

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KARAYEMİŞ TOZUNUN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ela ERGÜNEY

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Gıda Mühendisliği Yüksek Lisans Programı

HAZİRAN 2013

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KARAYEMİŞ TOZUNUN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Ela ERGÜNEY
506081506**

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Gıda Mühendisliği Yüksek Lisans Programı

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Meral KILIÇ AKYILMAZ
Dr. Ebru FIRATLIGİL DURMUŞ**

HAZİRAN 2013

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 506081506 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Ela ERGÜNEY**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**KARAYEMİŞ TOZUNUN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ** ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Meral KILIÇ AKYILMAZ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Eş Danışman : **Dr. Ebru FIRATLIGİL DURMUŞ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Figen ERTEKİN**
Ege Üniversitesi

Doç. Dr. Türkan AKTAŞ
Namık Kemal Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Filiz ALTAY
İstanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi **:** **20 Mayıs 2013**
Savunma Tarihi **:** **4 Haziran 2013**

ÖNSÖZ

Meyve tozları, gıda sektöründe, özellikle endüstriyel meyve suyu, meyveli yoğurt, hazır puding karışımı, reçel ve marmelat formülasyonlarında sıklıkla kullanımı bulunan ürünlerdir. Şeker içeriği yüksek olan meyvelerde yapışkanlık, topaklanma ve kekleşme sorunları görülür. Bu tez çalışmasında, Türkiye'nin Karadeniz Bölgesi'nde çok miktarda yetişen, sağlığa faydaları ve bölgesel tüketimi bilinmekle birlikte gıda sanayiinde kullanımı bulunmayan karayemiş meyvesi ele alınmıştır. Karayemiş tozu eldesi sırasında karışıma eklenen katkı maddeleri (yüksek ve düşük dekstroz eşdeğerlikli maltodekstrinler ve trikalsiyum fosfat) sayesinde ürünün fiziksel özelliklerinin iyileştirilebildiği görülmüştür.

Yüksek lisans tez çalışmam süresince bilgileri, deneyimleri ve destekleriyle yanımda olan çok değerli danışman hocalarım Prof. Dr. Meral KILIÇ AKYILMAZ ve Dr. Ebru FIRATLIGİL DURMUŞ başta olmak üzere, eğitim hayatım boyunca benden emeklerini esirgemeyen tüm hocalarıma çok teşekkür ederim.

Sadece yüksek lisans eğitimim boyunca değil, tüm hayatım boyunca her türlü destekle yanımda olan anne ve babama, kardeşlerime ve tüm arkadaşlarıma sonsuz teşekkür ederim.

Mayıs 2013

Ela Ergüney
Kimyager

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	2
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	3
2.1 Meyve Tozları.....	3
2.1.1 Meyve tozlarının eldesi.....	3
2.1.2 Meyve tozlarının kullanım alanları.....	5
2.1.3 Meyve tozlarında dayanıklılık.....	6
2.1.3.1 Kurutma işlemine yardımcı ve kurutulmuş ürün kalitesini arttırıcı katkı maddeleri.....	9
2.2 Karayemiş.....	13
2.2.1 Karayemişin değerlendirilme olanakları.....	15
3. MATERYAL VE METOT	17
3.1 Materyal	17
3.2 Karayemiş Tozunun Hazırlanması.....	17
3.3 Nem Tayini.....	18
3.4 Su Aktivitesi Ölçümü.....	19
3.5 Karayemiş Tozunun Fiziksel Özelliklerinin Ölçülmesi.....	19
3.5.1 Higroskopik ölçümü.....	19
3.5.2 Kekleşme derecesi ölçümü.....	19
3.5.3 Dağılabilirlik ölçümü.....	20
3.5.4 Renk analizi.....	20
3.5.5 Camsı geçiş sıcaklığı ölçümü.....	20
3.6 İstatistiksel Analizler.....	21
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	23
4.1 Nem İçeriği.....	24
4.2 Su Aktivitesi.....	25
4.3 Higroskopik, Kekleşme Derecesi ve Dağılabilirlik Özellikleri	25
4.4 Renk Ölçümü	28
4.5 Camsı Geçiş Sıcaklığı Ölçümü	30
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	35
KAYNAKLAR	37
EKLER.....	43
ÖZGEÇMİŞ.....	45

KISALTMALAR

DSC	: Diferansiyel taramalı kalorimetre
TCP	: Trikalsiyum fosfat
T_g	: Camsı geçiş sıcaklığı
T'_g	: En yüksek katı konsantrasyonunda donmuş yapının camsı geçiş sıcaklığı

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Toz ürünlerin kekleşme derecelerine göre sınıflandırılması	7
Çizelge 2.2 : Şekerlerin fiziksel özellikleri ve kurutma sırasındaki yapışkanlık davranışları.....	10
Çizelge 2.3 : Bazı karbonhidratların camsı geçiş sıcaklıkları.....	11
Çizelge 2.4 : Farklı karayemiş çeşitlerindeki kimyasal bileşenler	14
Çizelge 3.1 : Karayemiş püresinin bileşimi.....	18
Çizelge 3.2 : Karayemiş püresi örneklerine eklenen katkı maddelerinin yaş ve kuru bazda oranları ile pürenin toplam kuru maddesi.	18
Çizelge 4.1 : Farklı katkı maddeleri ilavesiyle elde edilen karayemiş tozlarında nem içeriği ve su aktivitesi değerleri.....	25
Çizelge 4.2 : Farklı katkı maddeleri ilavesiyle elde edilen karayemiş tozlarında renk değerleri.....	29
Çizelge 4.3 : Farklı katkı maddeleri ilavesiyle elde edilen karayemiş tozlarında camsı geçiş sıcaklığı (T_g).....	32
Çizelge A.1 : Farklı katkı maddeleri ilavesiyle elde edilen karayemiş tozlarında higroskop, kekleşme derecesi ve suda dağılılabirlik değerleri.....	43

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 : Dondurarak kurutma yöntemiyle meyve tozu eldesi.....	4
Şekil 4.1 : Öğütme ve eleme işlemlerinin ardından karayemiş tozunun görünümü (a) Kontrol. (b) Mltodekstrin DE47 eklenmiş örnek. (c) Maltodekstrin DE5 ve TCP eklenmiş örnek.	24
Şekil 4.2 : Farklı katkı maddeleri ilavesiyle elde edilen karayemiş tozlarında % higroskopik değerleri.	26
Şekil 4.3 : Farklı katkı maddeleri ilavesiyle elde edilen karayemiş tozlarında % kekleşme derecesi değerleri.	27
Şekil 4.4 : Farklı katkı maddeleri ilavesiyle elde edilen karayemiş tozlarında % suda dağılılabirlik değerleri.	28
Şekil 4.5 : Renk ölçümü için hazırlanan sıkıştırılmış karayemiş tozu örneklerinin görünümü (a) Kontrol. (b) Mltodekstrin DE47 eklenmiş örnek. (c) Maltodekstrin DE5 ve TCP eklenmiş örnek.	30
Şekil 4.6 : Karayemiş tozlarının DSC ile elde edilen termogramları (a) Kontrol. (b) Mltodekstrin DE47 eklenmiş örnek. (c) Maltodekstrin DE5 ve TCP eklenmiş örnek.	32

KARAYEMİŞ TOZUNUN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

ÖZET

Karayemiş Türkiye'nin Karadeniz Bölgesi'ne özgü, fenolik maddeler ve C vitamini bakımından zengin bir meyvedir. Aroma verici katkı olarak gıda endüstrisinde kullanılmaktadır. Özellikle Karadeniz Bölgesi'nde, taze veya kurutulmuş olarak tüketilmekte, reçel, marmelat, konserve ve turşu olarak değerlendirilmektedir. Karayemiş bazı hastalıkların tedavisinde ve kozmetik endüstrisinde de kullanılmaktadır.

Taze meyveye alternatif bir tüketim formu olarak sunulan meyve tozları, raf ömürlerinin uzun olması, her mevsimde tüketilebilmeleri, lezzetli ve doğal oluşları nedeniyle, gıda endüstrisinde özellikle ara ürün olarak yaygın bir biçimde kullanılmaktadır.

Meyvelerde bulunan şeker, toz ürünlerin üretiminde sıklıkla karşılaşılan yapışkanlık, topaklaşma ve kekleşme sorunlarını arttırıcı rol oynarlar. Karayemiş tozu da, meyvenin bileşiminden dolayı yapışkan özellik göstermektedir. Bu özelliği meyve tozu olarak üretimini ve kullanımını kısıtlamaktadır. Meyve tozlarının üretiminde bu sorunların çözülmesinde maltodekstrin ve trikalsiyum fosfat gibi katkıları kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, karayemiş püresine maltodekstrin DE5, maltodekstrin DE47 ve trikalsiyum fosfat eklenerek, dondurarak kurutma yöntemi ile farklı toz örnekleri hazırlanmıştır. Maltodekstrinler karayemiş püresine yaş bazda %10, trikalsiyum fosfat ise yine yaş bazda %5,36 oranında eklenmiştir. Örneklerde nem içeriği, su aktivitesi, higroskopik, kekleşme derecesi, dağılılabirlik, renk ve camsı geçiş sıcaklığı (Tg) ölçülerek karşılaştırılmıştır.

Örneklerin nem içeriği %1,1-2,4 aralığında bulunmuştur. Katkı maddesi kullanımı ile örneklerin nem içeriği azalmıştır. Maltodekstrin ve trikalsiyum fosfatın kullanıldığı örnekler en düşük nem içeriğine sahip bulunmuştur. Örneklerin su aktivitesi 0,17-0,21 aralığında bulunmuştur. En düşük su aktivitesi maltodekstrin ve trikalsiyum fosfatın birlikte kullanıldığı örneklerde, en yüksek su aktivitesi ise kontrol numunesinde bulunmuştur. Meyve tozunun higroskopik ve kekleşme derecesi kullanılan katkıları ile azalmıştır. En düşük higroskopik ve kekleşme derecesi maltodekstrin ve trikalsiyum fosfatın birlikte kullanıldığı numunelerde saptanmıştır. Meyve tozunun suda dağılılabirliği kullanılan katkıları ile artmıştır. En yüksek dağılılabirlik maltodekstrin ve trikalsiyum fosfatlı numunelerde gözlenmiştir.

Renk analizi sonucunda, rengin parlaklığını temsil eden L* değeri katkı maddesi oranı arttıkça yükselmiştir. Katkı maddeleri oranı arttıkça örneklerde yeşillik-kırmızılık gösteren a* değeri artmış, mavilik-sarılığı gösteren b* değeri ise azalmıştır. Örneklerin diferansiyel taramalı kalorimetre ile elde edilen termogramlarında iki adet camsı geçiş tespit edilmiştir. Kullanılan katkı maddeleri ilk geçişe ait Tg'ni yükseltmiştir.

Karayemiş tozunun üretiminde maltodekstrin ve trikalsiyum fosfatın birlikte kullanımı en iyi fiziksel özellikleri sağlamıştır. Karayemiş tozunun üretiminde maltodekstrin ve trikalsiyum fosfatın birlikte kullanımı tavsiye edilmektedir.

IMPROVEMENT OF PHYSICAL PROPERTIES OF CHERRY LAUREL POWDER

SUMMARY

The cherry laurel is a typical fruit from the Black Sea region of Turkey rich in phenolic compounds and vitamin C. It is used as a flavoring additive in the food industry. It is consumed as fresh and dried, its jam, marmalade, canned and pickled forms are produced especially in Black Sea region. Cherry laurel is also used in treatment of some diseases and cosmetic industry.

Fruit powders that present an alternative form to fresh fruits are commonly preferred by the food industry especially as an ingredient for their long shelf life, use in any season, their taste and being natural. Sugars present in fruits augment stickiness, agglomeration and caking problems encountered in the production of powdered products. The high content of glucose and fructose in fruit powders is responsible for strong interaction with the water, as these molecules have polar terminals. Cherry laurel powder also exhibits stickiness due to its composition. This limits production of its powder and use.

In many studies, concepts regarding to the water activity and to the glass transition temperature are evaluated together to understand the role of the water on physical properties of the food products. The glass transition temperature (T_g) is the temperature where amorphous materials pass from glassy, a hard and relatively brittle, state into a rubbery, molten, state. At temperatures above the T_g , crystallization occurs. As fruit powders are amorphous materials, they exhibit glassy state depending on processing and storage conditions. The addition of materials with high T_g is a frequently used solution to increase the T_g of powders and prevent their transition to rubbery and crystalline state.

Drying aids and anticaking agents are frequently used to solve the problems in production and storage of fruit powders. Maltodextrin, as a drying agent and tricalcium phosphate, as an anti-caking agent are commonly added to fruit powders to obtain a nonsticky and free flowing powder. The ratio of additive/fruit pulp or puree may change according to the composition of the fruit.

In this study, cherry laurel powders are prepared by adding maltodextrin DE5, maltodextrin DE47 and tricalcium phosphate to puree of the fruit and then freeze drying. Five samples were prepared by using maltodextrin DE5, maltedextrin DE47, tricalcium phosphate, maltodextrin DE5+tricalcium phosphate and maltodextrin DE47+tricalcium phosphate. A control sample without any additive was also prepared. The amounts of maltodextrin and tricalcium phosphate used in fruit puree were 10 and 5,36%, respectively.

Water content, water activity, hygroscopy, caking degree, dispersibility, colour and glass transition temperature of the samples were measured and compared. The water content of powders was measured by using gravimetric method. Water activity was determined by using a device based on dew point.

Hygroscopy is defined as the ability of a food powder to absorb moisture from an environment with high relative humidity. The hygroscopy of fruit powder was determined by measuring final moisture content attained after exposing the powder in an environment of 79.5% relative humidity.

Caking degree was expressed as the percentage weight of the redried (102°C, 1 h) humid powder (exposed to 79.5% relative humidity) remaining on a sieve with openings of 495 µm.

Dispersibility is the ability of powder to get wetted without formation of dry lumps in water. Dispersibility of the fruit powders was measured according to the method of International Dairy Federation. The powder was stirred in water for a determined period, then poured through a 212 µm size sieve. The dry matter of the filtered water was determined by using the gravimetric method.

The colour was measured by using a colorimeter (Conica Minolta Chromameter CR-400) after pressing powder samples in a small cup.

