

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**NAR SUYUNA FARKLI ORANLARDA MALTODEKSTRİN EKLENEREK
PÜSKÜRTMELİ KURUTUCU İLE NAR SUYU TOZU ELDE EDİLMESİ
ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA**

Mehmet YAŞAR

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2008**

Yrd. Doç. Dr. Hasan VARDİN danışmanlığında, Mehmet YAŞAR'ın hazırladığı “**Nar Suyuna Farklı Oranlarda Maltodekstrin Eklenecek Püskürtmeli Kurutucu İle Nar Suyu Tozu Elde Edilmesi Üzerine Bir Çalışma**” konulu bu çalışma 05/12/2008 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Hasan VARDİN

Üye: Prof. Dr. A. İbrahim HAYOĞLU

Üye: Yrd. Doç. Dr. A. Coşkun DALGIÇ

Bu Tezin Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Prof. Dr. İbrahim BOLAT
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Harran Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir.
Proje No: 834

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER	4
2.1. Nar ve Narın Bileşimi.....	4
2.2. Narın Değerlendirilmesi.....	6
2.2.1. Nar suyu.....	7
2.2.2. Nar suyu konsantresi.....	7
2.3. Kurutulmuş Gıda Üretimi.....	8
2.3.1. Kurutmanın tanımı, önemi ve kuruma olayı.....	8
2.3.2. Kurutmanın avantajları.....	9
2.3.3. Kurutma sırasında üründe meydana gelen değişiklikler.....	9
2.3.4. Kurutma işlemi üzerine etkili faktörler.....	10
2.3.5. Kurutma ile ilgili bazı kavramlar.....	11
2.4. Püskürtmeli Kurucular İle Kurutma.....	12
2.5. Meyve Suyu Tozu Üretimi.....	13
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	16
3.1. Materyal.....	16
3.2. Yöntem.....	16
3.2.1. Nar suyu tozu üretimi.....	16
3.2.2. Analizler.....	18
3.2.2.1. pH tayini.....	18
3.2.2.2. Titrasyon asitliği tayini.....	19
3.2.2.3. Suda çözünür kuru madde (ÇKM) tayini.....	20
3.2.2.4. Nar suyu tozu verimi.....	20
3.2.2.5. Nem miktarı.....	20
3.2.2.6. Çözünürlük.....	20
3.2.2.7. Higroskopiklik.....	21
3.2.2.8. Su aktivitesi.....	21
3.2.2.9. Toplam yoğunluk.....	21
3.2.2.10. Renk.....	21
3.2.2.11. Camsı geçiş sıcaklık derecesi.....	22
3.2.3. Duyusal analizler.....	22
3.2.4. İstatistiksel analizler	22
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	24
4.1. Nar Suyu Tozu Üretiminde Kullanılan Konsantrenin ve Maltodekstrinin Özellikleri.....	24
4.2. Nar Suyu Tozu Ön Deneme Üretimleri ve Ürünlerin Özellikleri.....	25
4.3. Nar Suyu Tozu Üretimi ve Ürünlerin Özellikleri.....	27
4.3.1. Nar suyu tozu verimi.....	27
4.3.2. Elde edilen toz ürünlerin fizikokimyasal özellikleri.....	29
4.3.2.1. Nem ve çözünürlük.....	29
4.3.2.2. Higroskopiklik.....	30
4.3.2.3. Su aktivitesi.....	31
4.3.2.4. Yoğunluk.....	32
4.3.2.5. Renk.....	33
4.3.2.6. Camsı geçiş sıcaklığı.....	34
4.3.3. Elde edilen toz ürünlerin duyu özellikleri.....	35

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	38
KAYNAKLAR	41
ÖZGEÇMİŞ	43
ÖZET	44
SUMMARY	46

ÖZ

Yüksek Lisans Tezi

**NAR SUYUNA FARKLI ORANLARDA MALTODEKSTRİN EKLENEREK
PÜSKÜRTMELİ KURUTUCU İLE NAR SUYU TOZU ELDE EDİLMESİ
ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA**

Mehmet YAŞAR

**Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Yrd. Doç. Dr. Hasan VARDİN
Yıl: 2008, Sayfa: 47**

Bu çalışmada, nar suyu konsantresi laboratuvar tipi bir püskürtmeli kurutucuda kurutulmuştur. Kurutma haznesi ve siklon seperatördeki yapışma probleminin giderilmesi için kurutma yardımcı maddesi olarak DE 7 ve DE18 değerli maltodekstrin kullanılmıştır. Nar suyu tozunun kurutulabilmesi için farklı maltodekstrinler, hazırlanan karışımdaki maltodekstrin konsantrasyonları ve kurutma şartları belirlenmiştir. Kurutma yardımcı maddesi olarak DE7 maltodekstrin ve nar suyu konsantresi / maltodekstrin oranının da ≤ 1 olması gerektiği tespit edilmiştir. Kurutmada; sıcak hava giriş ve çıkış sıcaklıkları sırasıyla 110°C, 78°C olarak, kurutmaya giren hammaddenin ÇKM değeri ise 40 briks olarak belirlenmiştir. Elde edilen tüm ürünlerin fiziksel ve duyuusal özellikleri higroskopiklik dışında, kabul edilir seviyelerde bulunmuştur.

ANAHTAR KELİMELER: Nar suyu tozu, kurutma yardımcı maddesi, maltodekstrin, yapışkanlık

ABSTRACT

MSc Thesis

A STUDY ON PRODUCTION OF POMEGRANATE JUICE POWDER VIA SPRAY DRIER BY ADDING DIFFERENT QUANTITIES OF MALTODEXTRIN TO POMEGRANATE JUICE

Mehmet YAŞAR

**Harran University
Graduate School of Naturel and Applied Sciences
Department of Food Engineering**

**Supervisor: Assist. Prof. Dr. Hasan VARDİN
Year: 2008, Page: 47**

In this study, pomegranate juice powder was produced with a lab scale spray dryer. The problem of stickiness in the drying chamber and cyclone was overcome through the use of DE7 and DE18 maltodextrins as drying aid agents. For each type of maltodextrin, the dryer operating conditions and the minimum concentration of maltodextrin in the feed, necessary for successful powder production, were determined. The maximum ratio of (pomegranate juice solids/maltodextrin solids) achieved was ≤ 1 and was made possible with the use of DE7 maltodextrin. The inlet and outlet drying air temperatures were 110°C and 78°C, respectively, while the feed contained 40 brix total solids. The physical and sensory properties of all powders produced were determined and found to be satisfactory, the only exception being their high hygroscopicity.

KEY WORDS: Pomegranate juice powder, drying aids, maltodextrin, stickiness

TEŞEKKