 cm kalınlığında bir tabaka olacak şekilde dökülmüş ve derin dondurucuda dondurulmuştur. Tamamen donan örnekler kondenser sıcaklığı -50 °C olan dondurarak kurutucu (Armfield, İngiltere) cihazında düşük basınç (5 mmHg) altında 24 saat kurumaya bırakılmıştır. Kurutulan örnekler öğütülerek toz haline getirilmiş ve vakumlu plastik torbalar içerisinde +4°C de muhafaza edilmiştir. Farklı MD'ler kullanılarak hazırlanan örneklerin kodları Çizelge 3.1'de verilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Kullanılan örneklerin adlandırılması

Örnek kodu	Açıklama
K	Kontrol kayısı tozu
MD-1	DE değeri (4-7) arası olan maltodekstrin katılmış kayısı tozu
MD-2	DE değeri (13-17) arası olan maltodekstrin katılmış kayısı tozu
MD-3	DE değeri (16-19) arası olan maltodekstrin katılmış kayısı tozu

## **3.2. Metot**

### **3.2.1. Nem analizi**

Nem tayini için Levent [18] tarafından kullanılan metot modifiye edilerek kullanılmıştır. Yaklaşık 1 g toz sabit tartıma getirilmiş ve daraları alınmış kaplara alınarak sıcaklığı 102 °C ye ayarlanmış fırında (Şimşek Labortechnik, Türkiye) 12 saat süreyle kurutulmuştur. Desikatörde soğutulan kaplar hassas terazide tartılmıştır. Sabit tartıma gelinceye kadar işleme devam edilmiştir. Analizler üç paralel halinde yapılmış ve sonuçlar aşağıda belirtilen formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Nem} : [(M_0 - M_1) / M_0] \times 100$$

$M_0$ : Örneğin başlangıç ağırlığı

$M_1$ : Örneğin kurutma sonrası ağırlığı

### **3.2.2. % Çözünürlük**

% Çözünürlük için Ceballos vd. [36] tarafından uygulanan metot kullanılmıştır. 1 g toz üzerine 100 mL su eklenerek 5 dakika süreyle manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Elde edilen karışım 4500 rpm de 10 dakika santrifüjlenmiş ve süzülmüştür. Elde edilen süzüntüden 25 mL darası alınmış petri kaplarına alınmış ve 102 °C de 12 saat süreyle kurutulmuştur. Desikatörde soğutulan kaplar hassas terazide tartılmıştır. Bu işleme örnekler sabit tartıma gelinceye kadar devam edilmiştir. 25 mL de çözünen miktardan % çözünürlük hesaplanmıştır. Analizler üç paralel halinde yapılmıştır.

### **3.2.3. Renk özellikleri**

Renk özellikleri Levent [18] tarafından kullanılan metotla belirlenmiştir. Renk ölçümü Minolta CR-10 (Osaka, Japonya) marka elektronik göstergeli kolorimetre kullanılarak yapılmıştır. Örnekler düz bir zemine kalın bir tabaka oluşturacak şekilde dökülmüştür. Cihazın sensör kısmı örneğin üzerine bastırılarak L, a, b değerleri okunmuştur. Her okuma öncesi cihazın renk okuma kısmı temizlenmiştir. Okumalar 5 paralelli yapılmış ve sonuçlar ortalama olarak verilmiştir.

#### **3.2.4. pH ölçümü**

pH ölçümü için Ceballos vd. [36] tarafından uygulanan metot kullanılmıştır. Yaklaşık 3 g toz 50 mL su içerisinde çözülmüş elde edilen çözeltilerin pH metre cihazı ile pH değerleri belirlenmiştir. pH değeri okumaları üç paralelli olacak şekilde yapılmıştır.

#### **3.2.5. Kitle yoğunluğu**

50 mL'lik mezür içerisine 10 g toz tartılarak kapladığı hacim okunmuştur. Buradan 1 g tozun kapladığı hacim hesaplanmıştır. Tartım ve okumalar üç paralelli yapılmıştır.

#### **3.2.6. Suda çözünür kuru madde miktarı**

1 g kayısı tozu üzerine 25 mL su eklenmiştir. Yaklaşık 5 dakika süreyle manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. 4500 rpmde 10 dakika süreyle santrifüjlenmiş ve Whatman no:1 filtre kağıdından süzölmüştür. Süzöntünün refraktometre'de brix değeri okunarak 1 g tozun brix değeri hesaplanmıştır.

#### **3.2.7. Nem çekicilik (Higroskopisite)**

Bu analiz için Jaya vd. [30] tarafından uygulanan metot kullanılmıştır. Darası alınmış petri kaplarına yaklaşık 5 g örnek konulmuş ve toplam ağırlık belirlenmiştir. Doygun potasyum nitrat çözeltisi hazırlanmış ve geniş bir yüzey alanı oluşturmak için aliminyum bir tepsi içerisine alınmıştır. 10 litre hacimli kapağı sızdırmaz olarak kapanabilen cam bir fanus içerisine hazırlanan potasyum nitrat çözeltisi yerleştirilmiş ve üzerine bir ızgara konularak ızgara üzerine örnek petrileri konulmuştur. Bu düzenekte kapalı bir kap içerisinde yüksek nemli bir atmosfer oluşturulmuştur. Belli aralıklarla alınan örneklerin ağırlığı hassas terazide okunmuş ve ard arda ölçölen 3 ölçümde ağırlığın değişmediği zamana kadar işleme devam edilmiştir. Örneklerin tuttuğu nem miktarı % olarak belirlenmiştir. Analiz üç paralel olacak şekilde yapılmıştır.

### **3.2.8. Topaklanma düzeyinin belirlenmesi**

Deneyin hazırlık aşamaları bölüm 3.2.7’de anlatıldığı gibi yapılmıştır. Tozlar neme doymuş atmosferde 1.5 saat süreyle bekletilmiştir. 425 mikron gözenek çaplı analitik eleğin darası ve elek altının darası alınmış ve örnekler elek üzerine alınarak 1 dakika süreyle elenmiştir. Daha sonra örneklerin elek altı ve elek üstü miktarları belirlenerek topaklanan miktar % olarak hesaplanmıştır. Analiz üç paralel olacak şekilde yapılmıştır.

### **3.2.9. Camsı geçiş sıcaklığı**

Bu yöntemde örnek ısıtılırken, soğutulurken veya sabit sıcaklıkta tutulurken (izokratik) soğutulan ya da salıverilen enerji miktarı ölçülmektedir. Bu teknikte referans ile örnekteki ısı akışı, sıcaklığa veya zamana bağlı olarak gösterilir [43]. Toz gıdaların akışkanlığı ile ilgili önemli bir parametre olan camsı geçiş sıcaklığı, Sablani vd. [24] tarafından kullanılan metotla belirlenmiştir. Örnekler Ortadoğu Teknik Üniversitesi Termal Analiz Laboratuvarında Diferansiyel Taramalı Kalorimetre yöntemiyle analizlenmiş ve camsı geçiş sıcaklıkları belirlenmiştir. Örneklerden cihazın hücrelerine yaklaşık 5 mg konulmuş ve (-120) °C – (100)°C sıcaklık aralığında analiz edilmiştir.

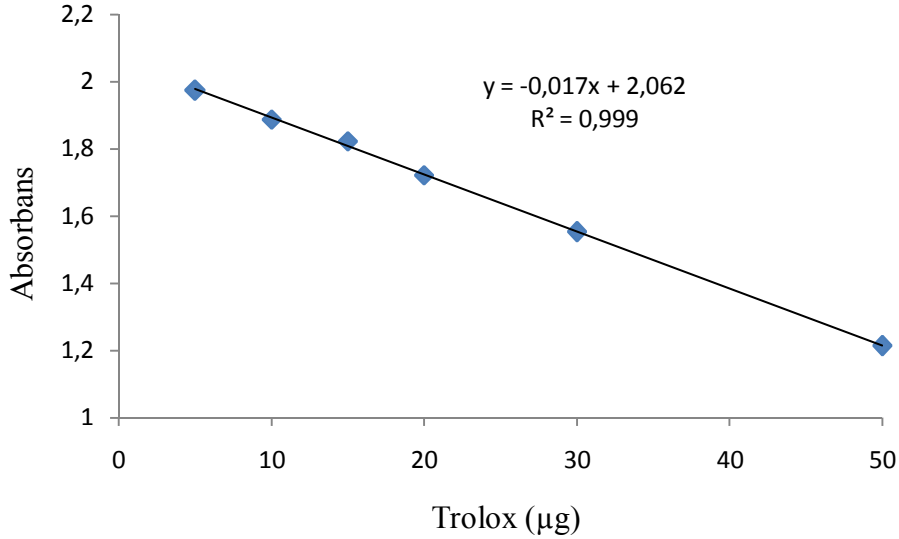
### **3.2.10. SEM görüntüleme**

Bu analiz Tonon vd. [29] tarafından kullanılan yöntemle yapılmıştır. Bu amaçla İnönü Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Merkezinde bulunan SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) cihazı kullanılmıştır. SEM analizi; tungsten bir filament tarafından elektron demeti üretilmesi ve bu elektronların hızlandırılarak örnek üzerine çarptırılması ile örnekten elektron koparılması esasına dayanır. Örnekten kopan bu ikincil elektronlar dedektörler tarafından algılanarak görüntüye dönüştürülür. Kullanılan örnekler eğer yalıtkan ise örnekler analize alınmadan önce altın ve palladyum ile kaplama yapılmaktadır. Kayısı tozlarının analizinde örnekler bir lam üzerine alınarak iletken kaplama yapılmıştır. Daha sonra cihaza alınarak 500-20.000 kat büyütme aralığında büyütülerek görüntüler elde edilmiştir.

### 3.2.11. DPPH yöntemiyle antioksidan kapasite tayini

Örneklerin antioksidan kapasitesi Serpen vd. [44] tarafından kullanılan direkt DPPH testi ile belirlenmiştir. DPPH radikali % 70' lik metil alkol içerisinde çözülmüş ve Whatman no:1 filtre kağıdından süzülerek UV-VIS spektrofotometrede 520 nm' de absorbansı yaklaşık 2.00 olacak şekilde ayarlanmıştır.

Kayısı tozlarından erlenlerin içerisine 0.1 g tartılmış ve üzerlerine 5 mL % 70 lik metil alkol çözeltisi ve 45 mL DPPH çözeltisi eklenmiştir. 2 saat karıştırılmış ve süre sonunda 0.45 µm'lik süzgeçlerden geçirilerek spektrofotometre küvetleri içerisine süzülmüştür. UV-VIS spektrofotometre (Shimadzu) cihazında 520 nm dalga boyunda metanole karşı absorbansı okunmuştur. Aynı işlemler trolox (6- hidroksi-2,5,7,8-tetra metil kroman-2-karboksilik asit) [45] için de yapılarak kalibrasyon grafiği oluşturulmuş ve kayısı tozlarının trolox eşdeğeri antioksidan kapasitesi belirlenmiştir. Şekil 3.1'de DPPH testi için elde edilen trolox kalibrasyon grafiği görülmektedir. Grafikte x eksenini reaksiyon karışımında bulunan µg cinsinden trolox miktarını, y eksenini ise 520 nm dalga boyunda metanole karşı okunan absorbans değerini ifade etmektedir.

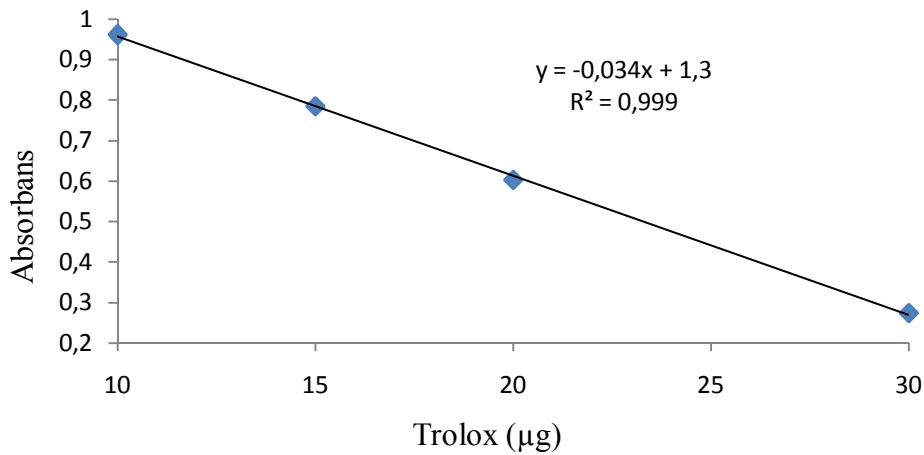


Şekil 3.1. DPPH testi için elde edilen trolox kalibrasyon grafiği

### 3.2.12. ABTS yöntemiyle antioksidan kapasite tayini

Bu analiz için Yang vd. [46] tarafından kullanılan ABTS testi modifiye edilerek uygulanmıştır. Bu amaçla 7 mM ABTS çözeltisi 2.45 mM potasyum peroksidisülfat çözeltisi içinde hazırlanmıştır. Elde edilen çözelti oda sıcaklığında karanlıkta 16 saat bekletilmiştir. Oluşan ABTS radikal kation çözeltisi % 70' lik metil alkol ile seyreltilerek ve Whatman no:1 filtre kağıdından süzülerek UV-VIS spektrofotometrede 734 nm de absorbansı yaklaşık 2.00 olacak şekilde ayarlanmıştır.

Kayısı tozlarından erlenlere 0.1 g tartılmış, üzerlerine 5 mL % 70' lik metil alkol çözeltisi ve 45 mL ABTS çözeltisi eklenmiştir. 20 dakika manyetik karıştırıcıda karıştırılmış ve süre sonunda 0.45 µm'lik süzgeçlerden geçirilerek spektrofotometre kuvvetleri içerisine süzölmüştür. UV-VIS spektrofotometre (Shimadzu) cihazında 734 nm dalga boyunda % 70' lik metanole karşı absorbans okunmuştur. Örneklere paralel olarak aynı işlemler trolox için de uygulanarak kalibrasyon grafiği oluşturulmuş ve kayısı tozlarının trolox eşdeğeri antioksidan kapasitesi belirlenmiştir. Şekil 3.2'de ABTS testi için elde edilen trolox kalibrasyon grafiği görölmektedir. Grafikte x eksenini reaksiyon karışımında bulunan µg cinsinden trolox miktarını, y eksenini ise 734 nm dalga boyunda metanole karşı okunan absorbans değerini ifade etmektedir.



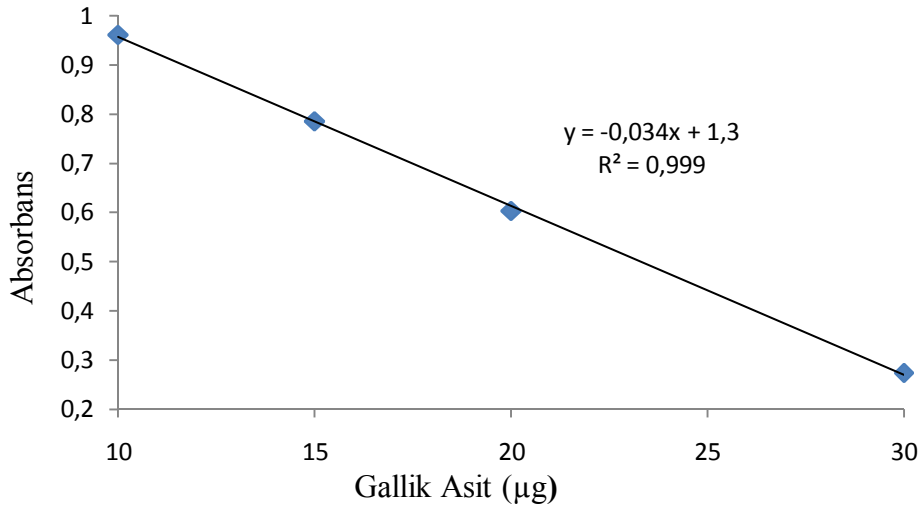
Şekil 3.2. ABTS testi için elde edilen trolox kalibrasyon grafiği

### 3.2.13. Toplam fenolik madde tayini

Örneklerin toplam fenolik madde miktarını belirlemek için Yang vd. [46] tarafından kullanılan metot modifiye edilerek uygulanmıştır.

Kayısı tozlarından erlenlerin içerisine 1 g tartılmış üzerine 30 mL % 70' lik metanol eklenmiş ve manyetik karıştırıcıda 30 dk süreyle karıştırılmıştır. Oluşan süspansiyon Whatman no:1 filtre kağıdından süzümüştür. Bu işlem iki defa tekrarlanmış ve elde edilen süzüntüler birleştirilerek hacmi % 70' lik metanolla 60 mL' ye tamamlanmıştır.

Bu süzüntülerden deney tüplerine 1 er mL alınmış üzerine 1 mL % 10 luk Folin-Ciocaltaue çözeltisi iki dakika sonra da 1 mL % 2' lik sodyum karbonat çözeltisi eklenerek oda sıcaklığında 1 saat bekletilmiştir. Örneklere uygulanan işlemlerin aynısı gallik asitin uygun dilüsyonları için de uygulanmıştır. İnkübasyon sonucu renklenen reaksiyon karışımlarının absorbansı UV-VIS spektrofotometre (Shimadzu) cihazında 750 nm dalga boyunda saf suya karşı okunmuştur. Gallik asit kalibrasyon grafiğinden kayısı tozlarının gallik asit eşdeğeri toplam fenolik madde miktarı belirlenmiştir. Şekil 3.3'de gallik asit için elde edilen kalibrasyon grafiği görülmektedir. Grafikte x eksenini reaksiyon karışımında bulunan µg cinsinden gallik asit miktarını, y eksenini ise 750 nm dalga boyunda okunan absorbans değerini ifade etmektedir.



Şekil 3.3. Gallik asit kalibrasyon grafiği

### 3.2.14. Toplam karotenoid ve $\beta$ -karoten stabilite analizi

Kontrol ve farklı MD'ler kullanılarak hazırlanan kayısı tozlarının hızlandırılmış oksidasyon koşullarındaki  $\beta$ -karoten ve toplam karotenoidlerin kayısı tozu partiküllerinin yüzeyindeki ve bütünündeki (yüzey+enkapsüle) miktar ve stabilitesi belirlenmiştir. Bu amaçla kayısı tozu örnekleri cam deney tüplerine 0.5 g olacak şekilde tartılmış ve ağızları açık bir şekilde 55 °C' ye ayarlanmış etüvde (Şimşek Laborteknik, Türkiye) 20 gün süreyle bekletilmiştir. 0., 5., 10., 15. ve 20. günlerde örnekler alınarak derin dondurucuya konulmuştur. Tozların bütünündeki  $\beta$ -karoten ve toplam karotenoidlerin analizi için tüplerdeki kayısı tozu örnekleri üzerine 10 mM askorbik asit içeren 3 mL destile su eklenerek 1 dakika vortekslenmiştir. Ultrasonik su banyosunda 2 saat bekletilen örneklerin üzerine 10 mM BHA içeren 2 mL hekzan eklenerek tekrar 1 dakika vortekslenmiş ve 2500 rpm de 15 dakika santrifüjlenmiştir. Hekzan fazı bir pipetle alınmış ve aynı işlem 2 defa daha tekrar edilmiştir. Ekstraktlar birleştirilmiş ve toplam hacim hekzanla 6 mL'ye tamamlanarak 0.45 $\mu$ m'lik filtreden tüplere süzölmüştür.

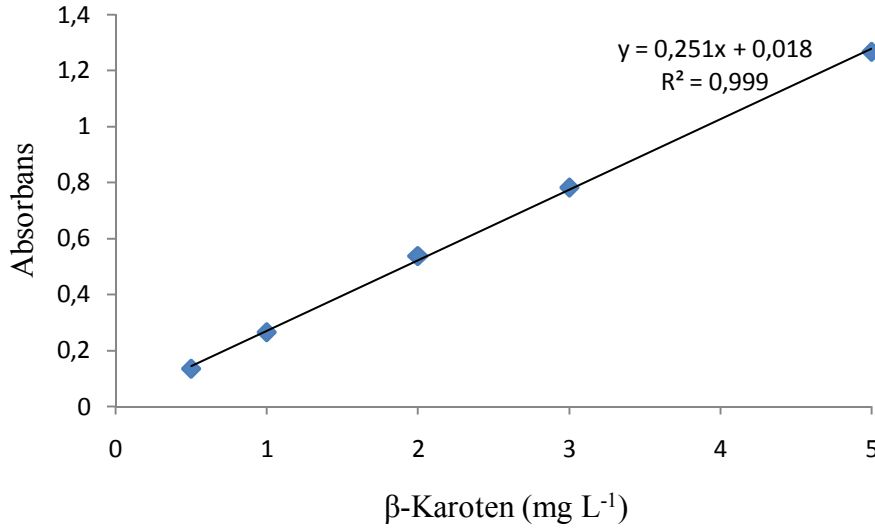
Yüzey karotenoidlerinin ekstraksiyonu için yine 0.5 g kayısı tozu örnekleri bulunan tüplere 4 mL 10 mM BHA içeren hekzan eklenmiş ve 1 dk vortekslenmiştir. 2500 rpm'de 15 dk santrifüjlenmiş ve hekzan fazı alınarak 0.45  $\mu$ m'lik filtreden süzölmüştür.

Her iki yöntemle elde edilen ekstraktlarda toplam karotenoid analizi UV-VIS spektrofotometre kullanılarak 450 nm dalga boyunda  $\beta$ -karoten cinsinden belirlenmiştir. Şekil 3.4'de spektrofotometrik çalışmalar için hekzan içinde çözülen  $\beta$ -karoten için elde edilen kalibrasyon grafiği görölmektedir.

Yine her iki yöntemle elde edilen ekstraktlarda  $\beta$ -karoten analizi HPLC cihazı kullanılarak yapılmıştır. Hekzan ekstraktlarından 1 mL alınarak azot gazı altında hekzan uçurulmuş ve kalan kuru ekstrakt 1 mL asetonitrilde çözümlenerek cihaza enjekte edilmiştir. Çalışmada Shimadzu prominence (Kyoto, Japonya) HPLC sistemi ve PDA dedektör kullanılmıştır. Kromatografik ayırım Inertsil ODS-3 (5  $\mu$ m, 250x4.6 mm) kolon kullanılarak yapılmıştır. Enjeksiyon hacmi 10  $\mu$ L, kolon fırını sıcaklığı 30 °C ve akış hızı 1 mL dk<sup>-1</sup> olarak ayarlanmıştır. Gradient akış 3 solvent (asetonitril (A), 20 mM amonyum asetat içeren metanol (B), ve THF (C) kullanılarak yapılmıştır. Analiz başında mobil faz bileşimi % 85 A, % 15 B iken 25. dakikada % 50 A, % 10 B ve % 40 C olacak şekilde lineer olarak getirilmiştir. 30. dakikaya kadar



mobil faz bileşimi tekrar başlangıç koşullarına döndürülmüştür.  $\beta$ -karoten 450 nm’de dedekte edilmiş ve miktarı dış standart kullanılarak hesaplanmıştır.



**Şekil 3.4.** Spektrofotometrik analiz için elde edilen  $\beta$ -karoten kalibrasyon grafiği

### 3.2.15. İstatistiksel analiz

Tüm analizler en az 3 paralel olarak yapılmış ve sonuçlar ortalama  $\pm$ standart sapma olarak verilmiştir. İstatistiksel değerlendirme “SPSS 16.0 for Windows” paket programıyla gerçekleştirilmiş, farklı kayısı tozları için elde edilen analiz sonuçları arasındaki farkların önem düzeyi “One way ANOVA (Analysis of variances)” testi ve “Duncan” post testiyle belirlenmiştir. Farklı grupların istatistiksel olarak önem düzeyleri a,b,c... şeklinde harflerle gösterilmiştir. Bu harflerin sayısı Duncan testinde oluşan grup sayısına göre belirlenmiştir. Sözelimi, yapılan istatistiksel analiz sonucu 3 farklı grup oluşmuşsa, en yüksek değerlerin görüldüğü gruba “a” harfi, bir düşük gruba “b” ve en düşük sonuçları içeren gruba da “c” harfi verilmiştir. Eğer herhangi bir sonuç aynı anda iki grupta yer almışsa, bu sonuç “ab” “bc” gibi bir harfle işaretlenmiştir. Örnek istatistik tabloları EK 1’de verilmiştir.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Nem Analizi

Toz gıdalarda nem deęerinin dűőuk olması istenmektedir. Dűőuk nem ięerięi hem tozun mikrobiyolojik, enzimatik ve kimyasal stabilitesinin artmasını hem de akıcılıęının daha iyi olmasını saęlamaktadır. Nem analizi sonucunda en dűőuk deęerlerin MD-1 őrneęinde olduęu gőrűlműőtűr ( $P<0.05$ ) (ęizelge 4.1). MD-1 őrneęini sırasıyla MD-2, MD-3 őrnekleri artan nem deęerleri ile izlemiőtir. Nem deęeri en yűksek olan őrneęin kontrol őrneęi olduęu belirlenmiőtir. Bunun temel nedeni, kontrol őrneęinin bileőtiminde aęırlıklı olarak glukoz, fruktoz ve sakkaroz gibi molekűl aęırlıęı nispeten dűőuk olan Őekerlerin bulunmasıdır. Yine MD-2 ve MD-3 őrneklerinde dűőuk molekűl aęırlıklı niőtasta paręalanma űrűnlerinin miktarı da MD-1 őrneęine kıyasla daha fazladır. Bu dűőuk molekűllű Őekerler daha higroskopik olduklarından dolayı daha fazla nem hapsetmektedir [29]. Benzer olarak Ceballos vd. [36] tarafından Graviola meyvesi űzerinde yapılan ęalıőtmada % 18 maltodekstrin ięeren őrneklerin maltodekstrin ięermeyenlere gűre daha dűőuk nem ięerięine sahip olduęu belirlenmiőtir. Baőtka bir araőtırmada Mosquera vd. [39] tarafından dondurarak kurutulmuőt Boroyo tozu űzerinde ęalıőtılmıőtir. Burada maltodekstrinle elde edilen tozlarda nem ięerięinin daha dűőuk olduęu tespit edilmiőtir. Tonon vd. [29] tarafından Asai űzűmű űzerinde yapılan ęalıőtmada, DE deęeri 10 ve 20 olan maltodekstrinlerle űretilen tozlardan 20 DE deęerine sahip maltodekstrinle űretilen őrneęin daha yűksek nem ięerięine sahip olduęu belirlenmiőtir.

**Çizelge 4.1.** Kayısı tozu örneklerinin nem, çözünübilirlik, pH, kitle yoğunluğu ve briks değerleri\*

<b>Örnek</b>	<b>% Nem</b>	<b>% Çözünübilirlik</b>	<b>pH</b>	<b>Kitle Yoğunluğu</b>	<b>Briks</b>
K	8.87 ±0.41a	85.42 ±0.34 c	4.82 ±0.01 a	3.28 ±0.02 a	68.75 ±0.01 a
MD-1	4.19 ±0.02 c	95.15 ±0.87 a	4.76 ±0.01 b	2.63 ±0.07 b	62.50 ±0.01 b
MD-2	5.37 ±0.55 b	93.96 ±0.22 b	4.76 ±0.02 b	2.05 ±0.00 c	62.50 ±0.01 b
MD-3	5.67 ±0.20 b	94.56±0.28 ab	4.76 ±0.00 b	1.65 ±0.00 d	68.75 ±0.01 a

\*Her bir değer, üç paralelden elde edilen sonuçların ortalama ± standart sapmasını göstermektedir.

Farklı harfler, farklı kayısı tozu örnekleri için elde edilen sonuçların ANOVA testi (SPSS) ile belirlenen istatistiksel gruplarını göstermektedir ( $P<0.05$ )

#### 4.2. Çözünürlük

Meyve tozları çoğunlukla yarı mamul olarak kullanılmakta ve kullanılmadan önce genellikle su ile rehidre edilmektedir. Bundan dolayı meyve tozlarının suda çözünme yeteneği önemli bir kriterdir. Çözünürlük tayini sonucunda en yüksek değerlerin MD-1 kodlu örnekten elde edildiği görülmüştür ( $P<0.05$ ) (Çizelge 4.1). Daha sonra sırasıyla MD-3 ve MD-2 kodlu örneklerin daha yüksek çözünürlük değerine sahip olduğu görülmüştür. Çözünürlük düzeyi en düşük olan örneğin kontrol örneği olduğu belirlenmiştir. MD eklenmiş örneklerde toplam ağırlığın yarıdan fazlasının MD olduğu düşünülürse bu sonucun normal olduğu kabul edilebilir. Ancak MD'nin suda çözünürlüğü kayısının doğal şekerlerinden daha düşük olduğu için MD eklenmiş örneklerdeki çözünürlük artışı sınırlı düzeyde gerçekleşmiştir. Tonon vd. [29] tarafından Asai üzümü üzerinde yapılan çalışmada maltodekstrin içeren örneklerin maltodekstrin içermeyenlere göre daha yüksek çözünürlüğe sahip olduğu belirlenmiştir.

#### 4.3. pH

Kayısı tozlarında yapılan pH analizleri sonucunda kontrol örneğinin pH değerinin, MD eklenmiş örneklere kıyasla istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı olduğu görülmüştür ( $P<0.05$ )(Çizelge 4.1). MD çeşidinin pH üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Ceballos vd. [36] tarafından Graviola meyvesi üzerinde yapılan çalışmada % 18 maltodekstrin içeren örneklerin maltodekstrin içermeyenlere göre yüksek pH değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Akın vd. [14] tarafından Malatya bölgesine ait kayısı çeşitleri üzerine yapılan çalışmada kayısı çeşitlerinde sitrik asit, malik asit ve askorbik asit bulunduğu tespit edilmiştir.

#### 4.4. Kitle Yoğunluğu

Kitle yoğunluğu toz gıdalar için önemli bir kalite kriteridir. Kitle yoğunluğu partiküllerin gözenekli yapısının artmasıyla artan ve partikül büyüklüğünün azalmasıyla azalan bir parametredir. Kayısı tozları içerisinde en düşük kitle yoğunluğuna sahip olan örneğin MD-3 olduğu, bunu sırasıyla MD-2 ve MD-1 örneklerinin izlediği belirlenmiştir. Kontrol örneğinin ise kitle yoğunluğu en yüksek olan örnek olduğu görülmüştür (Çizelge 4.1).

Burada MD'in dokuda gözenekli bir yapı oluşumuna katkıda bulunduğu ve bundan dolayı kitle yoğunluğunu azalttığı düşünülmektedir. Nitekim, Sablani vd. [24] tarafından yapılan çalışmada da DE değeri 6 olan MD eklendiğinde, hurma tozunun kontrol örneğine göre daha düşük kitle yoğunluğu değerleri gösterdiği bildirilmiştir. Başka bir çalışmada Fazaeli vd. [47] tarafından DE değeri 6, 9 ve 20 olan maltodekstrinler kullanılarak karadut suyu tozu elde edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan maltodekstrinin DE değeri arttıkça kitle yoğunluğunun arttığı görülmüştür. Freitas vd. [48] tarafından yapılan çalışmada DE değeri 10 ve 20 olan maltodekstrinler kullanılarak sprey kurutma metoduyla Asai üzümü suyundan toz elde edilmiştir. Yine bu çalışmada da, kullanılan maltodekstrinin DE değeri arttıkça kitle yoğunluğunun arttığı görülmüştür.

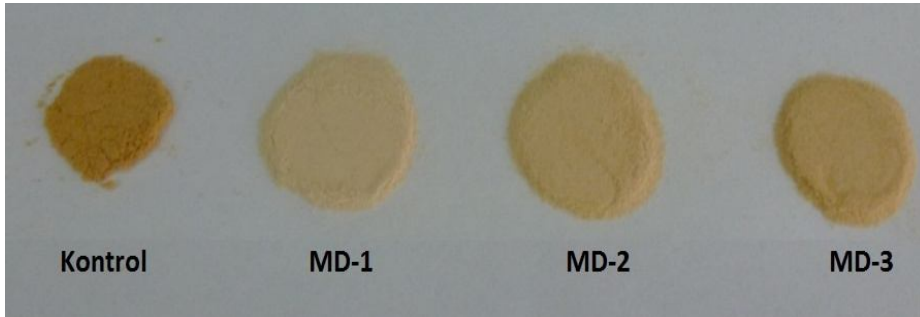
#### **4.5. Briks Değerleri**

Kayısı tozlarından MD-1 ve MD-2 örneklerinde briks değeri, kontrol örneğine göre daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.1). Ancak MD-3 örneğinin briks değeri kontrol örneği ile aynı düzeyde ölçülmüştür. Bunun sebebi MD-3 örneğini hazırlamak için kullanılan MD'nin DE değerinin daha yüksek olması dolayısıyla da suda çözünebilir fraksiyonlarının MD-1 ve MD-2 için kullanılan MD'lerden daha yüksek olmasıdır. MD; nişastanın kısmi hidrolizi yoluyla elde edilen ve farklı uzunluklardaki glukoz oligomer ve polimerlerinden oluşan bir karışımdır. DE değeri yüksek olan MD'de daha fazla serbest glukoz, maltoz ve maltotrioz vardır. Bu monomer ve kısa zincirli oligomerlerin sudaki çözünürlükleri uzun zincirli glukoz oligomerlerine kıyasla daha yüksektir.

#### **4.6. Renk Özellikleri**

Renk birçok gıda için bir kalite kriteridir ve tüketici beğenisi açısından ciddi bir önem taşır. Renk analizi ile belirlenen parametrelerden L: beyaz/siyah, a: kırmızı/yeşil ve b: mavi/sarı arasındaki dengeyi üç boyutlu bir koordinasyon grafiğinde inceler [49]. Kayısı tozu örneklerinin L değerinin; MD-1 örneğinde en yüksek olduğu, a ve b değerlerinin ise kontrol örneğinde en yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 4.2). Maltodekstrin beyaz renkli bir madde olduğu için kayısı tozunun karakteristik sarı-turuncu rengini açması doğaldır ve bunun sonucu olarak da

L değerleri artmıştır. a değerinin negatif olması yeşil pozitif olması ise kırmızılıktan kaynaklanmaktadır. MD ilavesiyle seyreden kayısı tozunda karotenoidlerden kaynaklanan kırmızı turuncu renk azalacaktır. Bundan dolayı da a değeri MD eklenmiş kayısı tozlarında azalmış ancak renk tüm örneklerde yeşilden uzak olduğu için pozitif olarak gerçekleşmiştir (izelge 4.2). Benzer bir durum b değerleri için de söz konusudur ve sarı renk yoğunluğu azaldığı için b değerleri MD eklenmiş örneklerde azalmış ama kuvvetli pozitif olarak kalmıştır (izelge 4.2). Sablani vd. [24] tarafından hurma tozu üzerinde yapılan çalışmada DE değeri 6 olan maltodekstrin eklendiğinde tozun L değerlerinin arttığı, a değerlerinin azaldığı grlmştir. Bunun yanında Abadio vd. [50] tarafından ananas suyu tozu üzerine yapılan çalışmada DE değeri 10 olan maltodekstrin eklenen tozlarda L, a, b, değerlerinin nn de düşüş gösterdiği belirlenmiştir. Caparino vd. [26] tarafından yapılan çalışmada mango tozunun fiziksel özellikleri üzerine kurutma metodunun etkisi araştırılmış, sonuçta RW metoduyla üretilen tozlarda L ve b değerlerinin en yüksek, dondurarak kurutma metoduyla elde edilen tozlarda a değerinin en yüksek olduğu grlmştir.



**şekil 4.1.** rnek Görüntüleri

şekil 4.1'de örnek görüntüleri verilmektedir. Burada kontrol örneğinin kayısının karotenoidlerinden kaynaklanan karakteristik sarı rengi taşıdığı, maltodekstrin eklenen örnekler arasında MD-1 kodlu rneğin MD-2 ve MD-3'e kıyasla beyaza daha yakın olduğu grlmektedir. Bu durumda MD-1 kodlu örnekte kullanılan maltodekstrinin karotenoidleri daha kapsüle ettiği ve bundan dolayı rengin beyaza daha yakın olduğu söylenebilir.

**Çizelge 4.2.** Kayısı tozu örneklerinin L, a, b renk koordinasyon değerleri\*

Örnek	L	a	b
K	66.7 ±0.07d	8.6±0.08a	29.2±0.08a
MD-1	80.7 ±0.14a	2.2 ±0.08d	21.7 ±0.13d
MD-2	77.3 ±0.10b	4.0 ±0.05c	24.0 ±0.10c
MD-3	75.1 ±0.13c	5.3±0.00b	26.1 ±0.15b

\*Her bir değer, üç paralelden elde edilen sonuçların ortalama ± standart sapmasını göstermektedir. Farklı harfler, farklı kayısı tozu örnekleri için elde edilen sonuçların ANOVA testi (SPSS) ile belirlenen istatistiksel gruplarını göstermektedir ( $P < 0.05$ ).

#### 4.7. % Higroskopisite ve Topaklanma

Deneysel çalışmalar sonucunda kayısı tozu örneklerinden en yüksek higroskopisite değerlerini kontrol örneğinin gösterdiği anlaşılmıştır. Bunu sırasıyla MD-2, MD-3 ve MD-1 izlemiştir (Çizelge 4.3). Aynı sıralamanın topaklanma eğilimi için de geçerli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Dolayısıyla akıcılık ve toz formunu koruma anlamında en iyi sonuçları MD-1 örneği göstermiştir. Higroskopisite doğrudan şeker bileşimi ile ilgili bir husustur ve kontrol örneğindeki yüksek mono ve disakkarit miktarından dolayı hızla nem alıp topaklanması kaçınılmazdır. MD ilavesi ile higroskopisite azalmış özellikle kısa zincirli glukoz oligomerlerinin düşük düzeyde bulunduğu MD-1 örneğinde minimum higroskopisite ve topaklanma gözlenmiştir. Bu bulguyu destekler nitelikte Tonon vd. [29] tarafından Asai üzümü üzerinde yapılan çalışmada maltodekstrin içeren örneklerin maltodekstrin içermeyenlere göre daha düşük higroskopisiteye sahip olduğu belirlenmiştir. Yine bu çalışmada maltodekstrinin DE değeri düşüğe higroskopisitenin de düştüğü rapor edilmiştir. Jaya vd. [30] tarafından vakum altında kurutulmuş mango tozu üretiminde 1 kg mango katısına karşılık 0.55 kg maltodekstrin katıldığında en düşük higroskopisite değerinin elde edildiği görülmüştür. Sablani vd. [24] tarafından hurma tozu üzerine yapılan çalışmada tozlara maltodekstrin eklendiğinde higroskopisitenin düştüğü belirlenmiştir.

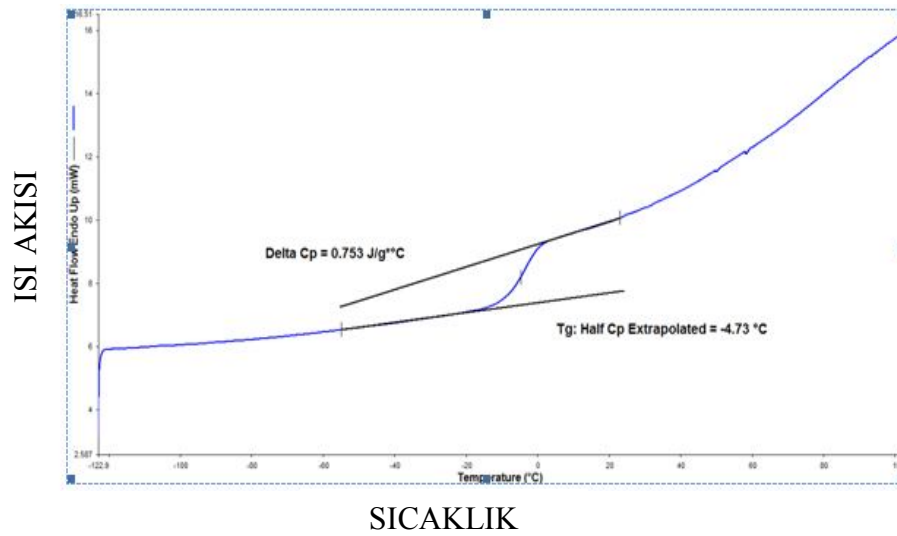
**Çizelge 4.3.** Kayısı tozu örneklerinin higroskopisite ve topaklanma değerleri\*

Örnek	% Higroskopisite	% Topaklanma
K	64.1 ±0.14a	40.0±0.35a
MD-1	41.1 ±0.70d	11.6 ±0.21d
MD-2	46.3 ±0.35b	29.4 ±0.70b
MD-3	43.7 ±0.42c	17.3 ±0.85c

\*Her bir değer, üç paralelden elde edilen sonuçların ortalama ± standart sapmasını göstermektedir. Farklı harfler, farklı kayısı tozu örnekleri için elde edilen sonuçların ANOVA testi (SPSS) ile belirlenen istatistiksel gruplarını göstermektedir ( $P < 0.05$ ).

#### 4.8. Camsı Geçiş Sıcaklığı

DSC ile yapılan camsı geçiş sıcaklığı analizinde örnek içindeki bileşiklerin viskoz özellikler kazandığı sıcaklık noktası, ısı geçişlerinde görülen bir kırılma noktası ile tespit edilmektedir. Nitekim viskoz duruma geçiş, hal değişimleri gibi endotermik bir reaksiyondur ve DSC ile tespit edilebilmektedir. Şekil 4.2’de örnek bir DSC termogramı verilmiştir. Kırılma bölgesinin orta noktasının x eksenindeki izdüşümü camsı geçiş sıcaklığını vermektedir ve bu değer kontrol örneği için -4.74 °C ’dir (Çizelge 4.4). MD ilavesiyle camsı geçiş sıcaklığı oldukça artmış ve yüksekten düşüğe doğru MD-1>MD-2>MD-3 olarak gerçekleşmiştir.



**Şekil 4.2.** Kontrol örneği için kaydedilen DSC termogramı



**Çizelge 4.4.** Kayısı tozu örneklerinin camsı geçiş sıcaklıkları\*

Örnek	Camsı geçiş sıcaklığı (T <sub>g</sub> )
K	- 4.74 ±0.01d
MD-1	89.33 ±0.02a
MD-2	79.62 ±0.03b
MD-3	79.08 ±0.02c

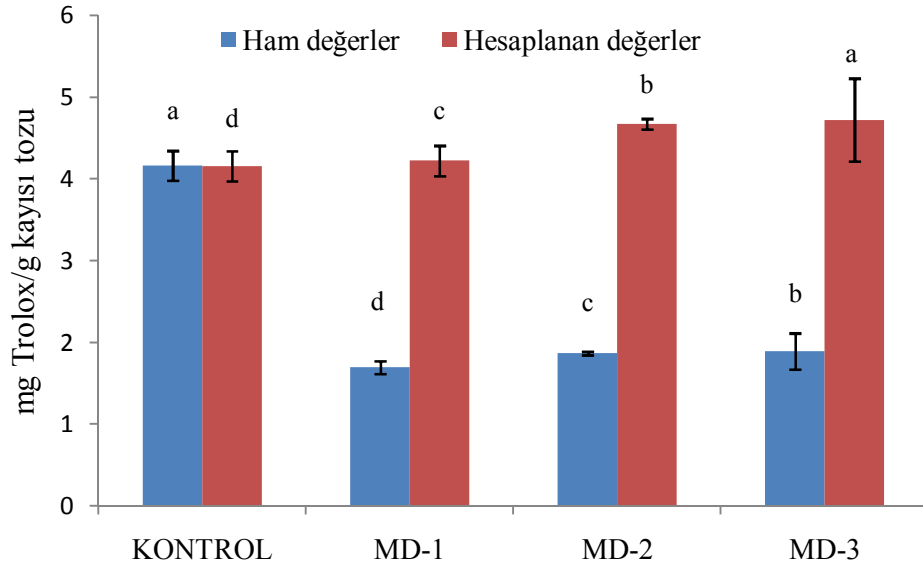
\*Her bir değer, üç paralelden elde edilen sonuçların ortalama ± standart sapmasını göstermektedir. Farklı harfler, farklı kayısı tozu örnekleri için elde edilen sonuçların ANOVA testi (SPSS) ile belirlenen istatistiksel gruplarını göstermektedir ( $P < 0.05$ ).

MD-1 örneğinde MD-2 ve MD-3 örneklerine kıyasla kısa zincirli oligomerler daha azdır. Bundan dolayı MD-1 örneğinde camsı geçiş sıcaklığı diğer örneklerle göre daha yüksek ölçülmüştür. Benzer olarak Jakubezyk vd. [37] tarafından yapılan çalışmada elma pürelerine maltodekstrin eklenmesinin camsı geçiş sıcaklığını 10-30 °C artırdığı görülmüştür. Ayrıca Wang ve Zhou [51] tarafından sprey kurutulmuş soya sosu tozu üzerine yapılan çalışmada tozlara aynı oranda katılan maltodekstrinlerin DE değeri arttıkça tozun camsı geçiş sıcaklığının düştüğü görülmüştür. Sablani vd. [24] tarafından hurma tozu üzerine yapılan çalışmada kullanılan maltodekstrin oranı arttıkça örneklerin camsı geçiş sıcaklığının arttığı görülmüştür.

#### 4.9. Antioksidan Kapasite

Meyveler içerdikleri fenolik maddeler, karotenoidler, C vitamini gibi fitokimyasallardan dolayı önemli antioksidan kaynaklarıdır. İşlenmiş gıdalarda proses koşullarından dolayı bu antioksidanların miktarında genellikle azalmalar görülmektedir. Gıda maddelerinin toplam antioksidan kapasitesi bu antioksidanların miktarı hakkında bilgi vermesi bakımından önemlidir.

DPPH sentetik radikal testi antioksidan kapasite ölçümlerinde oldukça yaygın kullanılan bir yöntemdir. DPPH radikali 520 nm civarında maksimum absorbans yaparken ortamda antioksidan bulunmasıyla radikal sönmelenmekte ve bu dalga boyundaki absorbans değeri antioksidanın miktar ve gücüne bağlı olarak azalmaktadır.

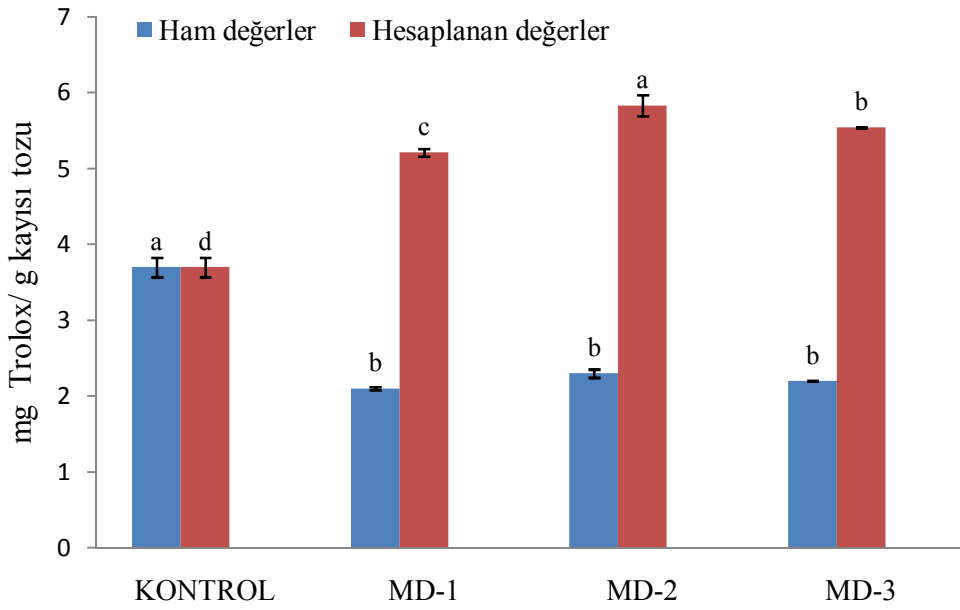


**Şekil 4.3.** Kayısı tozu örneklerinin DPPH yöntemine göre belirlenen antioksidan kapasitesi (Her bir değer, üç paralelden elde edilen sonuçların ortalama  $\pm$  standart sapmasını göstermektedir. Farklı harfler, farklı kayısı tozu örnekleri için elde edilen sonuçların ANOVA testi (SPSS) ile belirlenen istatistiksel gruplarını göstermektedir) ( $P < 0.05$ ).

Şekil 4.3’de farklı kayısı tozlarının DPPH radikal sönmülendirme düzeyleri görülmektedir. Şekilde görülen “hesaplanmış değerler” kayısı tozlarındaki MD yüzdesi hesaba katılarak (% 60) ham değerlerin düzeltme faktörüyle (2.5) çarpımıyla elde edilmiş değerlerdir. MD eklenen örneklerin antioksidan kapasitesinin göreceli olarak arttığı ancak ham değerler açısından MD eklenen örneklerin düşük kapasiteye sahip olduğu görülmektedir. Burada MD’in, kayısı dokusunun daha gözenekli bir yapı kazanmasını sağladığı düşünülmektedir. Bundan dolayı kayısıdaki antioksidan gruplarla radikal moleküllerinin daha iyi temas edebilmesi sağlanmıştır. Buradaki göreceli artışın bundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Tonon vd. [29] tarafından Asai üzümü üzerinde yapılan çalışmada maltodekstrin içeren örneklerin maltodekstrin içermeyenlere göre daha düşük antioksidan kapasiteye sahip olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç bu çalışmada elde edilen ham sonuçlarla uyumludur. Ancak MD’nin antioksidan içermeyen inert bir madde olduğu dikkate alındığında, hesaplanan antioksidan kapasite artışının da önemli olduğu görülmektedir. Bu göreceli artışın bir diğer nedeni de bu yöntemin sadece antioksidanlar için değil, ortamda indirgen özellik gösteren tüm maddeler için sinyal veren bir yöntem

olmasıdır. MD üzerindeki hidroksil gruplarının indirgenme gücü bu etkiyi sağlayabilir.

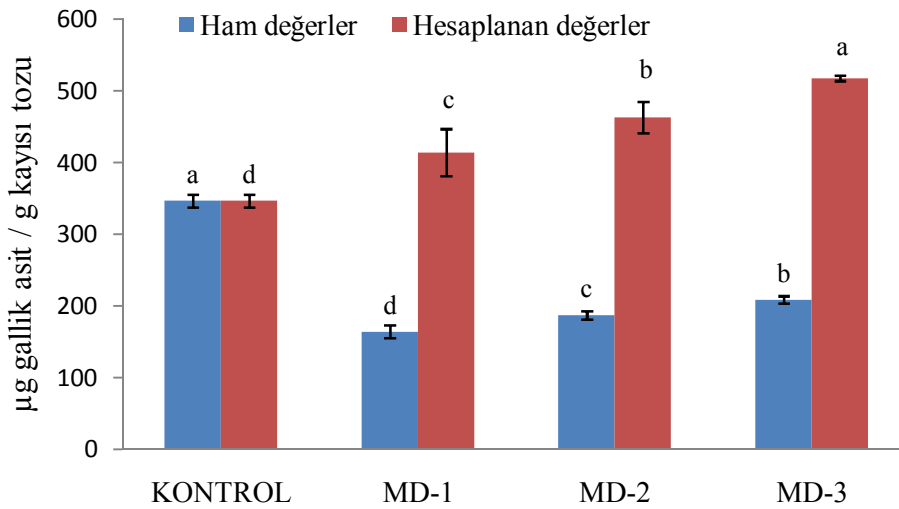
ABTS sentetik radikal katyonuyla yapılan çalışmada da DPPH yöntemine benzer sonuçlar gözlenmiştir. Farklı olarak burada DPPH yöntemine göre daha belirgin bir artış görülmüştür. Kontrol örneği için ortalama 3.7 mg trolox/g kayısı tozu düzeyinde bir aktivite gözlenirken MD-2 için 5.83 gibi bir değer elde edilmiştir (Şekil 4.4).



**Şekil 4.4.** Kayısı tozu örneklerinin ABTS yöntemine göre belirlenen antioksidan kapasitesi (Her bir değer, üç paralelden elde edilen sonuçların ortalama  $\pm$  standart sapmasını göstermektedir. Farklı harfler, farklı kayısı tozu örnekleri için elde edilen sonuçların ANOVA testi (SPSS) ile belirlenen istatistiksel gruplarını göstermektedir) ( $P < 0.05$ ).

#### 4.10. Toplam Fenolik Madde Tayini

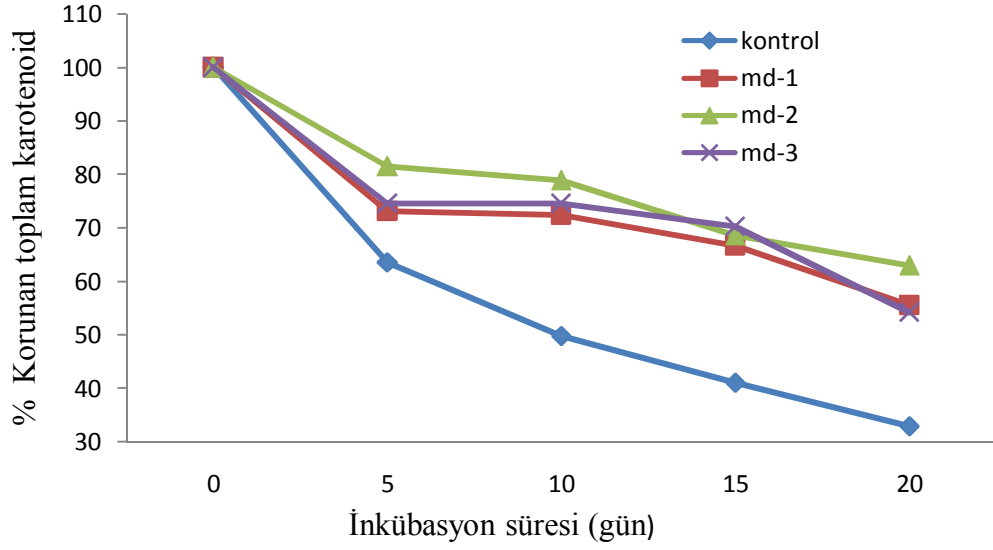
Toplam fenolik madde tayini için elde edilen Şekil 4.5’de görülen “hesaplanan değerler”, “4.9. Antioksidan kapasite” bölümünde olduğu gibi düzeltme faktörüyle hesaplanmıştır. MD eklenerek elde edilmiş örneklerin toplam fenolik madde miktarının kontrol örneğinden daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bunun nedeninin gerçek bir fenolik madde miktarı artışı olmadığı açıktır. Nitekim MD fenolik madde içermeyen karbohidrat yapısında bir maddedir ve toplam fenolik madde miktarına katkı sağlaması söz konusu değildir. Bu göreceli artışın temel nedeni Folin&Ciocalteu metodunun sadece fenolik bileşikler değil ortamda indirgen özellik gösteren tüm maddeler için sinyal veren bir yöntem olmasıdır. Bunun yanında bu analiz ekstraktlarda yapıldığı için, maltodekstrinin fenolik maddelerin daha iyi ekstrakte edilmesini sağlamış olması da muhtemeldir.