Tg of the fruit powders was measured by using a differential scanning calorimeter based on the change of the heat capacity. Tg is taken as the middle point of transition from glassy to rubbery state.

The water content of the fruit powder samples were found in the range of 1.1%-2.4%. The sample with maltodextrin DE5 and tricalcium phosphate had the minimum water content, while the control sample without any additive had the maximum. The water activity of the samples was between 0.17-0.21. The lowest water activity was exhibited by the sample with maltodextrin DE5 and tricalcium phosphate. The highest was found in the control sample.

The highest hygroscopy was found in the control sample (9.19%), followed by the sample with only maltodextrin DE5 (5.39%). The lowest hygroscopy was measured in the sample with maltodextrin DE5 + tricalcium phosphate (2.87%).

Dispersibility in water was the lowest in the control sample (81.12%), followed by the sample with maltodextrin DE5 and maltodextrin DE47 (87.25%, 87.49%). The highest dispersibility values were found in the sample with maltodextrin DE5 + tricalcium phosphate (95.03%) and maltodextrin DE47 + tricalcium phosphate (94.58%).

Degree of caking was found to be 29.62% for the control sample, 23.54% for the sample with maltodextrin DE47, 23.18% for the sample with maltodextrin DE5, 18.29% for the sample with tricalcium phosphate, 16.17% for maltodextrin DE47 + tricalcium phosphate and 16.06% for maltodextrin DE5 + tricalcium phosphate.

L* indicating the lightness of the color of the fruit powder samples were found to be in the range of 33.39-50.78. The lightness of the fruit powder increased as the amount of additives in the sample was increased. The a* value, indicating green-red tones of the color, was found to be in between 12.86-17.62 and it decreased with increasing the amount of additives. The b* value, showing the blue-yellow tones, was found to be between 5.63-9.12 and it decreased with increasing the amount of additives.

Two glassy-rubbery state transitions were determined in thermograms of the fruit powder samples obtained by differential scanning calorimeter. Additives increased the Tg of the first transition.

Best physical properties were obtained in the cherry laurel powder samples with both maltodextrin and tricalcium phosphate. There was no significant difference between the properties of the samples with maltodextrin DE5+tricalcium phosphate and maltodextrin DE47+tricalcium phosphate. Therefore, use of any of the maltodextrins and tricalcium phosphate together is recommended for solving problems in production and storage of cherry laurel powder.

1. GİRİŞ

Taze meyveye alternatif bir tüketim formu olarak sunulan meyve tozları, her mevsimde pratik şekilde tüketilebilmeleri, lezzetli ve doğal oluşları nedeniyle özellikle ara ürün olarak gıda sanayiinde tercih edilmekte ve hızla genişleyen bir pazar oluşturmaktadır. Taze meyvelerin çeşitli yöntemlerle kurutulmasının ardından öğütülmesi sonucunda elde edilen meyve tozları evlerde genellikle yoğurt ya da sütle karıştırılarak tüketilir. Endüstride ise meyve suyu, meyveli yoğurt, hazır puding karışımı, reçel ve marmelat üretimi alanları başta olmak üzere birçok kullanım alanı vardır.

Tüm toz ürünlerin üretiminde olduğu gibi, meyve tozlarının üretiminde de amaç, akışkan, yapışkanlık, kekleşme veya topaklaşma göstermeyen bir ürün elde etmektir. Meyve tozlarında yüksek oranda bulunan şeker ve diğer karbonhidratlar üretim koşullarına bağlı olarak amorf camsı veya kristal yapı oluşturabilmektedir. Meyve tozları kullanıldıkları ürüne göre amorf veya kristal halde üretilirler. Tozun üretimi ve depolanması sırasında yapısal kalite kusurları ortaya çıkabilmektedir. Amorf yapı hızlı dondurma ve hızlı kurutma gibi işlemlerle oluşur. Camsı haldeki maddeler termodinamik dengeye sahip olmadıklarından kararsızlardır. Madde camsı halden kauçuğumsu ve kristal hale geçerken üründe yapışkanlık, kekleşme ve topaklaşma meydana gelmektedir. Bu hal değişimleri diğer bozulma reaksiyonlarının da hızının artmasına sebep olur. Kristal halde bulunan bir toz da depolama süresinde nem absorplayabilir ve bu yapışkanlık, kekleşme veya topaklaşmaya sebep olabilir. Bu nedenle depolama süresince ürün kalitesini korumak için ürünün fizikokimyasal hali mümkün olduğunca uzun süre korunmalıdır.

Meyve tozlarının üretiminde maltodekstrin gibi kurutmaya yardımcı ajan kullanımı, kurutma sırasında meydana gelen yapışkanlık sorununu önlemeye yardımcı olur. Yapışkanlığın nedeni meyvelerin sukroz, glukoz ve fruktoz gibi düşük molekül ağırlıklı, düşük sıcaklıklarda yüksek hareketliliğe sahip şekerler ve bazı organik asitlerce zengin olmasıdır (Bhandari ve diğ. 1993, 1997a; To ve Flink 1978; Tsourouflis ve diğ. 1976; Masters ve Stolte 1973). Suda çözünebilen bu bileşenler, kristalize olduklarında sistemin nem içeriğini ve su aktivitesini yükseltirler.

Kurutmaya yardımcı ajanlar, gıda bileşenlerinden daha fazla nem tutmaları ve partiküller arasında fiziksel bir bariyer görevi görmeleri sayesinde ürünün fiziksel yapısını iyileştirirler.

1.1 Tezin Amacı

Bu tez çalışmasının amacı, karayemiş tozunun fiziksel özelliklerinin katkı maddeleri eklenerek iyileştirilmesidir.

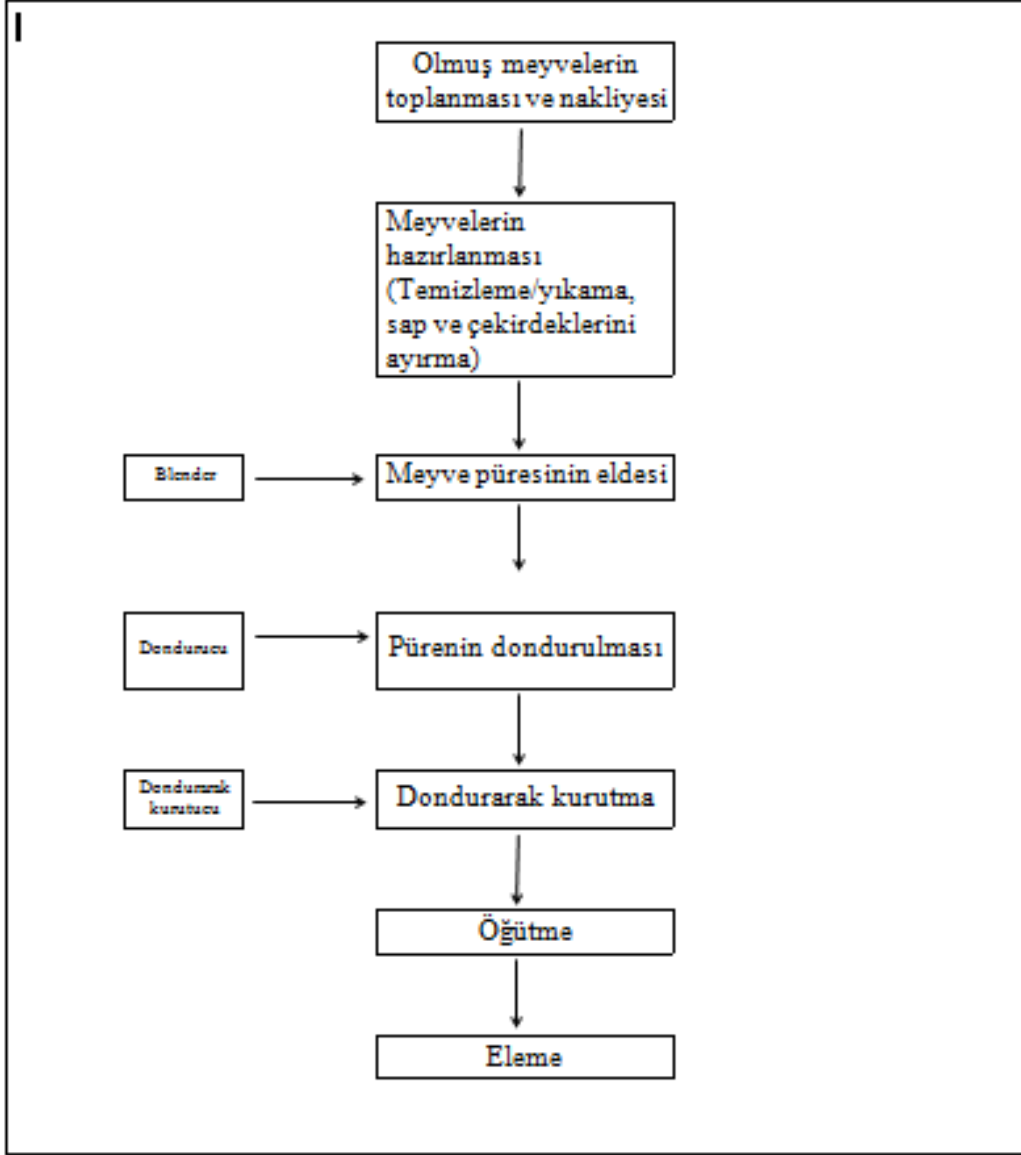
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1 Meyve Tozları

2.1.1 Meyve tozlarının eldesi

En yaygın gıda koruma yöntemlerinden biri olarak bilinen kurutmanın, daha hafif ve oda sıcaklığında depolanmaya daha uygun ürünlerin elde edilmesini sağlaması nedeniyle birçok alanda konserve etme ve dondurma yöntemlerine göre tercih edildiği bilinmektedir.

Meyve tozu üretiminde, meyve önce püre haline getirilir, püre kurutulur ve daha sonra öğütülerek toz elde edilir (Şekil 2.1). Toz hale getirilmeden önce meyveye uygulanan kurutma işlemi vakum, sprey ya da dondurarak kurutma yöntemleriyle yapılır. Meyve tozları hakkında yaptıkları çalışmalarda Jaya ve Das (2009) mango, ananas ve domatese, Martinelli ve diğ. (2007) limon suyuna , Gabas ve diğ. (2007) ananasa vakum kurutma uygulamışlardır. Açaı üzümü ve acerola tozu üretiminde sprey kurutma yönteminden yararlanılmıştır (Tonon ve diğ. 2009, Righetto ve Netto 2005). Kırmızı böğürtlen, erik, greyfurt, camu-camu meyveleri ise toz haline getirilmeden önce dondurularak kurutulmuştur (Syamaladevi ve diğ. 2009, Telis, ve diğ. 2006, Telis ve Martinez-Navarrete 2009, Silva ve diğ. 2006).



Şekil 2.1: Dondurarak kurutma yöntemiyle meyve tozu eldesi.

Gıdaların kurutulmasında en iyi fonksiyonel özellikleri ve lezzeti sağlayan yöntem dondurarak kurutmadır. Dondurarak kurutma işlemi düşük sıcaklıkta gerçekleştirilen bir proses olduğundan, diğer kurutma yöntemlerine kıyasla daha pahalı olmasına rağmen, tat ve aroma bakımından daha kaliteli sonuçlar verir. Bu yöntemin yüksek sıcaklıkta kurutma ve yüksek sıcaklıkta vakum kurutma yöntemlerine göre avantajları arasında; katıların çökmesine neden olmaması, katılarda çözülmüş bileşenlerin ve uçucu bileşenlerin kaybını önlemesi, yüksek sıcaklık uygulanmadığı için proteinlerin denatürasyonuna yol açmaması, sıvıların kurutulması sırasında sert bir katının oluşmasını engellemesi ve ısıya duyarlı maddelerde istenmeyen kimyasal tepkimelere neden olmaması sayılabilir. Dondurularak kurutulmuş gıdalar soğukta

saklanmalarına ihtiyaç olmaksızın uzun süre korunurlar ve kuru halde tüketilebildikleri gibi, sulandırıldıklarında taze hallerine yakın özellikler sağlarlar.

Kurutma yöntemlerinin karşılaştırılmasını konu alan çalışmalar dondurarak kurutma yönteminin avantajlarını ortaya koymaktadır. Dondurarak ve sprey kurutma yöntemleriyle elde edilen durian meyvesi tozlarının fizikokimyasal ve duyu analizlerinin yapıldığı bir çalışmada dondurarak kurutulmuş durian tozunun daha kaliteli olduğu belirlenmiştir (Che Man ve diğ. 1999). Kmiecik ve Lisiewska (1999), Çin sarımsağını %3 nem içeriğine kadar havayla (50°C, 5 saat) ve dondurarak kurutmuşlar ve dondurarak kurutma sonucunda ürünün organoleptik özelliklerinin ve kimyasal bileşiminin daha iyi olduğunu, C vitamini, β -karoten ve uçucu yağların kaybının ise daha az olduğunu tespit etmişlerdir. Tambunan ve diğ. (2001) tıbbi bitkiler olarak zencefil ve Cava biberini sıcak havayla ve dondurarak kurutmuşlardır. Dondurarak kurutulan bitkilerin kaliteleri taze bitkilerin kalitesinden daha düşük fakat sıcak havayla kurutulanların kalitesinden daha yüksek bulunmuştur. (Oetjen ve Haseley, 2004).

Dondurarak kurutmada kurutulacak ürün dondurulur ve içerdiği su süblimasyon yolu ile uzaklaştırılır. Ürünün dondurulma sıcaklığının -40°C'den düşük olması büyük buz kristallerinin oluşumunu önleyerek dokuya zarar verilmemesi açısından tercih edilir. Kurutma sıcaklığı erimeye neden olacak kadar yüksek tutulmamalıdır. Materyalin, buzun buhar basıncından düşük bir basınca sahip vakumlu ortamda bulunmasıyla süblimasyon sağlanır.

2.1.2 Meyve tozlarının kullanım alanları

Meyve tozlarının evlerde son ürün olarak, endüstride ise hammadde olarak kullanımı oldukça yaygındır. Çin'de dondurularak kurutulmuş dut tozu (2009), Japonya'da işlenmiş gıda, sabun ve kozmetik üretiminde kullanılan dragon meyvesi tozu (2009) patentli ürünlerdir. Francis ve Phelps (2003) meyve ve sebze tozlarının flavonoid, lif ve vitamin içerikleri nedeniyle tahıl ürünlerini zenginleştirmede kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca renklendirici, aroma verici ve nem tutucu özelliklerinden yararlanılmıştır. Camire ve diğ. (2007) yaban mersini, kızılıçık, Concord üzümü ve böğürtlen meyvelerinden elde ettikleri meyve tozlarını, kahvaltılık gevreklerde doğal renklendirici olarak kullanmışlardır. Kuşburnu meyvesinin tozunun ise infüzyon çaylarda kullanıldığı bilinmektedir.

Meyve tozları atık yönetimi açısından da ele alınabilir. Meyve suyu ekstraksiyonu sonucunda kalan çok miktardaki agro-endüstriyel atık, böcek ve sürüngenlerin üremesine neden olarak çevre açısından önemli bir sorun teşkil eder. Şirketler açısından atıkların taşınması ciddi bir maliyet oluşturur. Bu atıkların verimli bir şekilde kullanımına ihtiyaç duyulmaktadır. Endüstriyel meyve atıklarının geri dönüşümüne alternatif olarak, kurutma yöntemlerinin uygulanmasından ve kurutulmuş meyve tozları gibi katma değerli ürünlerin üretiminden bahsedilebilir. Meyve tozu üretimi ile atık sorununun önüne geçilebildiği gibi değerlendirilebilir ve besince zengin, fonksiyonel bileşen kaynağı bir biyokütle elde edilir. İşlenmiş meyve sanayii atıklarının meyve tozu üretimi ile değerlendirilmesi konusunda, cashew elması ve guava meyveleri ile yapılmış bir çalışma bulunmaktadır (Da Costa ve diğ., 2009).

2.1.3 Meyve tozlarında dayanıklılık

Toz ürünlerde arzu edilen ve ürünün kalitesini yükselten özellikler, temelde tozun akışkan olmasıdır. Meyve tozlarının dayanıklılığı ile ilgili fiziksel özellikler , nem içeriği, su aktivitesi, bileşim ve hal ile ilişkili olup higroskopik, kekleşme derecesi ve dağılılabirlik olarak ifade edilebilirler.

Nem içeriği, gıdanın içerdiği serbest haldeki su kütesinin, toplam kütleyle oranının yüzde cinsinden ifadesidir. Su aktivitesi ise, ürün içerisindeki suyun buhar basıncının aynı sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncına oranıdır. Su aktivitesi nem içeriğine kıyasla gıdaların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerinde daha önemli bir etkiye sahiptir (Fontana, 2000).

Higroskopik, toz haldeki bir maddenin, yüksek bağıl neme sahip bir ortamdan nem alma eğilimidir. Bağıl nemi %79.5 olan ortamda bekletilen toz ürünün denge halindeki nem içeriği olarak ölçülür (Haugaard ve diğ., 1978; Slade ve Levine, 1991; Pisecky, 1985).

Kekleşme derecesi, %79.5 bağıl nemli ortamda dengeye gelmiş toz ürünün, kurutulduktan sonra belli açıklığa sahip elekte tutulan yüzdesi olarak tanımlanır (Haugaard ve diğ.,1978; Pisecky 1985). Çizelge 2.1’de kekleşme derecesine göre tozların sınıflandırılması görülmektedir.

Çizelge 2.1 : Toz ürünlerin kekleşme derecelerine göre sınıflandırılması (GEA Niro, 2011).

Kekleşme derecesi	Ürün sınıfı
< 10 %	Kekleşmeyen toz
10,1-20 %	Hafif kekleşen toz
> 20,1-99,9 %	Çok kekleşen toz
100%	Aşırı kekleşen toz

Dağılabilirlik, tozun suda, toprak oluşturmada dağılma yeteneğidir. Uluslararası Süt Federasyonu'nun belirlediği yöntemle göre, tozun suyla belli bir prosedüre uygun olarak karıştırılması, ardından karışımın elekten geçirilmesi ve elekten geçen çözeltide kuru madde analizi yapılmasıyla ölçülebilir (Pisecky, 1985).

Her üründe olduğu gibi toz ürünlerde de tercih edilen renk, üründen ürüne farklılık gösterir. Karayemiş, koyu kırmızı-mor renklerinde olduğundan, tozunun da aynı renk özelliğinde olması idealdir. Renk; L^* , a^* ve b^* değerleri doğrultusunda değerlendirilir. L^* , 0 (siyah) – 100 (beyaz) arasında değişen, rengin parlaklığını temsil eden değerdir. a^* değeri (-)'den (+)'ya yeşillik-kırmızılık, b^* değeri ise (-)'den (+)'ya mavilik-sarılık özelliklerini temsil ederler.

Birçok çalışmada, gıdaların dayanıklılığını değerlendirmek için su aktivitesi ve camsı geçiş sıcaklığı (T_g) birlikte kullanılmıştır (Slade ve Levine 1991; Sablani ve diğ. 2004; Shresta ve diğ. 2007a; Simaladevi ve diğ. 2009). Gıdaların bileşiminde yağ dışında bulunan katı maddeler uygun koşullarda amorf camsı yapı oluşturabilirler. Düşük sıcaklıklarda camsı, sert ve kırılabilir olan amorf maddeler, sıcaklığın camsı geçiş sıcaklığının üzerine çıkmasıyla birlikte plastikleşir, kauçuksu ("rubbery") hale ve daha sonra kristal hale geçerler. Gıda polimerleri için T_g 'nin önemi, çapraz bağlı amorf polimerlerin bu sıcaklık değerinin altında elastik yapı kazanmaları, lineer amorf polimerlerin ise akışkanlık göstermesi ve kristal yapı oluşturmamalarıdır. T_g 'nin üzerindeki sıcaklık değerlerinde ise bir süre sonra amorf gıda maddeleri kristallenir.

Meyve tozlarında gözlenebilen amorf camsı hal, uygun koşullarda, çözücü ortamın yani suyun uzaklaştırılması ya da hızlı soğutma gibi işlemlerle oluşur. Bu hal amorf bileşenler tarafından oluşturulur, bu halde gıdanın viskozitesi çok yüksek olduğundan moleküler hareketlilik minimum düzeydedir ve moleküler difüzyona

bağlı değişimler kısıtlanmıştır. Camsı hal termodinamik olarak denge hali olmadığı için (metastabil hal) bu bileşenler kararsızlardır. Camsı geçiş sıcaklığından yüksek sıcaklıklarda viskozite düşer, moleküler hareketlilikte ve dolayısıyla fiziksel özelliklerde önemli değişiklikler meydana gelir. Kristal halde bulunan bileşenler de depolama süresinde nem absorplayabilir ve ürünün fiziksel kalite özelliklerinde istenmeyen değişimler gözlenebilir. Bir gıdanın dondurarak kurutma sırasında çökmesi, sprej kurutma sırasında yapışması, işlenmesi ve muhafaza edilmesi süreçlerinde kekleşmesi ve topaklaşması camsı geçiş sıcaklığının üzerindeki sıcaklıklarda meydana gelen fiziksel değişimlerdir. Tüm amorf ürünler metastabil olmaları nedeniyle depolama süresince zamanla kristallenirler. Kristallenme hızı ($T - T_g$)'nin fonksiyonudur ve bu fark arttıkça artar (Senoussi ve diğ. 1995, Roos ve Karel 1991b). Ayrıca düşük molekül ağırlıklı karbonhidratların amorf formları oldukça higroskopiktir (Aguilera ve diğ. 1995). Paketlenmiş bir ürünün bir kısmının nem kapması halinde bu kısmın T_g 'si düşer ve kristallenme hızı artar. Kristallenme süreci, uçucu bileşenler de dahil olmak üzere safsızlıkları atar. Senoussi ve diğ. (1995) sütte bulunan laktozun kristallenme hızının bir fonksiyonu olarak depolama süresince diasetil miktarının azaldığını tespit etmişlerdir. Laktoz T_g 'sinin 20°C üzerinde depolandığında ani bir kristallenme gerçekleştiği ve altı gün içinde diasetilin tamamen kaybolduğu görülmüştür. Levi ve Karel (1995) amorf sukrozdaki 1-n-propanolün kaybolma hızının kristallenme sonucu arttığını ortaya koymuşlardır. Kapalı bir sistemin su aktivitesi kristallenme ile artar, bu da bozulma reaksiyonlarının hızlarını ve ürünün mikrobiyal kalitesini etkiler. Lloyd ve diğ. (1996) sprej kurutulmuş laktozun kekleşmesinin camsı geçişin başladığı sıcaklığa bağlı olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca ($T - T_g$) değeri arttıkça paket çökmesi de artmıştır.

Dondurarak kurutma esnasında nem buharlaşırken ürün gözenekli hale gelir ve katı kısmın oluşturduğu ağı bu gözenekli yapıyı tutması gerekir. Eğer nem kaybeden gözenekli ürünün sıcaklığı T_g 'nin üzerindeyse, katı materyalin viskozitesi yapıyı desteklemek için yeterli olmayabilir ve üründe çökme meydana gelir (To ve Flink 1978; Tsourouflis ve diğ. 1976). Bu yapısal çökme ürünün aroma tutma ve tekrar su tutma özelliklerinin zayıflamasına ve homojen olmayan bir kuruluğa neden olur. Çökmenin meydana geldiği sıcaklık doğrudan T_g ile bağlantılıdır. Sıvı gıdalar için, bileşime bağlı olarak -5°C ve -60°C arasında değişen çökme sıcaklığı, yüksek

molekül ağırlıklı maddelerin eklenmesiyle yukarı çekilebilir. (Bellows ve King 1973; Tsourouflis ve diğ. 1976).

Dondurulmuş ürünlerde, en yüksek katı konsantrasyonunda donmuş yapının camsı geçiş sıcaklığı T_g' olarak adlandırılır. Soğuma hızı düşük olduğunda sistem, amorf camsı bir matriks içerisinde bulunan buz kristallerinden oluşmaktadır. Bu camsı matriksin camsı geçiş sıcaklığı olan T_g' 'nin üzerindeki sıcaklıklarda üründe kalite kayıpları meydana gelir. T_g' 'nin görülebildiği en düşük nem içeriği, örneğin içerdiği dondurulamayan su miktarına eşittir (Franks, 1991).

Camsı geçiş sıcaklığının ölçülmesi, diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) ile ısı kapasitesindeki değişimin belirlenmesi temeline dayanır. Isı kapasitesindeki değişimin başlangıcı ya da orta noktası T_g kabul edilir. Gıda maddeleri için T_g gıdanın bileşimine ve içerdiği donmamış su miktarına bağlı olarak $-135\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ arasında değişir. Saf suyun T_g 'si $-135\text{ }^{\circ}\text{C}$, nişasta gibi yüksek molekül ağırlıklı bir polimerin T_g 'si ise $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir (Slade ve Levine 1991; Roos 1995).

DSC cihazının iki kabından birine polimer örneği konur. Referans kabı olarak kullanılan diğer kap genellikle boş bırakılır. Her iki kap, altlarında bulunan birer ısıtıcı ile ısıtılır ve ısınma hızları (Q/t) sisteme bağlı bir bilgisayar ile deney süresince aynı olacak şekilde kontrol edilir. İçinde polimerik materyal bulunan kap, sıcaklığını referans kabın sıcaklığıyla aynı hızda yükseltmek için daha fazla ısı alır. DSC ile termal analiz örnek kabının altındaki ısıtıcının, referans kabının altındaki ısıtıcıdan ne kadar fazla ısı verdiği ölçülmesine dayanır. Sıcaklıktaki artış, her iki ısıtıcının verdiği ısılar arasındaki fark ile grafiğe geçirilerek ısı kapasitesi (C_p) elde edilir.

2.1.3.1 Kurutma işlemine yardımcı ve kurutulmuş ürün kalitesini arttırıcı katkı maddeleri

Meyve, bal gibi gıdaların kurutulması ve toz haline getirilmesi, içeriklerinde yüksek miktarda bulunan düşük molekül ağırlıklı şekerler -özellikle sukroz, glukoz, fruktoz ve organik asitler nedeniyle zordur. Kurutma işlemi sırasında şekerler yapışkanlık ve topaklaşmaya sebep olurlar (Çizelge 2.2). Laktik, tartarik, malik ve sitrik asit gibi organik asitlerin varlığı da yapışkanlık sorununu arttırır. Bu sorunu çözenin yolları araştırılmaktadır. Kurutmaya yardımcı ve kekleşmeyi önleyici katkı maddelerinin kullanımı, en etkin yollardan biri olarak kabul edilmektedir.

Çizelge 2.2: Şekerlerin fiziksel özellikleri ve kurutma sırasındaki yapışkanlık davranışları (Bhandari ve diğ., 1997).

Şeker	Higroskopi (göreceli)	Erime noktası (°C)	Suda çözünürlük 60°C (% w/w)	Yapışkanlık (göreceli)
Laktoz	+	223	35	+
Maltoz	++	165	52	++
Sukroz	+++	186	71	+++
Glukoz	+++++	146	72	+++++
Fruktoz	+++++	105	89	+++++

Şekerlerin, kurutma sırasında yapışkanlık sorununa yol açmalarının, camsı geçiş sıcaklıklarının (Tg) düşük olmasına bağlı olduğu bilinmektedir (Roos, 1995; Roos and Karel, 1991a, Roos and Karel, 1991b and Roos and Karel, 1991c). Downton ve diğ. (1982) amorf haldeki katıların çok yüksek viskoziteye sahip olduklarını ve kritik bir viskozite değerine ulaştıklarında yapışkanlık göstermeye başladıklarını ortaya koymuşlardır. Roos ve Karel (1991b), kritik viskozite ve Tg arasındaki ilişkiyi araştırmış ve kritik viskoziteye, Tg'nin 10-20°C üzerinde ulaşıldığını bulmuşlardır.

Şekerce zengin gıdaların Tg'lerinin düşük olması nedeniyle, kurutma işlemi sırasında ürünlere yüksek molekül ağırlıklı kurutmaya yardımcı maddeler eklenir (Çizelge 2.3). Yüksek Tg'li bu maddeler, ürünün Tg'sini de yukarı çekerek, kurutma işlemi sırasında yapışkanlık sorununu azaltırlar.