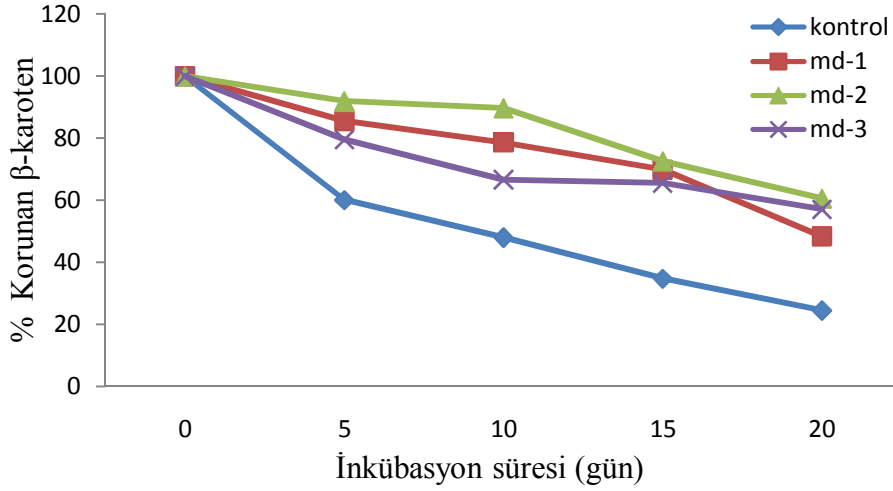
Şekil 4.5. Kayısı tozu örneklerinin toplam fenolik madde miktarı

(Her bir değer, üç paralelden elde edilen sonuçların ortalama  $\pm$  standart sapmasını göstermektedir. Farklı harfler, farklı kayısı tozu örnekleri için elde edilen sonuçların ANOVA testi (SPSS) ile belirlenen istatistiksel gruplarını göstermektedir) ( $p < 0.05$ ).

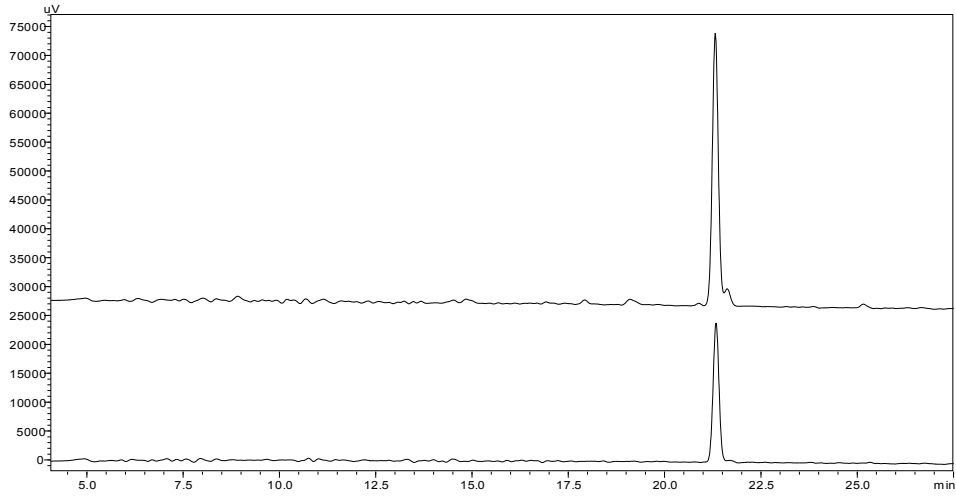
#### 4.11. Karotenoid Stabilitesi



**Şekil 4.6.** Kayısı tozu örneklerinin toplam karotenoid (yüzey+enkapsüle) miktarının hızlandırılmış oksidasyon koşullarında değişimi



**Şekil 4.7.** Kayısı tozu örneklerinde hızlandırılmış oksidasyon koşullarında  $\beta$ -karoten (yüzey+enkapsüle) değişimi miktarının başlangıç düzeyine göre % korunma düzeyi

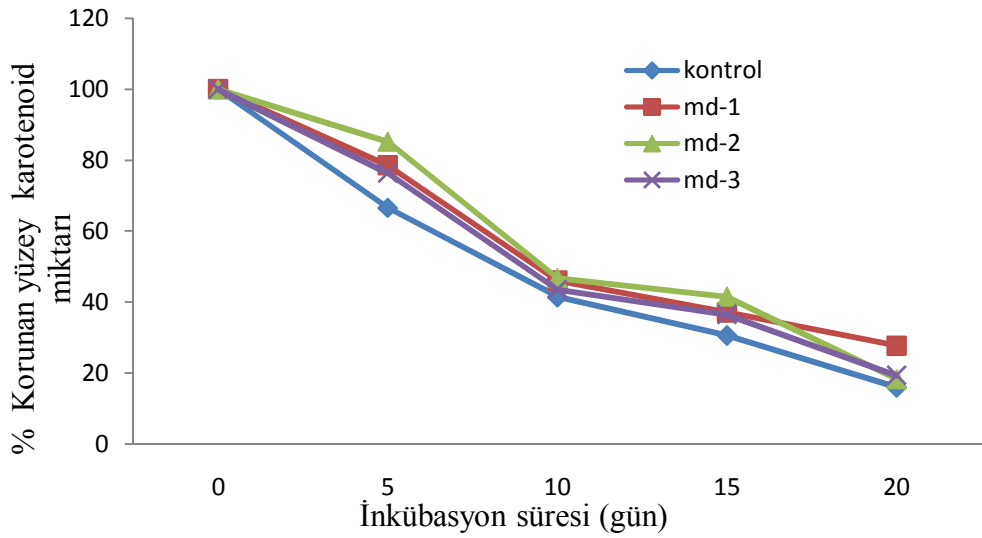


**Şekil 4.8.** Kontrol örneği (üstte) ve 1 mg L<sup>-1</sup> β-karoten standardı (altta) için elde edilen HPLC kromatogramları

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar MD eklenerek üretilen kayısı tozu örneklerinin toplam karotenoid (Şekil 4.6) ve β-karoten stabilitelerinin (Şekil 4.7) kontrol örneğine göre daha yüksek olduğunu göstermiştir. Bunun temel sebebinin, maltodekstrinin karotenoidlerin çevresinde kapsül benzeri yapılar oluşturması, karotenoidleri ısı, ışık ve oksijenin bozucu etkisine karşı koruması olduğu düşünülmektedir. Buna benzer olarak Ferrari vd. [28] tarafından maltodekstrin ve arap zankı ile üretilen püskürterek kurutulmuş böğürtlen tozunun depolanması sırasında antioksidan bileşiklerin stabilitesi belirlenmeye çalışılmıştır. Genelde maltodekstrin içeren örneklerin yüksek stabilite gösterdiği belirlenmiştir. Diğer bir çalışmada Desobry vd. [25] tarafından; β-karoten enkapsülasyonu ve muhafazasında tambur kurutma, püskürterek kurutma ve dondurarak kurutma yöntemleri karşılaştırılmıştır. β-karoten enkapsülasyonu için DE değeri 25 olan maltodekstrin kullanılmıştır. Bu çalışmada 15 haftalık depolama sonunda β-karoten açısından en iyi muhafazanın tambur kurutma ile elde edilen örneklerde olduğu görülmüştür. Dondurarak kurutma ve sprey kurutma karşılaştırıldığında ise dondurarak kurutmanın daha iyi olduğu belirlenmiştir.

Yapılan HPLC analizlerinde kayısı tozu ekstraktlarında yegane karotenoid bileşiğinin β-karoten olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.8). β-karoten'in alıkonma süresinin bu koşullarda 21.3 dk olduğu görülmüştür. β-karoten pikinden hemen sonra gözlenen küçük omuzun β-karoten'in cis formlarına ait olduğu tahmin edilmektedir.

Kayısı tozu örneklerinde ayrıca yüzey karotenoidlerinin de analizi yapılmıştır. Toplam karotenoid ekstraksiyonundan farklı olarak burada tozlara su eklenmemiş dolayısıyla MD tarafından oluşturulmuş olan kapsüllere zarar verilmeden yüzeyde lokalize olmuş karotenoidler hekzan yardımıyla alınmıştır. Şekil 4.9'da görüldüğü gibi yüzey karotenoidlerinin stabilitesi bakımından MD eklenerek elde edilmiş örneklerle kontrol örneği arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. Maltodekstrinin kapsül yapısına girmeyen yüzeyde lokalize olmuş olan karotenoidler tüm örneklerde dış etkenlerle aynı şekilde temas etmiştir. Bundan dolayı yüzey karotenoidlerdeki parçalanma tüm örneklerde birbirine yakın seyretmiştir. 55°C de 20 gün inkübasyon sonucunda tüm örneklerde toplam karotenoid miktarı başlangıç değerlerinin % 20-30'u civarına inmiştir.

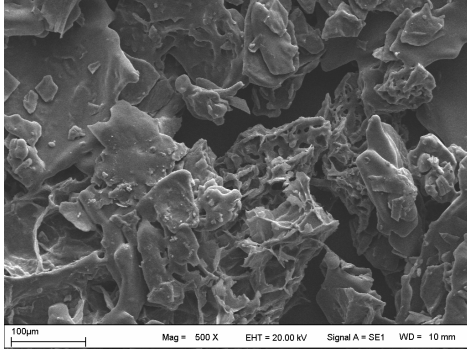


**Şekil 4.9.** Kayısı tozu örneklerinde hızlandırılmış oksidasyon koşullarında yüzey karotenoid miktarının başlangıç düzeyine göre % korunma düzeyi

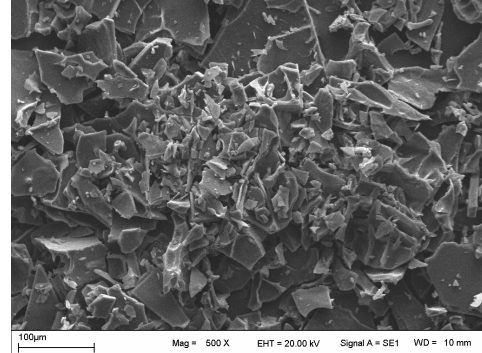
#### 4.12. SEM Görüntüleme

Şekil 4.10.'da kayısı tozu örneklerinin 500 kat büyütülmüş SEM fotoğrafları görülmektedir. Görüntülerden anlaşılacağı üzere MD-1 örneği daha iyi düzeyde parçalanmış ve camsı bir yapı göstermektedir. Parçalanmış yapı MD-2 ve MD-3 örneklerinde sırasıyla daha düşük düzeyde gözlemlenmekte ve yer yer topaklanmış yapılar gözlemlenmektedir. Kontrol örneği ise tüm örnekler içerisinde en fazla agregasyon gözlenen örnek olarak gözlemlenmektedir. Fazaeli vd. [47] tarafından DE değeri 6, 9 ve 20 olan maltodekstrinler kullanılarak karadut suyu tozu elde edilmiştir.