Çizelge 2.3 : Bazı karbonhidratların camsı geçiş sıcaklıkları.

Gıda maddesi	Molekül ağırlığı	T _g (°C)
Fruktoz ^a	180	5
Glukoz ^a	180	31
Galaktoz ^a	180	32
Sukroz ^a	342	62
Maltoz ^a	342	87
Laktoz ^a	342	101
Maltodekstrinler ^b		
DE36	500	100
DE25	720	121
DE20	900	141
DE10	1800	160
DE5	3600	188

^a Roos (1993).
^b Roos ve Karel (1991c).

Maltodekstrinler, kurutmaya yardımcı katkı maddelerinin en yaygın olarak kullanılanlarıdır. Nişasta gamı ya da tapioka gamı olarak da bilinen maltodekstrin, bakteriyel alfa amilaz gibi enzimlerin yer aldığı kontrollü nişasta hidrolizi sırasında elde edilen nişasta ile glukoz arasında bir ara polisakkarittir. Maltodekstrinler 3-30 arasında değişen dekstroz eşdeğerliği (DE) değerine göre sınıflandırılırlar. DE, bir şuruptaki % indirgen şeker miktarının kuru ağırlık bazında, dekstroz cinsinden hesaplanması olarak tanımlanır (Ough ve Lloyd 1965). DE değeri arttıkça glukoz zincirleri kısalır, tatlılık ve çözünürlük artar. 20 DE'nin üzerindeki polimerler Avrupa Birliği CN koduna göre mısır şurubu olarak adlandırılır. 20 ve daha düşük DE'ye sahip olanlar maltodekstrin olarak sınıflandırılırlar (Nussinovitch, 1997). Maltodekstrinlerin sahip oldukları düşük DE'den dolayı tatlılıkları düşüktür. Higroskopik, viskozite ve kristalizasyonu engellemek için kullanılabilirler.

Meyve pürelerinin kurutulmasında kullanımı en çok tercih edilen maltodekstrin tipi, maltodekstrin DE6'dır (Bhandari ve diğ., 1993; Bhandari ve diğ., 1997; Karataş ve Esin, 1990). Maltodekstrin DE5'in T_g'nin 188 °C olduğu bilinmektedir.

Düşük molekül ağırlıklı şekerlerin higroskopilerinin yüksek olması, kurutma sırasında olduğu gibi, toz haldeki kurutulmuş üründe de sorunlara yol açar. Yüksek şeker içerikli toz gıdalarda görülen başlıca sorun kekleşmedir. Bu sorunun önüne geçmek ve akışkan bir ürün elde etmek amacıyla, trikalsiyum fosfat, silikon dioksit, stearik asit tuzları gibi kekleşmeyi önleyici maddeler kullanılır (Bhandari ve diğ.,

1997; Peleg ve Hollenbech, 1984; Roos, 1995; Roos ve Karel, 1991c; Roos ve diğ., 1996; Slade ve Levine, 1994; Schwarz ve Penn, 1948). Trikalsiyum fosfat (TCP), gıda sanayiinde kullanımı yaygın olan bir topaklaşmayı önleyici bir maddedir.

Yapılan literatür taramasında meyve tozlarının kararlılığının sağlanmasında en yaygın kullanılan katkı maddelerinin maltodekstrin ve TCP görülmüştür. Jaya, Das ve Mani (2006) vakumla kurutulan mango tozu için optimum maltodekstrin ve TCP miktarını; higroskopik, kekleşme derecesi, akışkanlık ve yapışma noktası sıcaklığı özelliklerini değerlendirerek belirlemişlerdir. Optimum miktarlar maltodekstrin için 0.527 kg / kg mango (kuru bazda), TCP için 0.0167 kg / kg mangodur (kuru bazda). Bu miktarda katkı maddelerinin ilave edildiği mango tozunda higroskopik %6.4, kekleşme derecesi %7.8, akışkanlığı 18.6 s ve yapışma noktası sıcaklığı 47.4 °C olarak ölçülmüştür. Maltodekstrin 6 DE ile 1 kg / 1 kg meyve (kuru bazda) karıştırılarak fırında kurutulan hurma, daha düşük miktarlarda maltodekstrin 6 DE kullanılan durumlara göre daha az yapışkan ve daha akışkan bir toz ürün vermiştir (Sablani ve diğ., 2008). Maltodekstrin 38 DE ve TCP ile karıştırılan mango, ananas ve domates pulplarına vakum kurutma uygulanan bir çalışma sonucunda, katkı maddelerinin ilavesinin meyve tozlarının dayanıklılığına olumlu etkisi olduğu görülmüştür (Jaya ve Das, 2009). Righetto ve Netto (2005) tarafından yapılan bir çalışmada ham acerola meyvesinin suyu kuru bazda 1:1 oranında maltodekstrin DE25, gam arabik ve bu iki hidrokolloidin farklı oranlardaki karışımlarıyla karıştırılmış ve sprey kurutma yöntemi ile kurutulmuş toz hale getirilmiştir. Bu katkıların, ham acerola suyu tozunun su sorpsiyonuna, camsı geçiş sıcaklığına ve fiziksel özelliklerine etkisi incelenmiştir. Yapışkanlığın, T_g 'ye yakın sıcaklıklarda, çökmenin ise T_g 'den en az 20°C yüksek sıcaklıklarda meydana geldiği görülmüştür. Maltodekstrin DE25 ve gam arabik, sistemin kararlılığına eşit şekilde katkıda bulunmuşlardır.

Silva ve diğ.'nin (2006) yaptıkları çalışmada, dondurarak kurutulmuş camu-camu pulpunun hal grafikleri, %30 maltodekstrin ilavesiyle ve maltodekstrin ilavesiz olarak incelenmiştir. Yüksek su aktivitesi değerlerinde ($a_w > 0.90$) T_g sabittir ve bu T_g değeri, en konsantre fazın camsı geçiş sıcaklığıdır (T_g'). T_g' , maltodekstrinsiz camu-camu pulpu için -58.8°C, maltodekstrin ilaveli pulp için -40.1°C bulunmuştur. %18 maltodekstrin ve %18 gam arabik ilavesiyle elde edilen limon suyu tozunun 20 ve 50°C'lerdeki sorpsiyon izotermi, katkı ilaveli limon suyu tozlarının daha düşük

denge bağıl nem içeriğine ve daha yüksek (daha az negatif) net izosterik ısıya sahip olduklarını ve sıcaklık değişiminden daha az etkilendiklerini ortaya koymuştur (Martinelli ve diğ., 2007). Gabas ve diğ., (2007) %18 oranında maltodekstrin ya da gam arabik ilave edilen ananas pulpu tozunun denge nemi, 20, 30, 40 ve 50°C'lerde, 0.06 ile 0.90 arasında değişen su aktivitelerinde ölçülmüştür. Belli bir su aktivitesi değerinde, maltodekstrin ya da gam arabik içeren örneklerin denge nem içeriğinin, içermeyenlere göre daha düşük olduğu ve sıcaklık değişiminden etkilenmediği belirlenmiştir. Katkılı pulp tozlarının net izosterik sorpsiyon ısıları, katkısız olanlardan yüksek (daha az negatif) bulunmuştur.

2.2 Karayemiş

Karayemiş (*Prunus Laurocerasus L.*) *Rosaceae* familyasının *Prunoidea* alt familyasının *Prunus* cinsine ait bir bitki türünün meyvesidir (Özbek 1952). Bu bitkinin Orta ve Batı Asya, Güneydoğu Avrupa ve Anadolu orijinli olduğu bilinmektedir (İslam 2002). Ilımlı sıcaklık ve yüksek bağıl nem karayemişin yetişmesi için uygun koşullardır. Türkiye'de en çok Karadeniz Bölgesi'nde yetişir ve bu bölgede Taflan adıyla da bilinir. Ağaç ya da çalı şeklinde olmasına, yapraklarının şekline ve ekolojik şartlara dayanma derecesine göre farklı varyeteleri bulunur (Özbek 1952). Kırmızı-mor-siyah renkteki olgun meyveleri genellikle 25 Haziran-15 Temmuz tarihleri arasında hasat edilir. Ham haldeyken buruk tatta olan meyvelerin olgunlaştıkça buruklukları azalır, daha aromatik hale gelirler. Olgun meyvelerin ağırlığı 3.8-4.9 gram arasında değişir (Bostan 2001, İslam 2002).

Fazla bilinen bir meyve olmayan karayemişin kimyasal bileşimi ve fonksiyonel özellikleri son yıllarda araştırılmaktadır. Kimyasal bileşenleri Çizelge 2.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 2.4: Karayemiş çeşitlerindeki kimyasal bileşenler.

Bileşik		Değişim Aralığı	Kaynak
Şeker (%, kuru ağırlık)	Glukoz	14.0-27.62	Ayaz ve diğ. (1997a)
	Fruktoz	20.3-27.3	
	Sorbitol	10.2-14.2	
Toplam fenolik madde (mg/100 g)		11.9-54.8	Yavru (1997)
Fenolik asitler (%, kuru ağırlık)	Vanilik	1.70-4.46	Ayaz ve diğ. (1997b)
	Protokateşuik	≤ 0.1-0.85	
	p-Hidroksibenzoik	≤ 0.1-0.69	
	Kafeik	≤ 0.1-0.37	
C vitamini (mg/100 g)	p-Kumarik	≤ 0.1	Yavru (1997)
		108.6-133.0	
Yağ asitleri (%, kuru ağırlık)	Oleik (18:1)	0.69-1.56	Ayaz ve diğ. (1997b)
	Linoleik (18:2)	1.86-2.14	
	Palmitik (16:0)	0.71-1.07	
	Stearik (18:0)	0.41-0.66	

Karayemişte fonksiyonel açıdan en çok önem taşıyan bileşikler fenolik maddelerdir. Doğada birçok çeşidi bulunan fenoliklerin çoğu indirgen, tekli oksijen tutucu ve metallerle şelat oluşturucu olmalarından dolayı antioksidan aktiviteye sahiptir (Robards ve diğ. 1999). Karayemiş ekstraktının ve çekirdeklerinin antioksidan aktiviteye sahip olduğu ve bunun önemli bölümünün içeriğindeki fenolik bileşenlerden, özellikle de antosiyaninlerden kaynaklandığı Orhan ve diğ.'nin 2003 yılında yaptığı çalışmada ortaya konmuştur. Karayemişte belirlenen başlıca antosiyaninler ise siyanidin-3-arabinozid ve peonidin-3-arabinozittir (Macheix ve diğ. 1990). Karayemiş aynı zamanda antioksidan sınıfında yer alan C vitamini açısından da zengindir.

Liyana-Pathirana ve diğ. (2006), serbest radikal yakalama testi ile karayemişin ve karayemiş pekmezinin antioksidan aktivitesini, indirgenliğini ve insan LDL kolesterolünün oksidasyonunu engelleme derecesini incelemişlerdir. Yaş bazda pekmez antioksidan aktivitesinin yüksek olduğu görülürken, kuru bazda meyvelerin antioksidan aktivitesinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

2.2.1 Karayemişin değerlendirilme olanakları

Karayemiş bitkisi dört mevsim yeşil kalan güzel bir süs ve çit bitkisi olmasının yanı sıra, meyveleri geniş bir kullanım çeşitliliğine sahiptir. Karayemişler özellikle Karadeniz Bölgesi'nde taze veya kurutulmuş olarak tüketildikleri gibi, reçel, marmelat, konserve ve turşu olarak da değerlendirilir. Karayemiş aroma verici gıda katkıları olarak da kullanılmaktadır (İslam 2002).

Halk arasında tıbbi bitki olarak bilinen karayemiş mide ülseri, sindirim sistemi rahatsızlıkları, bronşit, egzama ve hemoroid gibi hastalıkların tedavisinde kullanılır (Baytop 1984). İdrar söktürücü ve bölgesel ağrılar üzerinde analjezik etkisi görülmüştür (Ayaz ve diğ. 1997). Karayemiş çekirdeğinden elde edilen yağlar kozmetik endüstrisinde kullanılmaktadır (Zlatanov ve Janakieva 1998).

Karayemiş çekirdeklerindeki etken madde olan amigdalin (D-mandelonitril-β-D-glukozido-6-β-D-glukozit) anti-kanserojen aktivitesi olduğu iddia edilen siyanojenik bir glikozittir (Rauws ve diğ. 1982). Bu madde "Laetrile" adı altında satılmaktadır ve Amerika'da 23 eyalette kanser tedavisi amacıyla oral kemoterapide kullanımı yasaldır (Newmark ve diğ. 1981).

Kaya ve Aydın (2008), karayemişin kuruma kinetiğini araştırmış, kurutmayı etkileyen iç (yoğunluk, geçirgenlik, gözeneklilik, sorpsiyon-desorpsiyon özellikleri) ve dış (sıcaklık, kurutma ortamının hızı ve bağıl nemi) parametreleri göz önüne alarak farklı sıcaklık ve bağıl nemlerdeki kuruma davranışlarını incelemişlerdir. Çalışma sonucunda sabit bir denge bağıl neminde denge nem içeriğinin sıcaklık arttırıldıkça azaldığı, sabit sıcaklıkta ise denge bağıl nemi arttırıldıkça arttığı görülmüştür. Kurutma havası sıcaklığının arttırılması ya da bağıl neminin azaltılması toplam kurutma süresini kısaltmıştır.

Korunması ve uzun süre depolanabilmesi açısından, diğer meyveler gibi karayemişin de kurutulması sık kullanılan bir yöntemdir. Ancak yapılan literatür araştırmasında bu meyveden toz eldesi ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Karayemiş (*Prunus laurocerasus L.*) 2012 yılı Ağustos ayı başında Artvin'den sağlanmıştır. Sapları ayıklandıktan sonra klorlu su ile yıkanmıştır. Fazla suyun uçması beklendikten sonra polietilen poşetlere konarak, derin dondurucuda -18 °C'de muhafaza edilmiştir. Kullanılan katkı maddeleri; maltodekstrin DE5, maltodekstrin DE47 ve trikalsiyum fosfat Roquette (İstanbul) ve Yılmaz Kimya (İstanbul) firmalarından temin edilmiştir.

3.2 Karayemiş Tozunun Hazırlanması

Dondurulmuş karayemişler derin dondurucudan çıkarılarak 18 saat süreyle buzdolabında (4°C) çözülmeye bırakılmıştır. Bıçak yardımıyla çekirdekleri çıkarılmıştır. Tezgah tipi karıştırıcıda (Waring Commercial Blendor, A.B.D.) parçalanmış, daha sonra homojenizatör (Ultra Turrax T 18 B, Germany) ile homojenize edilerek ince püre haline getirilmiştir. Karayemiş püresinin bileşimi Çizelge 3.1'de görülmektedir. Elde edilen püreye maltodekstrin DE5, maltodekstrin DE47 yaş ağırlığın %10'u veya TCP yaş ağırlığın %5,36'sı olacak şekilde eklenmiştir. Maltodekstrinler ile TCP'ın beraber kullanıldığı numuneler de hazırlanmıştır. Karayemiş püresine eklenen katkı maddelerinin yaş ve kuru bazda oranları ile toplam kuru madde oranı Çizelge 3.2'de verilmiştir. Karışımlar Petri kaplarına 5 mm tabaka halinde yayılarak dondurucuda (-18°C) 12 saat bekletilmiştir. Örnekler dondurarak kurutucuda (Armfield, İngiltere) -52°C sıcaklık, 100 mTorr basınç ve 18 saat süreyle kurutulmuştur. Kurutulan numuneler kahve öğütücüsü (Sinbo SCM-2914, Çin) ile öğütülerek toz hale getirilmiş ve 450 µm açıklıklı elekten geçirilerek meyve tozu elde edilmiştir. Örnekler iki tekrarlı olacak şekilde hazırlanmıştır.

Çizelge 3.1 : Karayemiş püresinin bileşimi.

Bileşen	Miktar (100 g'da)
Enerji	89 kcal
Nem	73,83 g
Kül	0,85 g
Protein	1,38 g
Karbonhidrat	16,67 g
Diyet lifi	6,95 g
Yağ	0,32 g
Toplam şeker	14,77 g
İnvert şeker	14,69 g

Çizelge 3.2 : Karayemiş püresi örneklerine eklenen katkı maddelerinin yaş ve kuru bazda oranları ile pürenin toplam kuru maddesi.

Örnek	Yaş bazda katkı maddesi oranı (%)	Kuru bazda katkı maddesi oranı (%)	Pürenin toplam kuru maddesi (%)
Maltodekstrin DE5	10	29,94	36
Maltodekstrin DE47	10	29,94	36
TCP	5,36	17,89	31,36
Maltodekstrin DE5 + TCP	15,36	47,83	41,36
Maltodekstrin DE47 + TCP	15,36	47,83	41,36

3.3 Nem Tayini

Karayemiş püresinde (2 gram) 70°C vakumlu etüvde 50 mm Hg basınçta gravimetrik yöntemle nem tayini yapılmıştır (AOAC, 1990). Karayemiş tozunda nem tayini için 2 gram numune kullanılmış ve 70°C'ye ayarlanmış etüvde 24 saat kurutularak nem içeriği gravimetrik yöntemle belirlenmiştir (AOAC, 1990).

3.4 Su Aktivitesi Ölçümü

Karayemiş tozunun su aktivitesi, su aktivitesi ölçüm cihazı (Protimeter, Meter House, Marlow, İngiltere) ile tespit edilmiştir.

3.5 Karayemiş Tozunun Fiziksel Özelliklerinin Ölçülmesi

Tüm ölçümler üç paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

3.5.1 Higroskopi ölçümü

Karayemiş tozu örneklerinin higroskopisini ölçmek amacıyla 2 gram toz %79.5 bağıl neme sahip ortamda dengeye getirilmiştir. Bu bağıl nem değerine sahip ortam, 20 °C’de kapaklı cam bir kavanozun dibinde bulunan aşırı doymuş amonyum klorür çözeltisi ile sağlanmıştır. Toz örneklerdeki kütle artışı, iki tartım arasındaki kütle farkı %0.5’ten az olana kadar ölçülmüştür. Higroskopi şu denklemlerle hesaplanmıştır (3.1).

$$\text{Hygro (\%)} = \frac{b/a+W_i}{1+b/a} \quad (3.1)$$

Denklemlerde b tozun ağırlığındaki artışı (g), a ölçüm için kullanılan toz ürün miktarını (g) ve W_i ölçümden önce toz ürünün içinde bulunan serbest haldeki su miktarını simgelemektedir (Haugaard ve diğ.,1978; Pisecky 1985).

3.5.2 Kekleşme derecesi ölçümü

Higroskopi ölçümünden sonra nemli örnekler 102 °C’de 50 mm Hg basınçta vakumlu fırında 1 saat tutulmuştur. Kuruyan ürünün soğuması beklendikten sonra ürün 495 mm (#32) elek açıklıklı elekten 5 dakika süreyle sallanarak geçirilmiştir. Elek üzerinde kalan ürünün kütlesi ölçülmüş ve kekleşme derecesi aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (3.2).

$$\text{DC (\%)} = \frac{c}{d} \times 100 \quad (3.2)$$

Bu formülde d kullanılan toz ürün miktarı (g), c elek üzerinde kalan miktar (g)’dir (Haugaard ve diğ.,1978; Pisecky 1985).

3.5.3 Dağılılabirlik ölçümü

Bir beherin içinde 3 gram meyve tozu ve 25 °C sıcaklıktaki 25 g su, 20 saniye süreyle cam bagetle 20 kez karıştırılmıştır. Elde edilen karışım 30 saniye beklendikten sonra, dibe çöken kısım kaldırılmamaya dikkat edilerek 212 µm açıklıklı elekten geçirilmiştir. Elek üzerinde kalan katı kısımda vakumlu fırın yöntemiyle nem tayini yapılmıştır. Dispersibilite aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (3.3).

$$DS (\%) = \frac{(W+a) S_p}{a \cdot S_j} \quad (3.3)$$

Bu formülde a kullanılan toz ürün miktarı (g), W kullanılan suyun ağırlığı, S_p toz üründe bulunan toplam katı (%) ve S_j ürüne su eklenip elekten geçirildikten sonraki toplam katı miktarı (%)'dir (Haugaard ve diğ.,1978; Pisecky 1985).

3.5.4 Renk analizi

Toz haldeki numuneler, iki tarafı boş plastik silindirler içinde el ile sıkıştırılmıştır. Sıkıştırılmış numunelerde ve katkı maddesi içermeyen karayemiş püresinde renkölçer (Conica Minolta Chromameter CR-400) ile 3 farklı noktadan renk ölçümü yapılmıştır. L*, a* ve b* değerleri kaydedilmiştir. Toplam renk değişimi (ΔE*), karayemiş püresinin renk değerleri referans alınarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (3.4) (Telis ve Navarrete 2009).

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (3.4)$$

3.5.5 Camsı geçiş sıcaklığı ölçümü

Karayemiş tozlarının camsı geçiş sıcaklığının tayini Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC Q10, TA Instruments, Kanada) ile yapılmıştır. Toz örnekler yaklaşık 10 mg tartılarak alüminyum DSC kaplarına konmuş ve kaplar hermetik olarak kapatılmıştır.

T_g ölçümü örnek hızlı bir şekilde -50°C'ye soğutulduktan sonra ısıtma hızı 10 °C/dk olacak şekilde 150°C'ye ısıtma yapılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen termogramlarda ısı akışının (W/g) sıcaklığa göre türevi (W/g °C) alınmış ve türev termogramındaki pik sıcaklığı camsı geçiş sıcaklığı olarak belirlenmiştir.

3.6 İstatiksel Analizler

Karayemiş tozlarının su içeriği, su aktivitesi ve fiziksel özelliklerine kullanılan katkı maddelerinin etkisi tek yöllü anova ile belirlenmiştir. Örnek ortalamaları arasındaki farklılıklar Tukey testi ile belirlenmiştir. İstatiksel analizlerde 0,05 önem düzeyi kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Meyve tozu örneklerinin eldesi sırasında, katkı maddesi içermeyen kontrol numunesi ve katkı maddesi içeren diğer numuneler arasında yapısal farklılık gözlemlenmiştir. Kontrol numunesi, öğütme ve eleme işlemleri sırasında kekleşme ve yapışkanlık sorunları göstermiştir (Şekil 4.1a). Öğütücünün çeperlerinde ve elek üzerinde kalan numune, kayba neden olmuştur. Depolama sürecinde kontrol numunesinde topaklanma meydana gelmiştir. Tek katkı maddesi içeren numunelerde, aynı sorunların daha az olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.1b). Maltodekstrin ve TCP'nin birlikte kullanıldığı numunelerde ise yapışkanlık, kekleşme ve topaklanma sorunları ile karşılaşılmamıştır (Şekil 4.1c).



(a)



(b)



(c)

Şekil 4.1 : Öğütme ve eleme işlemlerinin ardından karayemiş tozunun görünümü (a) Kontrol. (b) Maltodekstrin DE47 eklenmiş örnek. (c) Maltodekstrin DE5 ve TCP eklenmiş örnek.

4.1 Nem İçeriği

Örneklerin nem içerikleri %1,09 ile %2,43 arasında bulunmuştur (**Çizelge 4.1**). Katkı maddesi içermeyen kontrol numunesi en yüksek nem içeriğine sahiptir. Yaş bazda %10 oranında maltodekstrin DE5 ve maltodekstrin DE47 içeren numuneler, sırasıyla %1,65 ve %1,78, yaş bazda %5,36 **TCP** içeren numune %1,28, maltodekstrin DE5 + **TCP** ve maltodekstrin DE47 + **TCP** içeren numuneler ise sırasıyla %1,09 ve %1,14 nem içeriklerine sahip bulunmuştur. Katkı maddelerinin tamamı, örneklerin nem içeriğini azaltmıştır. İki tip maltodekstrin arasında, nem içeriğini azaltma bakımından önemli bir fark tespit edilmemiştir. **TCP**, örneklerin nem içeriğinin azaltılmasında maltodekstrinlerden daha etkili olmuştur. En düşük nem içeriği değerlerine, maltodekstrin ve trikalsiyumun birlikte kullanıldığı numunelerde ulaşılmıştır.

Çizelge 4.1 : Farklı katkı maddeleri ilavesiyle elde edilen karayemiş tozlarında nem içeriği ve su aktivitesi değerleri*.

Örnek	Nem tayini (%)	Su aktivitesi
Kontrol	2,43 ± 0,11 ^a	0,21 ± 0,01 ^a
Maltodekstrin DE5	1,65 ± 0,07 ^b	0,19 ± 0,01 ^b
Maltodekstrin DE47	1,78 ± 0,11 ^b	0,19 ± 0,01 ^b
TCP	1,28 ± 0,14 ^c	0,19 ± 0,01 ^b
Maltodekstrin DE5 + TCP	1,09 ± 0,11 ^{cd}	0,17 ± 0,00 ^c
Maltodekstrin DE47 + TCP	1,14 ± 0,07 ^d	0,18 ± 0,01 ^c

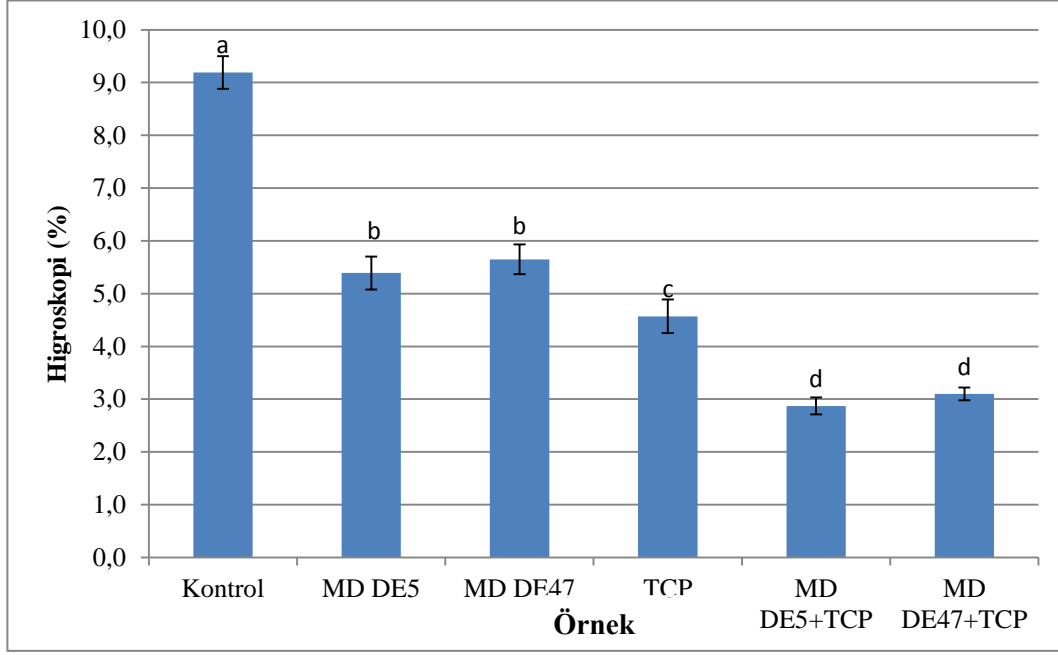
* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05).

4.2 Su Aktivitesi

Örneklerin su aktiviteleri 0,17-0,21 arasında ölçülmüştür (Çizelge 4.1). Katkı maddesi içermeyen kontrol numunesi en yüksek, maltodekstrin + TCP içeren numuneler en düşük su aktivitesine sahiptir. Katkı maddelerinin tamamının su aktivitesini azaltıcı etkisi olmuştur.