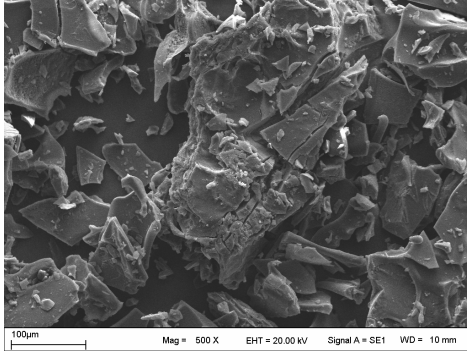
Bu çalışma kapsamında yapılan SEM analizi sonucunda kullanılan maltodekstrinin DE değeri düştükçe tozlarda daha parçalanmış bir yapı gözlemlenmiştir. Caparino vd. [26] tarafından mango tozu üzerine yapılan çalışmada farklı kurutma metotları denemiş sprey kurutma ile elde edilen örneklerin SEM görüntülerinde daha fazla parçalanmış bir yapı görülmüştür. Dondurarak kurutma ile elde edilen örneklerde ise daha gözenekli bir yapı görülmüştür.



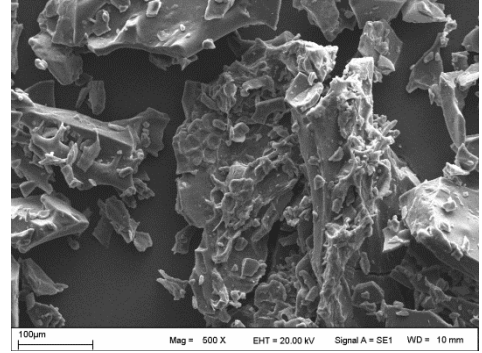
KONTROL



MD-1



MD-2



MD-3

**Şekil 4.10.** Kayısı tozu örneklerinin 500 kat büyütme oranıyla görüntülenen SEM görüntüleri



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez kapsamında kullanılan Hacıhaliloğlu çeşidine ait kayısılar püre haline getirilmiş, DE değerleri farklı olan üç maltodekstrin eklenerek homojenizasyon, dondurma, kurutma, öğütme ve eleme işlemlerine tabi tutulmuştur. Sonuçta kontrol örneği ile birlikte elde edilen dört farklı toz örneğin; % nem, % çözünübilirlik, kitle yoğunluğu, % higroskopisite, topaklanma ve pH değeri gibi özellikleri değerlendirilmiştir.

Bu kriterlerin çoğunda DE değeri 4-7 arası olan maltodekstrin eklenen MD-1 örneğinin en iyi sonuçları verdiği görülmüştür. Bunun yanında örneklerin camsı geçiş sıcaklıkları incelenmiştir. Maltodekstrin eklenen örneklerde camsı geçiş sıcaklığının arttığı görülmüştür. Bu çalışma kapsamında kayısı tozu örneklerinin L, a, b değerleri belirlenmiştir. Sonuçlar kontrol örneğinde a ve b değerlerinin en yüksek olduğunu, L değerinin ise en düşük olduğunu göstermiştir.

Örneklerin antioksidan kapasitesi DPPH ve ABTS yöntemleriyle belirlenmiştir. DPPH ve ABTS yöntemlerinde elde edilen sonuçlarda, maltodekstrin yüzdesi kullanılarak elde edilen hesaplanan değerlere göre kontrol örneğinin en düşük antioksidan kapasiteye sahip olduğu görülmüştür. Benzer şekilde toplam fenolik madde tayininde hesaplanan değere göre kontrol örneğinin en düşük fenolik madde kapasitesine sahip olduğu görülmüştür.

Kayısı tozu örneklerinin hızlandırılmış depolama koşullarında  $\beta$ -karoten ve toplam karotenoid miktarındaki değişimler incelenmiştir. Maltodekstrin eklenen örneklerde depolama sürecinde toplam karotenoid ve  $\beta$ -karotenin daha iyi muhafaza edildiği görülmüştür.

Sonuç olarak maltodekstrin ilavesinin kayısı tozlarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin iyileştirilmesinde ve biyoaktif bileşenlerin muhafazasında olumlu etki yaptığı görülmüştür. İleride yapılacak çalışmalarda farklı taşıyıcı ajanlar veya kurutma metotları kullanılarak kayısı tozları elde edilebilir ve çeşitli özellikleri araştırılabilir.

## 6. KAYNAKLAR

- [1] Volkan Kırmacı. *Dondurarak Kurutma Sistemlerinin Tasarımı, İmalatı ve Performans Deneylerinin Yapılması*, Doktora Tezi, G. Ü. Türkiye, 2008.
- [2] Anonymous.(2008). <http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/gida/moduller/yogurt.pdf> (on-line access on 22 Nisan, 2013).
- [3] Anonymous. (2008). [http://www.askimya.com/maltodekstrin-942\\_tr\\_cd.html](http://www.askimya.com/maltodekstrin-942_tr_cd.html) (on-line access on 22 Nisan, 2013).
- [4] T. Altuğ, *Gıda Katkı Maddeleri*, Sidas Yayınevi, İzmir, 2009.
- [5] H. Doboğlu and I. Çınar, *Liyofilizasyonun Karadut Kurutmadaki Potansiyelinin Belirlenmesi*, **Akademik Gıda**, 10:2 (2012), 40-47.
- [6] G. V. Barbosa and P. Juliano, *Food Powders*, Kluwer Academic, New York, 2005.
- [7] Anonymous. (2003). <http://www.belgeler.com/blg/2qdu/dondurarak-kurutma-1-dev-2003> (on-line access on 20 Nisan, 2013).
- [8] Anonymous.(2007). [http://www.food.hacettepe.edu.tr/turkish/uyeleri/gmu428/meyve\\_ve\\_sebzelerin\\_kurutularak\\_muhafazasi.pdf](http://www.food.hacettepe.edu.tr/turkish/uyeleri/gmu428/meyve_ve_sebzelerin_kurutularak_muhafazasi.pdf) (on-line access on 20 Nisan, 2013).
- [9] Anonymous. (2008). <http://tr.wikipedia.org/wiki/Kayısı> (on-line access on 22 Nisan, 2013).
- [10] Anonymous. (2013). <http://www.fka.gov.tr/ContentDownload/KuruKayısıİhracatHindistanAraştırması33070.pdf> (on-line access on 04 Mart, 2014).
- [11] B. M. Asma, *Kayısı Yetiştiriciliği*, İnönü Üniversitesi, Malatya, (2000), 13- 16.
- [12] S. Bureaua, D. Ruiz, M. Reich, B. Gouble and D. Bertrand, *Application of ATR-FTIR for a Rapid Simultaneous Determination of Sugar and Organic Acids in Apricot Fruit*, **Food Chemistry**, 115 (2009), 1133-1140.
- [13] B.S. Cemeroglu, *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi 1*, Nobel Yayınevi, Ankara, 2011.
- [14] E.B. Akın, I. Karabulut and A.Topcu, *Some compositional properties of main Malatya apricot (Prunus armeniaca L.) varieties*, **Food Chemistry**, 107 (2008), 939-948.
- [15] G.A.F. Hendry and J.D. Houghton, *Natural food colorants, 2nd edition*, Blackie Academic Press, 1996.

- [16] H. S. Erge and F. Karadeniz, *Gıdalardaki Karotenoidlerin Önemi ve Dağılımı*, **Gıda Mühendisleri Odası Dergisi**, 33 (2010), 23-32.
- [17] D. Riga, F. Guillar and F. Richard, *Changes in Carotenoid Content of Apricot (*Prunus Armeniaca* Var *Bergeron*) During Enzymatic Browning  $\beta$ -Carotene Inhibition of Chlorogenic Acid Degredation*, **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 80 (2000), 763-768.
- [18] Okan Levent. *Gün Kurusu Malatya Kayısılarının Naturel Bileşikler İle Raf Ömrünün Uzatılması*, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Türkiye, 2011.
- [19] O. Breast, Cancer Information Exchange Project, 1 st Ed., Toronto, 1994, 123-124.
- [20] Anonymous. (2012). [http://www.food.hacettepe.edu.tr/turkish/ouyeleri/gmu428/bilesenler\\_2\\_fenolikler.pdf](http://www.food.hacettepe.edu.tr/turkish/ouyeleri/gmu428/bilesenler_2_fenolikler.pdf)(on-line access on 18 Nisan, 2013).
- [21] P. Micha, *Physical properties of food powders*, Department of Food Science, Chenoweth Laboratory, University of Massachusetts, USA.
- [22] B.S. Cemeroglu, *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi 2*, Nobel Yayınevi, Ankara, 2011.
- [23] Anonymous.(2008).<http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/kimya/moduller/PolimerKavramlariVeOzellikleri1.pdf> (on-line access on 20 Nisan, 2013).
- [24] S.S. Sablani, A.K. Shrestha and R.B. Bhandari, *A new method of producing date powder granules: Physicochemical characteristics of powder*, **Journal of Food Engineering**, 87 (2008), 416-421.
- [25] S.A. Desobry, M. F. Netto and P. T. Labuza, *Comparison of Spray Drying, Drum Drying and Freeze drying for  $\beta$ -Carotene Encapsulation and Preservation*, **Journal of Food Science**, 6 (1997), 1158-1162.
- [26] O.A. Caparino, J. Tang, C.I. Nindo, S.S. Sablani, J.R. Powers and J.K. Fellman, *Effect of drying methods on the physical properties and microstructures of mango powder*, **Journal of Food Engineering**, 111 (2012), 135-148.
- [27] S. Ghosal, T. N. Indira and S. Bhattacharya, *Agglomeration of a model food powder: Effect of maltodextrin and gum arabic dispersion on flow behavior and compacted mass*, Central Food Technological Research İnstitutue, (2009).
- [28] C.C. Ferrari, S.P. Germer, D.I. Alvim and M.J. Aguire, *Storage stability of Spray Drying Blackberry Powder Produced with Maltodextrin or Gum Arabic*, **Drying Technology**, 31 (2013), 470-478.