4.3 Higroskopik, Kekleşme Derecesi ve Dağılılabirlik Özellikleri

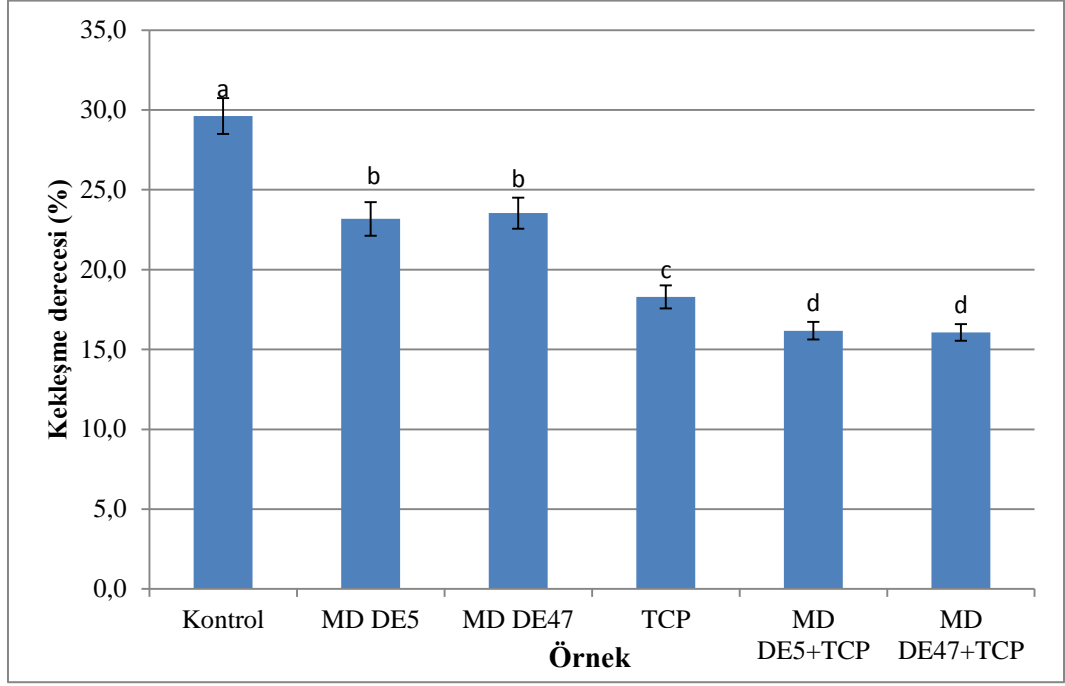
Örneklerde higroskopik değerleri %2,87 ve %9,19 arasında saptanmıştır (Çizelge A.1, Şekil 4.2). En yüksek higroskopik değeri kontrol numunesinde bulunmuştur. En düşük higroskopik değerine sahip numuneler maltodekstrin ve TCP ile hazırlanan numunelerdir. İki katkı maddesinin birlikte kullanıldığı numuneler en iyi sonucu vermiştir. Trikalsiyumun tek başına kullanımı, her iki maltodekstrinin tek başına kullanımından daha düşük higroskopik değerine sahip bir ürün elde edilmesini sağlamıştır. Katkı maddesi içeren numuneler arasında en yüksek higroskopik değerine sahip numuneler olan maltodekstrin DE5 ve maltodekstrin DE47 içeren numunelere ait sonuçlar, kontrol numunesi sonuçlarıyla karşılaştırıldığında, bu katkıların tek başlarına kullanımının dahi karayemiş tozunun higroskopik özelliğini oldukça iyileştirdiğini göstermiştir.



Şekil 4.2 : Farklı katkı maddeleri ilavesiyle elde edilen karayemiş tozlarında % higroskopi değerleri.

Literatürde meyve tozlarında higroskopinin iyileştirilmesi için farklı katkı maddeleri kullanılmıştır. Kuru bazda %35 ve %50 oranında maltodekstrin DE6 içeren kurutulmuş hurma tozunda higroskopi değeri sırasıyla %6,2 ve %4,0 bulunmuştur (Sablani ve diğ., 2008). Katkı maddesi içermeyen limon suyu tozunda higroskopi %12,7 olarak ölçülürken, yaş bazda %18 oranında arap zıncığı içeren limon suyu tozunda %7,2 ; aynı oranda maltodekstrin içeren üründe %6,8 olarak belirlenmiştir (Martinelli ve diğ., 2007). Katkı maddesi içermeyen mango tozunda higroskopi değerinin %7,2 ; çözünebilir kahvede %9,7 ; toz domates çorbası karışımında ise %5,4 olduğu belirtilmiştir (Jaya ve Das, 2005). Mango tozuna kuru bazda %55 maltodekstrin ve %1,75 TCP ilave edildiğinde higroskopi değeri %5,3'e düşmüştür (Jaya ve diğ., 2006). Bu çalışmada karayemiş tozunda ölçülen higroskopi değerleri literatürde bildirilen değerlere yakındır ve benzer olarak katkı maddeleri ilavesi ile higroskopide azalma sağlanmıştır.

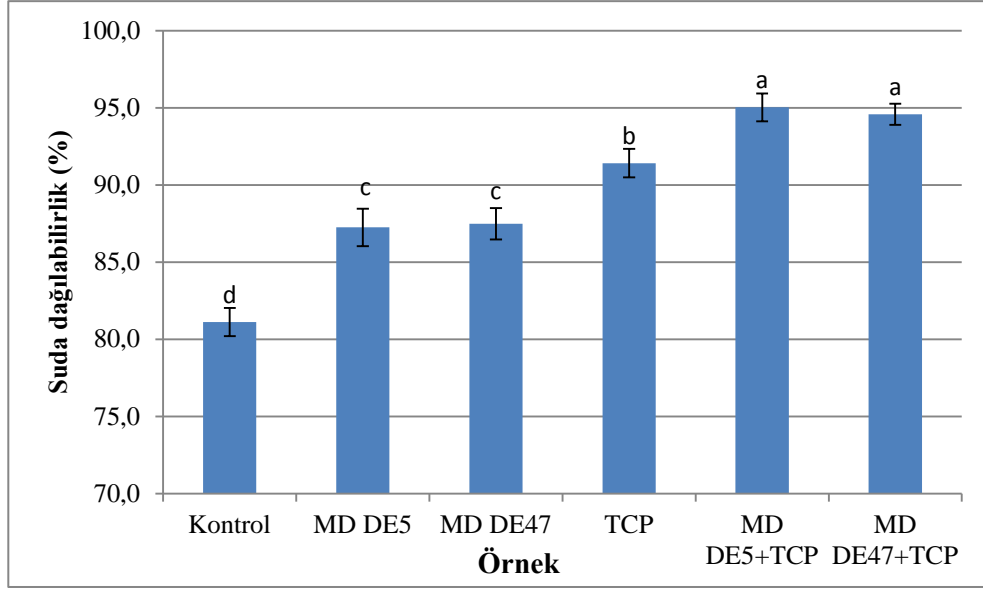
Karayemiş örneklerin kekleşme dereceleri %16,06-29,62 aralığında bulunmuştur (Çizelge A.1, Şekil 4.3). Kekleşme derecesi en yüksek olan numune kontrol numunesi, en düşük olan numune maltodekstrin + TCP ilave edilmiş numunelerdir. İki tip maltodekstrin arasında ne tek başlarına ne de TCP ile birlikte kullanıldıklarında önemli bir fark oluşmamıştır. TCP'nin tek başına kullanıldığı numunenin kekleşme derecesi, her iki maltodekstrinin tek başına kullanıldığı numunelerin kekleşme derecelerinden düşük bulunmuştur.



Şekil 4.3 : Farklı katkı maddeleri ilavesiyle elde edilen karayemiş tozlarında % kekleşme derecesi değerleri.

Kekleşme derecesi limon suyu tozunda %34,8 bulunmuş ; yaş bazda %18 arap zıkkı ve aynı oranda maltodekstrin eklendiğinde sırasıyla %24,2 ve %21,1'e düşmüştür (Martinelli ve diğ., 2007). Katkı maddesi içermeyen mango tozu, çözünebilir kahve ve domates çorbası karışımında kekleşme derecesi sırasıyla %18,4 ; %32,9 ve %9,6 olarak belirlenmiştir (Jaya ve Das, 2005). Mango tozuna kuru bazda %55 maltodekstrin ve %1,75 TCP ilavesi, kekleşme derecesini %5,9'a düşürmüştür (Jaya ve diğ., 2006). Karayemiş tozunda ölçülen kekleşme derecesi değerleri literatürde bildirilen değerlere benzerlik göstermektedir. Katkı ilave edilen mango tozunun kekleşme derecesinin katkı ilaveli karayemiş tozunun kekleşme derecesinden yüksek olmasının sebebi mango tozunda daha fazla katkı maddesi kullanılması, meyvelerin bileşimi ve tozların üretim yöntemindeki farklılıklardan kaynaklanmış olabilir.

Suda dağılılabilirlik değerleri %81,12-95,03 aralığındadır (Çizelge A.1, Şekil 4.4). Katkı maddelerinin tamamı dağılılabilirliği arttırmıştır. Dağılılabilirliği arttırmada etkili karışım, maltodekstrin + TCP içeren numuneler olmuştur. Maltodekstrin DE5 + TCP ilave edilmiş numune ile maltodekstrin DE47 + TCP ilave edilmiş numunenin dağılılabilirlik değerleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır. TCP tek başına kullanıldığında, her iki maltodekstrinin tek başlarına kullanıldıkları durumdan daha yüksek dağılılabilirlik değeri elde edilmiştir.



Şekil 4.4 : Farklı katkı maddeleri ilavesiyle elde edilen karayemiş tozlarında % suda dağılılırılık değerleri.

Dağılılırılık değeri literatürde mango tozu için %68,7 ; çözünebilir kahve için %99,97 ; domates çorbası karışımı için %69,2 olarak verilmiştir (Jaya ve Das, 2005). Karayemiş tozunda ölçülen dağılılırılık değerleri mango tozu ve domates çorbası karışımının değerlerindenedaha yüksek, çözünebilir kahve değerinden daha düşük bulunmuştur. Tozların bileşimi ve üretim yöntemlerindeki farklılıklar bu farklılıklara sebep olmuştur.

4.4 Renk

Karayemiş tozu örneklerinde katkı maddesi oranı arttıkça parlaklık (L^*) değerinde artma, yeşillik-kırmızılık (a^*) ve mavilik-sarılık (b^*) değerlerinde azalma gözlenmiştir (Çizelge 4.2). Karayemiş tozlarından renk ölçümü için hazırlanan numuneler Şekil 4.5'te gösterilmektedir. Toplam renk değişimi (ΔE^*) değeri karayemiş püresinin renk değerleri referans alınarak hesaplanmıştır. Bu değere göre pürenin renginden en az sapma kontrol numunesinde, en fazla sapma ise katkı maddesi en yüksek olan maltodekstrin ve trikalsiyum fosfatlı numunelerdir.

Çizelge 4.2 : Karayemiş püresi ve farklı katkı maddeleri ilavesiyle elde edilen karayemiş tozlarında renk değerleri¹.

Örnek	L*	a*	b*	ΔE^{*2}
Karayemiş püresi	19,68 ± 0,88 ^a	8,29 ± 0,61 ^a	-11,63 ± 0,69 ^d	0
Kontrol	33,39 ± 1,12 ^d	17,62 ± 0,56 ^a	9,12 ± 0,54 ^a	26,56 ± 0,58 ^a
Maltodekstrin DE5	43,35 ± 0,53 ^b	14,12 ± 0,48 ^c	6,24 ± 0,26 ^c	30,23 ± 0,72 ^{bc}
Maltodekstrin DE47	43,54 ± 0,91 ^b	14,25 ± 0,44 ^c	6,40 ± 0,26 ^c	30,49 ± 0,85 ^c
Trikalsiyum fosfat	38,63 ± 0,43 ^c	15,27 ± 0,42 ^b	7,15 ± 0,46 ^b	27,58 ± 0,98 ^{ab}
Maltodekstrin DE5 + trikalsiyum fosfat	50,68 ± 0,42 ^a	12,86 ± 0,75 ^d	5,63 ± 0,32 ^d	35,77 ± 0,56 ^d
Maltodekstrin DE47 + trikalsiyum fosfat	50,78 ± 0,99 ^a	12,90 ± 0,35 ^d	5,64 ± 0,42 ^d	35,87 ± 0,75 ^d

¹ Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05).

² Püreye göre toplam renk farkı



(a)



(b)



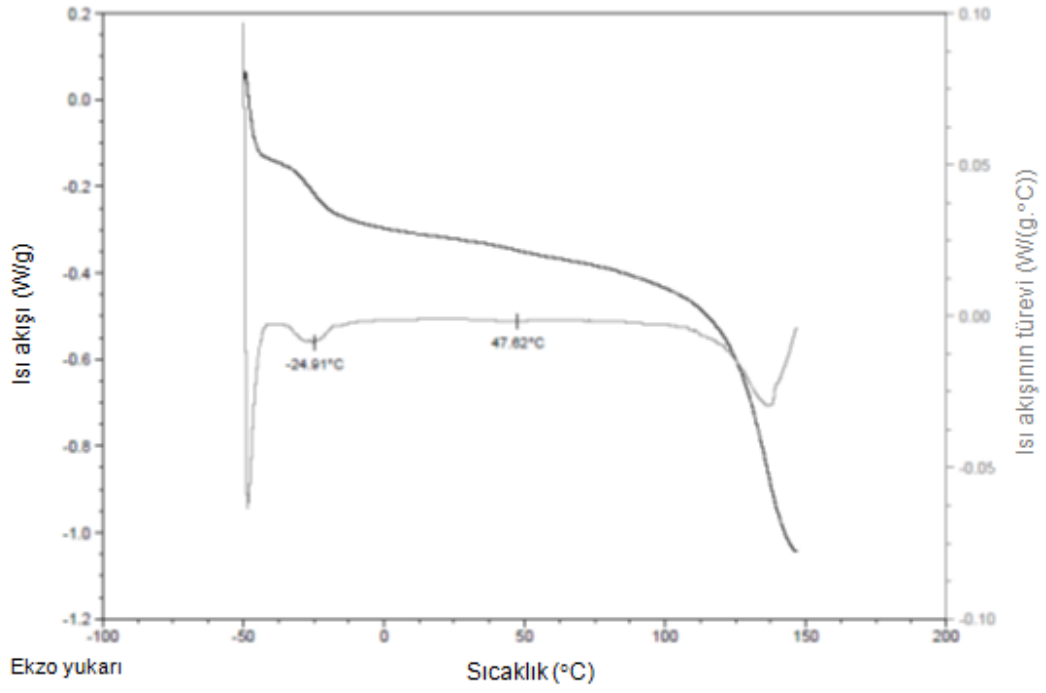
(c)

Şekil 4.5: Renk ölçümü için hazırlanan sıkıştırılmış karayemiştozu örneklerinin görünümü (a) Kontrol, (b) Maltodekstrin DE47 eklenmiş örnek, (c) Maltodekstrin DE47 ve TCP eklenmiş örnek.

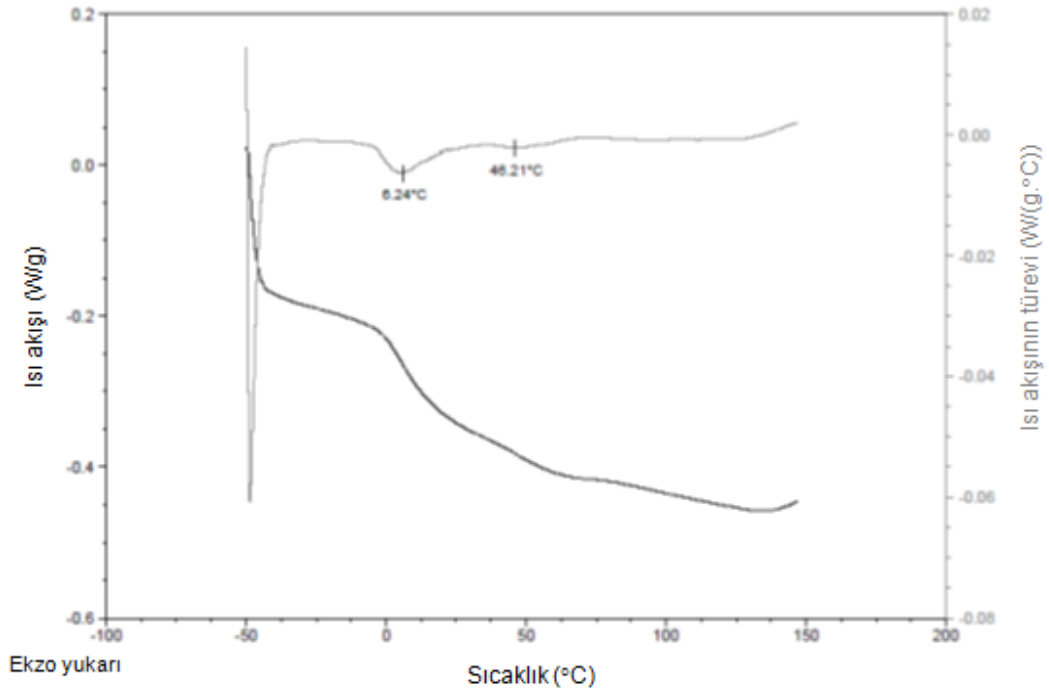
Telis ve Navarrete (2009) , eşit miktarlardaki düşük (DE 4-7) ve yüksek (DE 16,5-19,5) dekstroz eşdeğerliğine sahip maltodekstrin ve arap zıncığı ilave edildikten sonra dondurularak kurutulmuş greyfurt suyu tozu numunelerinde renk ölçümü yapmıştır. Arap zıncığı maltodekstrinlere oranla daha fazla olmak üzere, katkı maddelerinin tamamı L^* değerini arttırmıştır. Kırmızılık (a^*) ve sarılık (b^*) değerleri ise katkı maddesi ilavesiyle azalmıştır. Katkı maddesi ilavesiyle a^* değerinin b^* değerinden daha yüksek bir düşüş kaydettiği saptanmış ve bu durum katkıların hafif sarımsı renkte olması ile açıklanmıştır. Sprey kurutma yöntemi ile elde edilmiş portakal suyu tozunda da benzer şekilde, ilave edilen maltodekstrin miktarının artmasıyla L^* değeri artmış, a^* ve b^* değerleri azalmıştır (Shresta ve diğ., 2007b). Bu çalışmada da, karayemiş tozunda katkı ilavesi sonucunda renk değerlerinde benzer değişimler saptanmıştır.

4.5 Camsı Geçiş Sıcaklığı

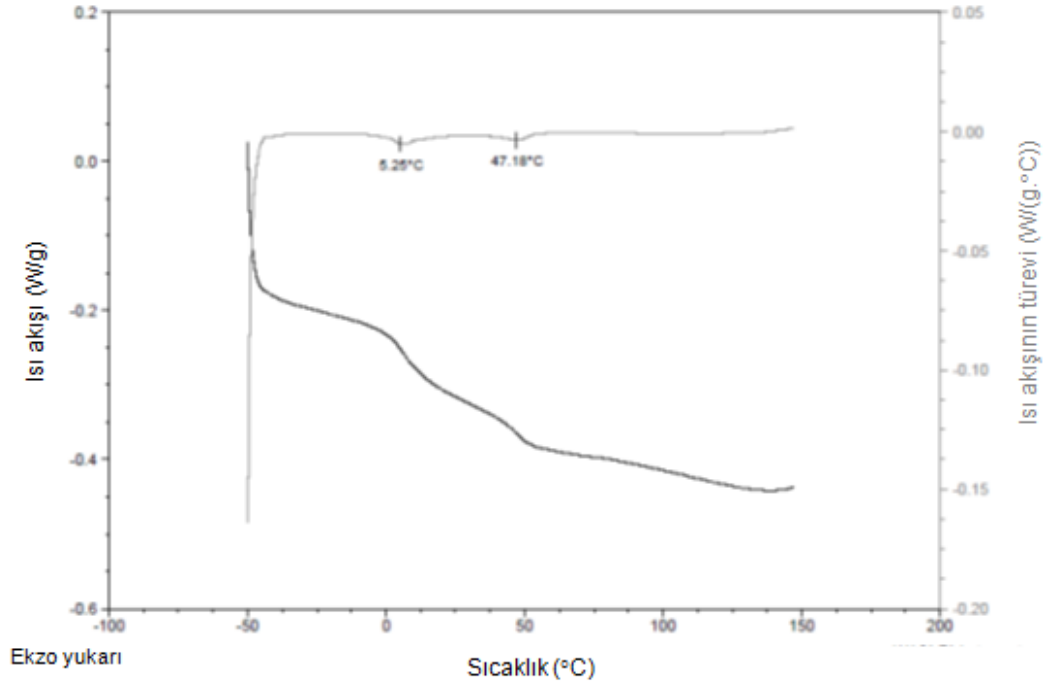
Örneklerde biri daha düşük olmak üzere iki camsı geçiş sıcaklığı saptanmıştır (Şekil 4.6a-c). İlk camsı geçiş sıcaklığı $-24,91-6,24^{\circ}\text{C}$ aralığında, ikincisi ise $47,18-53,80^{\circ}\text{C}$ aralığında değişmiştir (Çizelge 4.3). İki farklı T_g karayemiş tozlarında birbiriyle uyumlu olmayan bileşenlerden dolayı faz ayrışması olduğunu ve iki farklı faza ait T_g 'lerin gözlemlendiğini göstermektedir (Bair, 1994). Bu fazlara hangi bileşenlerin etki ettiğinin saptanması için ek çalışmalara ihtiyaç vardır.



(a)



(b)



(c)

Şekil 4.6 : Karayemiş tozlarının DSC ile elde edilen termogramları (a) Kontrol, (b) Maltodekstrin DE47 eklenmiş örnek, (c) Maltodekstrin DE47 ve TCP eklenmiş örnek.

Çizelge 4.3 : Farklı katkı maddeleri ilavesiyle elde edilen karayemiş tozlarında Tg (°C).

Örnek	T'g1 (°C)	Tg2 (°C)
Kontrol	-24,91 ± 0,27 ^d	47,62 ± 0,00 ^b
Maltodekstrin DE5	-5,79 ± 0,71 ^b	53,80 ± 0,65 ^a
Maltodekstrin DE47	6,24 ± 1,74 ^a	46,21 ± 1,86 ^b
TCP	-15,30 ± 0,95 ^c	46,32 ± 2,65 ^b
Maltodekstrin DE5 + TCP	5,87 ± 0,96 ^a	48,23 ± 0,51 ^b
Maltodekstrin DE47 + TCP	5,25 ± 0,44 ^a	47,18 ± 0,97 ^b

* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0,05).

Katkı maddelerinin tümü ilk camsı geçiş sıcaklığını yükseltmiştir. İlk Tg'de en fazla yükselme maltodekstrin ve trikalsiyum fosfatın beraber kullanıldığı numunelerde gözlenmiştir. İkincisini ise sadece maltodekstrin DE5 yükseltmiştir. Maltodekstrin DE5 daha yüksek molekül ağırlıklı bir polimer olduğundan ikinci Tg'yi yükseltmiş olabilir.

Literatürde bulunan çalışmalarda elde edilen camsı geçiş sıcaklığı değerleri, kullanılan katkı maddesinin cinsine ve miktarına ve numunelerin su aktivitesine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. %20 maltodekstrin kullanılarak enkapsüle edilmiş acerola meyvesi suyu için, 0,33 su aktivitesine sahip üründe camsı geçiş sıcaklığı 41,3°C olarak ölçülmüştür. Su aktivitesi 0,43'e yükseldiğinde Tg 27 °C'ye, 0,51'e yükseldiğinde ise 1,8°C'ye düşmüştür (Righetto ve Netto, 2005). Sarımsak tozunun camsı geçiş sıcaklığı, %0,5 nem içeriğine sahip numunelerde 45°C, %18 nem içeriğine sahip numunelerde -49,1°C olarak belirlenmiştir (Rahman ve diğ., yıl?). Kivi tozunun camsı geçiş sıcaklığı, nem oranı %0,0 iken 23,2°C bulunmuştur (Wang ve diğ., 2008). Kuru bazda %35 maltodekstrin içeren hurma tozunda camsı geçiş sıcaklığı 7,3°C'dir. Maltodekstrin miktarı %50'ye çıkarıldığında bu değer 44,4°C'ye yükselmiştir (Sablani ve diğ., 2008). Dondurularak kurutulmuş greylift tozunun hiçbir katkı maddesi kullanılmadığında 18°C olan camsı geçiş sıcaklığı, düşük ve yüksek DE'ye sahip maltodekstrin ve arap zıncı ilavesiyle 43 °C'ye kadar yükseltilebilmiştir (Telis ve Martinez-Navarrete, 2009). Syamaladevi ve diğ. (2010) ahududu tozunda Tg' değerini -63,1°C olarak tespit etmişlerdir. Portakal suyu tozuna kuru bazda %50 maltodekstrin eklendiğinde 66,4°C olan camsı geçiş sıcaklığı, maltodekstrin miktarı kuru bazda %75'e çıkarıldığında 97,3°C'ye yükselmiştir (Shresta ve diğ. 2007b).

Literatürdeki çalışmalarda meyve tozlarının Tg'nin su içeriğine göre değiştiği ve katkı ilavesi ile yükseltilebildiği görülmektedir. Maltodekstrinlerin kuru bazda %50'den fazla eklenmesi ile Tg önemli düzeyde yükseltilebilmiştir. Bu çalışmada, karayemiş tozunda kullanılan katkı maddesi oranı %50'den daha düşüktür, bu nedenle Tg çok fazla yükseltilememiştir. Karayemiş tozunda bulunan şekerler, asitler ve sorbitol de Tg'nin düşük olmasına neden olmuş olabilir.

Yapılan ölçümlere göre, katkı maddelerinin karayemiş tozunun fiziksel özelliklerini iyileştirdiği ancak bunun sadece Tg'yi yükseltme yoluyla olmadığı düşünülmektedir. Kurutma yardımcı katkı maddelerinin farklı mekanizmalarla toz ürünlerin fiziksel

zelliklerini iyileştirdikleri bildirilmektedir. Bu mekanizmalar, camsı geçiş sıcaklığının yükseltilmesi, nemin absorpsiyonu, toz parçacıkları tarafından nem absorpsiyonunu engelleyici bir yüzey oluşturulması ve toz parçacıklarının tüm yüzeyini kaplamasa da fiziksel bir engel oluşturulması olarak açıklanmaktadır (Telis ve Martinez-Naverrete, 2009).Bu çalışmada katkı maddelerinin bu mekanizmalar yoluyla karayemiş tozunun fiziksel özelliklerini iyileştirdiği düşünülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Karayemiş tozu bileşiminde bulunan şekerlerden dolayı üretim sırasında ve sonrasında yapışkanlık, kekleşme ve topaklaşmaya eğimli bir üründür. Tozun üretiminde maltodekstrin DE5 veya maltodekstrin DE47 ile birlikte trikalsiyum fosfatın kullanımı ile fiziksel özelliklerinin iyileştirilebileceği saptanmıştır.

Karayemiş tozunun üretiminde kullanılacak optimum maltodekstrin ve trikalsiyum fosfat oranlarının saptanması ve depolama sırasında fiziksel kalitesindeki değişimlerin belirlenmesi için ek çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu şekilde en iyi fiziksel özellikleri ve dayanıklılığı sağlayan bileşim belirlenebilecektir.

KAYNAKLAR

- Aguilera, J. M., de Valle, J. M., ve Karel, M.** (1995). Caking phenomenon in amorphous food powders. *Trends in Food Science and Technology*,**6**, 149-155.
- Audu, T. O. K., Loncin, M., Weisser, H.** (1978). Sorption isotherms of sugars. *Lebensm-Wiss. U-Technol.*,**11**, 31-34.
- Ayaz, F. A., Kadiođlu, A., Reunanen, M. ve Var, M.** (1997). Phenolic acid and fatty acid composition in the fruits of *Laurocerasus officinalis* Roem. and its cultivars. *J. Food Comp. Anal.*,**10**, 350-357.
- Bair, H. E.** (1994). Glass transition measurements by DSC. Standard Technical Publication 1249, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA, U.S.A.
- Baytop, T.** (1984). Therapy with medicinal plants in Turkey (past and present). Istanbul University Publication No. 3255.
- Bellows, R. J. ve King, C. J.** (1973). Product collapse during freeze-drying of liquid foods. *AICHE Symposium Series*,**69**, 33-41.
- Bhandari, B. R., Senoussi, A., Dumoulin, E. D. ve Lebert, A.** (1993). Spray drying of concentrated fruit juices. *Drying Technology*,**11(5)**, 33-41.
- Bhandari, B. R., Datta, N. and Howes, T.** (1997). Problem associated with spray drying of sugar-rich foods. *Drying Technology*,**15(2)**, 671-684.
- Bostan, S. Z.** (2001). Pomological traits of 'Su' cherry laurel. *J. Am. Pomol. Soc.*,**55**, 215-217.
- Camire, M. E., Dougherty, M. P. ve Briggs, J. L.** (2007). Functionality of fruit powders in extruded corn breakfast cereals. *Food Chemistry*,**101**, 765-770.
- Che Man, Y. B., Irwandi, J. ve Abdullah, W. J. W.** (1999). Effect of different types of maltodextrin and drying methods on physico-chemical and sensory properties of encapsulated durian flavour. *Journal of the Science of Food and Agriculture*,**79**, 1075-1080.
- Da Costa, J. M. C., De Freitas Felipe, E. M., Maia, G. A., Hernandez, F. F. F. ve Brasil, I. M.** (2009). Production and characterization of the cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) and guava (*Psidium guajava* L.) fruit powders. *Journal of Food Processing and Preservation*,**33**, 299-312.
- Downton, G. E., Flores-Luna, J. L. ve King, C. J.** (1982). Mechanism of stickiness in hygroscopic amorphous powders. *Industrial and Engineering Chemistry Fundamentals*,**21**, 447-451.
- Francis, D. ve Phelps, S. K.** (2003). Fruit and vegetable juice powders add value to cereal products. *Cereal Foods World*,**48**, 244-246.