- [29] R.V. Tonon, B. Catherina, D. Pallet, P. Bratt and M.D. Hubinger, *Physicochemical and morphological characterisation of açai powder produced with different carrier agents*, **Internotional Journal of Food Science and Technology**, 44 (2009), 1950-1958.
- [30] S. Jaya, H. Das and S. Mani, *Optimization of Maltodextrin and Tricalcium Phospate for Producing Vacuum Dried Mango Powder*, **Internotional Journal of Food Properties**, 9 (2006), 13-24.
- [31] B.R. Bhandari, A. Senoussi, E.D. Demoulin and A. Lebert, *Spray Drying of Concentrated Fruit Juices*, **Drying Technology**, 11 (1993), 1081-1092.
- [32] D. Komes, T. Lovric, K.K. Ganic and M. Banovic, *Trehalose improves flavour retention in dehydrated apricot puree*, University of Zagreb, Zagreb, Croatia, (2004).
- [33] M.V. Galmarini, C. Schebor, M.C. Zamora and J. Chirife, *The effect of trehalose, sucrose and maltodextrin addition on physicochemical and sensory aspects of freeze dried strawberry puree*, **Internotional Journal of Food Science and Technology**, 44 (2009), 1869-1876.
- [34] S. Jaya and H. Das, *Effect of maltodextrin, glycerol monostearate and tricalcium phospate on vacuum dried mango powder properties*, **Journal of Food Engineering**, 63 (2004), 125-134.
- [35] C.Y. Tang and B.H. Chen, *Pigment change of freeze dried carotenoid powder during storage*, **Food Chemistry**, 69 (2000), 11-17.
- [36] A.M. Ceballos, G.I. Giraldo and C.E. Orrego, *Effect of freezing rate on quality parameters of freeze dried soursoup fruit pulp*, **Journal of Food Engineering**, 111 (2012), 360-365.
- [37] E. Jakubezyk, O.E. Ligeza and E. Gondek, *Moisture sorption characteristicics and glass transition temperature of apple puree powder*, **Internotional Journal of Food Science and Technology**, 45 (2010), 2515-2523.
- [38] N.D. Mrad, C. Bonazzi, N. Boudhrioua, N. Kechaou and F. Courtois, *Influence of sugar composition on water sorption isotherms and on glass transition in apricots*, **Journal of Food Engineering**, 111 (2012), 403-411.
- [39] L.H. Mosquera, G. Moraga and N.N. Martinez, *Effect of maltodextrin on stability of freeze dried borojo powder*, **Journal of Food Engineering**, 97 (2010), 72-78.
- [40] M.A. Silva, P.J.A. Sobral and T.G. Kieckbusch, *State diagrams of freeze dried camu-camu pulp with and without maltodextrin addition*, **Journal of Food Engineering**, 77 (2006), 426-432.

- [41] L.H. Mosquera, G. Moraga and N.N. Martinez, *Critical water activity and critical water content of freeze dried strawberry powder as affected by maltodextrin and arabic gum*, **Food Research International**, 47 (2012), 201-206.
- [42] N. Harnkarnsujarit and S. Charoenrein, *Effect of water activity on sugar crystallization and  $\beta$ -carotene stability of freeze dried mango powder*, **Journal of Food Engineering**, 105 (2011), 592-598.
- [43] Anonymous. (2011). <http://merlab.metu.edu.tr/diferansiyel-taramali-kalorimetre-dsc> (on-line access on 25 Ocak, 2014).
- [44] A. Serpen, V. Gökmen, N. Pellegrini and V. Fogliano, *Direct measurement of the total antioxidant capacity of cereal products*, **Journal of Cereal Science**, 48 (2008), 816-820.
- [45] Anonymous. (2013). <http://en.wikipedia.org/wiki/Trolox> (on-line access on 01 Aralık, 2013).
- [46] J. Yang, R. Gadi, R. Paulino and T. Thomson, *Total phenolics, ascorbic acid and antioxidant capacity of noni (*Morinda citrifolia* L.) juice and powder as affected by illumination during storage*, **Food Chemistry**, 122 (2010), 627-632.
- [47] M. Fazaeli, Z. Djomeh, A. Ashtari and M. Omid, *Effect of spray drying conditions and feed composition on the physical properties of black mulberry juice powder*, **Food and Bioproducts Processing**, 90 (2012), 667-675.
- [48] R.V.Tonon, S.S.Freitas, and M.D. Hubinger, *Spray drying of Açai juice: Effect of inlet air temperature and type of carrier agent*, **Journal of Food Processing and Preservation**, 35 (2011), 691-700.
- [49] Anonymous. (2013). <http://iys.inonu.edu.tr/webpanel/dosyalar/135/file/GidalardaRenkOlcumu.pdf> (on-line access on 04 Mart, 2014).
- [50] F.D.B. Abadio, A.M. Domingues, S.V. Borges and V.M. Oliviera, *Physical properties of powdered pineapple juice-effect of maltodextrin concentration and atomization speed*, **Journal of Food Engineering**, 64 (2004), 285-287.
- [51] W. Wang and W. Zhou, *Water adsorption and glass transition of spray-dried soy sauce powders using maltodextrins as carrier*, **Food Bioprocess Technology**, 6 (2013), 2791-2799.

## EKLER

EK 1 Örneklerin bazı özelliklerinin istatistiksel analiz sonuçları

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
NEM	Between Groups	36,129	3	12,043	92,944	,000
	Within Groups	1,037	8	,130		
	Total	37,166	11			
ÇÖZ.	Between Groups	189,735	3	63,245	251,805	,000
	Within Groups	2,009	8	,251		
	Total	191,744	11			
PH	Between Groups	,008	3	,003	12,099	,002
	Within Groups	,002	8	,000		
	Total	,010	11			
KY	Between Groups	4,559	3	1,520	911,792	,000
	Within Groups	,013	8	,002		
	Total	4,572	11			
L	Between Groups	327,549	3	109,183	1,638E4	,000
	Within Groups	,053	8	,007		
	Total	327,602	11			
a	Between Groups	64,136	3	21,379	5,131E3	,000
	Within Groups	,033	8	,004		
	Total	64,169	11			
b	Between Groups	92,896	3	30,965	1,689E3	,000
	Within Groups	,147	8	,018		
	Total	93,042	11			
HİGROS.	Between Groups	976,422	3	325,474	3,150E3	,000
	Within Groups	,827	8	,103		
	Total	977,249	11			
TOPAK.	Between Groups	1446,997	3	482,332	2,756E3	,000
	Within Groups	1,400	8	,175		
	Total	1448,397	11			
CAMSI GEÇİŞ	Between Groups	13868,120	3	4622,707	1,353E7	,000
	Within Groups	,003	8	,000		
	Total	13868,123	11			

EK 1 Örneklerin bazı özelliklerinin istatistiksel analiz sonuçları, Devamı

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
dpph	Between Groups	8,384	3	2,795	1,397E4	,000
	Within Groups	,001	4	,000		
	Total	8,385	7			
dpph hes	Between Groups	,503	3	,168	838,667	,000
	Within Groups	,001	4	,000		
	Total	,504	7			
abts	Between Groups	3,415	3	1,138	5,692E3	,000
	Within Groups	,001	4	,000		
	Total	3,416	7			
abts hes	Between Groups	5,353	3	1,784	8,922E3	,000
	Within Groups	,001	4	,000		
	Total	5,354	7			
fenolik	Between Groups	40661,014	3	13553,671	2,632E4	,000
	Within Groups	2,060	4	,515		
	Total	40663,074	7			
fenolik hes	Between Groups	31311,012	3	10437,004	2,027E4	,000
	Within Groups	2,060	4	,515		
	Total	31313,072	7			

EK 1 Örneklerin bazı özelliklerinin istatistiksel analiz sonuçları, Devamı

**NEM**

Duncan				
Subset for alpha = 0.05				
Örnekler	N	1	2	3
MD-1	3	4,1900		
MD-2	3		5,3767	
MD-3	3		5,6733	
Kontrol	3			8,8767
Sig.		1,000	,342	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

**ÇÖZÜNEBİLİRLİK**

Duncan				
Subset for alpha = 0.05				
Örnekler	N	1	2	3
Kontrol	3	85,4267		
MD-2	3		93,9600	
MD-3	3		94,5600	94,5600
MD-1	3			95,1533
Sig.		1,000	,181	,185

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

**pH**

Duncan				
Subset for alpha = 0.05				
Örnekler	N	1	2	
MD-3	3	4,7600		
MD-2	3	4,7633		
MD-1	3	4,7667		
Kontrol	3			4,8233
Sig.		,615		1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.



EK 1 Örneklerin bazı özelliklerinin istatistiksel analiz sonuçları, Devamı

**KİTLE YOĞUNLUĞU**

Duncan

Örnekler	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
MD-3	3	1,650			
MD-2	3		2,050		
MD-1	3			2,633	
Kontrol	3				3,282
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

**CAMSI GEÇİŞ SICAKLIĞI**

Duncan

Örnekler	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
Kontrol	3	4,7400			
MD-3	3		79,0800		
MD-2	3			79,6207	
MD-1	3				89,3307
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

EK 1 Örneklerin bazı özelliklerinin istatistiksel analiz sonuçları, Devamı

**L**

Duncan					
Örnekler	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
Kontrol	3	66,700			
MD-3	3		75,133		
MD-2	3			77,350	
MD-1	3				80,707
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

**a**

Duncan					
Örnekler	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
MD-1	3	2,207			
MD-2	3		4,047		
MD-3	3			5,300	
Kontrol	3				8,600
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

**b**

Duncan					
Örnekler	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
MD-1	3	21,687			
MD-2	3		23,967		
MD-3	3			26,013	
Kontrol	3				29,207
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

EK 1 Örneklerin bazı özelliklerinin istatistiksel analiz sonuçları, Devamı

**HİGROSKOPİTE**

Duncan					
Örnekler	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
MD-1	3	41,100			
MD-3	3		43,700		
MD-2	3			46,333	
Kontrol	3				64,100
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

**TOPAKLANMA**

Duncan					
Örnekler	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
MD-1	3	11,620			
MD-3	3		17,333		
MD-2	3			29,400	
Kontrol	3				40,027
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

EK 1 Örneklerin bazı özelliklerinin istatistiksel analiz sonuçları, Devamı

**DDPH ANTİOKSİDAN**

Duncan					
Örnekler	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
MD-1	3	1,694			
MD-2	3		1,870		
MD-3	3			1,894	
Kontrol	3				4,174
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

**HESAPLANAN DPPH ANTİOKSİDAN**

Duncan					
Örnekler	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
Kontrol	3	4,1700			
MD-1	3		4,2250		
MD-2	3			4,6750	
MD-3	3				4,7283
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

**ABTS ANTİOKSİDAN**

Duncan		Subset for alpha = 0.05	
Örnekler	N	1	2
MD-1	3	2,100	
MD-3	3	2,233	
MD-2	3	2,300	
Kontrol	3		3,700
Sig.		,076	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

**HESAPLANAN ABTS ANTİOKSİDAN**

Duncan		Subset for alpha = 0.05			
Örnekler	N	1	2	3	4
Kontrol	3	3,700			
MD-1	3		5,210		
MD-3	3			5,540	
MD-2	3				5,830
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

EK 1 Örneklerin bazı özelliklerinin istatistiksel analiz sonuçları, Devamı

**FENOLİK MADDE**

Duncan					
Örnekler	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
MD-1	3	1,648			
MD-2	3		1,872		
MD-3	3			2,089	
Kontrol	3				3,468
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

**HESAPLANAN FENOLİK MADDE**

Duncan					
Örnekler	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
Kontrol	3	3,475			
MD-1	3		4,137		
MD-2	3			4,629	
MD-3	3				5,172
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

## ÖZGEÇMİŞ

**Ad Soyad:** Tamer ARSLAN

**Doğum Yeri ve Tarihi:** Malatya – 31.08.1983

**Adres:** İnönü Üniversitesi Darende Bekir Ilıcak Meslek Yüksekokulu Hacı Derviş Mah. Nazım Turgut Caddesi. Darende/ Malatya

**E-Posta:** tamer.arslan@ inonu.edu.tr.

**Lisans:** İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, 2006

**Yüksek Lisans (Varsa):** 12.09.2011-.....

**Mesleki Deneyim ve Ödüller:** 2006-2011 yılları arası özel sektörde sorumlu yöneticilik

2011-.... İnönü Üniversitesi Darende Bekir Ilıcak Meslek Yüksekokulunda Öğretim Görevlisi

**Yayın Listesi:**