- Franks, F.** (1991). Hydration phenomena: An update and implications for the food processing industry. In: *Water Relationships in Food*. pp. 1-19. Edited by Levine, H., Slade, L. Plenum Pres.
- Fontana, A. J.** (2000). Understanding the importance of water activity in food. *Cereal Food*,**45**(1), 7-10.
- Gabas, A. L., Telis, V. R. N., Sobral, P. J. A. ve Telis-Romero, J.** (2007). Effect of maltodextrin and arabic gum in water vapor sorption thermodynamic properties of vacuum dried pineapple pulp powder. *Journal of Food Engineering*,**82**, 246-252.
- GEA Niro.** (2011). Degree of caking. GEA Niro Analytical Method A 15 a. <http://www.niro.com/methods>.
- Haugaard Sorensen, I., Krag, J., Pisecky, J. ve Westergaard, V.** (1978). Methodes d'analyses des produits laitiers deshydratés. Copenhagen: Niro A/S.
- Islam, A.** (2002). Cherry laurel (*Prunus Laurocerasus*). *New Zeal. J. Crop. Hort.*,**30**, 301-302.
- Jaya, S. ve Das, H.** (2004). Effect of maltodextrin, glycerol monostearate and tricalcium phosphate on vacuum dried mango powder properties. *Journal of Food Engineering*,**63**, 125-134.
- Jaya, S. ve Das, H.** (2005). Accelerated storage, shelf life and color of mango powder. *Journal of Food Processing and Preservation*,**29**, 45–62.
- Jaya, S., Das, H. ve Mani, S.** (2006). Optimization of maltodextrin and tricalcium phosphate for producing vacuum dried mango powder. *International Journal of Food Properties*,**9**, 13-24.
- Jaya, S. ve Das, H.** (2009). Glass transition and sticky point temperatures and stability/mobility diagram of fruit powders. *Food Bioprocess Technol.*,**2**, 89-95.
- Karatas, S. ve Esin, A. A.** (1990). A Laboratory Scraped Surface Drying Chamber for Spray Drying of Tomato Paste. *Lebensm Wiss Technol.*,**23**, 354–357.
- Kaya, A. ve Aydın, O.** (2008). Experimental investigation of drying kinetics of cherry laurel. *Journal of Process Engineering*,**31**, 398-412.
- Kmiecik, W. ve Lisiewska, Z.** (1999). Effect of pretreatment and conditions and period of storage on some quality indices of frozen chive (*Allium schoenoprasum* L.). *Food Chemistry*,**67**, 61-66.
- Levi, G. ve Karel, M.** (1995). The effect of phase transitions on release of n-propanol entrapped in carbohydrate glasses. *Journal of Food Engineering*,**24**(1), 1-13.
- Liyana-Pathirana, C. M., Shahidi, F. ve Alasalvar, C.** (2006). Antioxidant activity of cherry laurel fruit (*Laurocerasus officinalis* Roem.) and its concentrated juice. *Food Chemistry*,**99**, 121-128.

- Lloyd, R. J., Chen, D. X. ve Hargreaves, J. B.** (1996). Glass transition and caking of spray dried lactose. *International Journal of Food Science and Technology*,**31**, 305-311.
- Macheix, J. J., Fleuriet, A. ve Billot, J.** (1990). Fruit Phenolics. CRC Press.
- Martinelli, L., Gabas, A. L. ve Telis-Romero, J.** (2007). Thermodynamic and quality properties of lemon juice powder as affected by maltodextrin and gum arabic. *Drying Technology*,**25**, 2035-2045.
- Newmark, J., Brady, R. O., Grimley, P. M., Gal, A. E., Waller, S. G. ve Thistlethwaite, J. R.** (1981). Amygdalin (Laetrile) and prunasin β -glucosidases: Distribution in germ-free rat and in human tumor tissue. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*,**78**, 6513-6516.
- Nussinovitch, A.** (1997). Hydrocolloid Applications-Gum Technology in the Food and Other Industries. Blackie Academic and Professional.
- Oetjen, G. W., Haseley, P.** (2004). Freeze-Drying. Wiley-VCH.
- Orhan, I., Aydın, A., Şener, B. ve Işimer, A. I.** (2003). Free radical scavenging activities of some edible fruit seeds. *Pharmaceut. Biol.*,**41**, 163-165.
- Ough, L. D. ve Lloyd, N. E.** (1965). Automated determination of the dextrose equivalent of corn starch hydrolisates. *Cereal Chemistry*,**42**, 1-14.
- Özbek, S.** (1952). Karayemis (*Prunus laurocerasus* L.). *Ankara Üniv. Zir. Fak. Yill.*,**2**, 309-314.
- Peleg, M., ve Hollenbech, A. M.** (1984). Flow conditioners and anti caking agents. *Food Technology*,**38**, 91-100.
- Pisecky, J.** (1985). Standards, specifications and test methods for dry milk products: in *Concentration and Drying of Foods*. pp. 203-220. Edited by Diarmuid M. C. Elsevier Science Publishing.
- Rahman, M. S., Sablani, S. S., Al-Habsi, N., Al-Maskri, S., Al-Belushi, R.** (2005). State diagram of freeze-dried garlic powder by differetial scanning calorimetry and cooling curve methods. *Journal of Food Science*,**70**, 135-141.
- Rauws, A. G., Olling, M. ve Timmerman, A.** (1982). The pharmacokinetics of amygdalin. *Arch. Toxicol.*,**49**, 311-319.
- Righetto, A. M. ve Netto, F. M.** (2005). Effect of encapsulating materials on water sorption, glass transition and stability of juice from immature acerola. *International Journal of Food Properties*,**8**, 337-346.
- Robards, K., Prenzler, P. D., Tucker, G., Swatsitang, P. ve Glover, W.** (1999). Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. *Food Chem.*,**66**, 401-436.
- Roos, Y. H.** (1993). Melting and glass transitions of low molecular weight carbohydrates. *Carbohydrate Research*,**238**, 39-48.
- Roos, Y. H.** (1995). Glass transition—related physicochemical changes in foods. *Food Technology*,**49**, 97-102.

- Roos, Y. H. ve Karel, M.** (1991a). Phase transition of amorphous sucrose and sucrose solution. *Journal of Food Science*,**56**, 266–267.
- Roos, Y. H. ve Karel, M.** (1991b). Plasticizing effect of water on thermal behavior and crystallization of amorphous food models. *Journal of Food Science*,**56(1)**, 38-43.
- Roos, Y. H. ve Karel, M.** (1991c). Phase transitions of mixtures of amorphous polysaccharides and sugars. *Biotechnological Progress*,**7**, 49–53.
- Roos, Y. H., Karel, M. ve Kokini, J. L.** (1996). Glass transitions in low moisture and frozen foods: Effect on shelf life and quality. *Food Technology*,**50(11)**, 95-108.
- Sablani, S. S., Kasapis, S., Rahman, M. S., Al-Jabri, A. Ve Al-Habsi, N.** (2004). Sorption isotherms and the state diagram for evaluating stability criteria of abalone. *Food Research International*,**37**, 915-925.
- Sablani, S. S., Shrestha, A. K. ve Bhandari, B. R.** (2008). A new method of producing date powder granules: Physicochemical characteristics of powder. *Journal of Food Engineering*,**87**, 416-421.
- Schwarz, H. W. ve Penn, F. E.** (1948). Production of orange juice concentrate and powder. *Industrial Engineering Chemistry*,**40(5)**, 938–944.
- Senoussi, A., Dumoulin, E. D. ve Berk, Z.** (1995). Retention of diacetyl in milk during spray-drying and storage. *Journal of Food Science*,**60(5)**, 894-905.
- Shrestha, A. K., Howes, T., Adhikari, B. P., Wood, B. J. ve Bhandari, B. R.** (2007a). Effect of protein concentration on the surface composition, water sorption and glass transition temperature of spray-dried skim milk powders. *Food Chemistry*,**104**, 1436-1444.
- Shrestha, A. K., Ua-arak, T., Adhikari, B. P., Howes, T., Bhandari, B. H.** (2007b). Glass transition behavior of spray dried orange juice powder measured by differential scanning calorimetry (DSC) and thermal mechanical compression test (TMCT). *International Journal of Food Properties*,**10**, 661-673.
- Silva, M. A., Sobral, P. J. A. ve Kieckbusch, T. G.** (2006). State diagrams of freeze-dried camu-camu (*Myrciaria dubia* (HBK) Mc Vaugh) pulp with and without maltodextrin addition. *Journal of Food Engineering*,**77**, 426-432.
- Slade, L. ve Levine, H.** (1991). Beyond water activity: Recent advances based on an alternative approach to the assessment of food quality and safety. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*,**30**, 115–360.
- Slade, L. ve Levine, H.** (1994). Water and the glass transition—Dependence of the glass transition on composition and chemical structure: Special implications for flour functionality in cookie baking. *Journal of Food Engineering*,**22**, 143–188.
- Syamaladevi, R. M., Sablani, S. S., Tang, J., Powers, J. ve Swanson, B. G.** (2009). State diagram and water adsorption isotherm of raspberry (*Rubus idaeus*). *Journal of Food Engineering*,**91**, 460-467.

- Syamaladevi, R. M., Sablani, S. S., Tang, J., Powers, J. ve Swanson, B. G.** (2010). Water sorption and glass transition temperatures in red raspberry (*Rubus idaeus*). *Thermochimica Acta*,**503-504**, 90-96.
- Tambunan A. H., Yudistira, Kisdiyani ve Hernani.** (2001). Freeze drying characteristics of medicinal herbs. *Drying Technology*,**19(2)**, 325-331.
- Telis, V. R. N., Sobral, P. J. A. ve Telis-Romero, J.** (2006). State diagram for freeze-dried plum and glass transitions of plum skin and pulp, in *Water Properties of Food, Pharmaceutical, and Biological Materials*. pp. 689-695. Edited by Buera, M. P., Welti-Chanes, J., Lillford, P. J., Corti, H. R. CRC Press.
- Telis, V. R. N. ve Martínez-Navarrete N.** (2009). Collapse and color changes in grapefruit juice powder as affected by water activity, glass transition and addition of carbohydrate polymers. *Food Biophysics*,**4**, 83–93.
- To, E. C. ve Flink, J. M.** (1978). Collapse, a structural transition in freeze dried carbohydrates II. Effect of solute composition. *Journal of Food Technology*,**13**, 567-581.
- Tonon, R. V., Brabet, C., Pallet, D., Brat, P. ve Hubinger, M. D.** (2009). Physicochemical and morphological characterisation of açai (*Euterpe oleraceae* Mart.) powder produced with different carrier agents. *International Journal of Food Science and Technology*,**44**, 1950-1958.
- Tsourouflis, S., Flink, J. M. ve Karel, M.** (1976). Loss of structure in freeze-dried carbohydrates solutions: Effect of temperature, moisture content and composition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*,**27**, 509-519.
- Wang, H., Zhang, S., Chen, G.** (2008). Glass transition and state diagram for fresh and freeze-dried Chinese gooseberry. *Journal of Food Engineering*,**8**, 307-312.
- Yavru, İ.** (1997). Karayemiş (*Prunus Laurocerasus* L.) meyvelerinde gelişme ve olgunlaşmaya bağlı olarak bazı organik madde miktarları ile polifenol oksidaz aktivitesindeki değişimlerin araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış)*.
- Zlatanov, M. ve Janakieva, I.** (1998). Phospholipid composition of some fruit-stone oils of Rosaceae species. *Fett/Lipid*,**7**, 312-315.

EKLER

Çizelge A.1 : Farklı katkı maddeleri ilavesiyle elde edilen karayemiş tozlarında higroskopi, kekleşme derecesi ve suda dağılıbilirlik değerleri

Örnek	Higroskopi (%)	Kekleşme derecesi (%)	Dağılıbilirlik (%)
Kontrol	9,19 ± 0,31 ^a	29,62 ± 1,13 ^a	81,12 ± 0,91 ^d
Maltodekstrin DE5	5,39 ± 0,31 ^b	23,18 ± 1,05 ^b	87,25 ± 1,22 ^c
Maltodekstrin DE47	5,65 ± 0,28 ^b	23,54 ± 0,97 ^b	87,49 ± 1,02 ^c
Trikalsiyum fosfat	4,57 ± 0,32 ^c	18,29 ± 0,72 ^c	91,41 ± 0,92 ^b
Maltodekstrin DE5 + trikalsiyum fosfat	2,87 ± 0,16 ^d	16,17 ± 0,55 ^d	95,03 ± 0,90 ^a
Maltodekstrin DE47 + trikalsiyum fosfat	3,10 ± 0,12 ^d	16,06 ± 0,52 ^d	94,58 ± 0,69 ^a

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Ela Ergüney

Doğum Yeri ve Tarihi: İstanbul / 07.07.1984

Adres: Merkez Mah. Özyurt Sk. ŞafakApt. No:9 Daire:18 Küçükyalı, Maltepe / İST

E-Posta: elaerguney@gmail.com

Lisans: Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü

Yüksek Lisans: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda
Mühendisliği Yüksek Lisans Programı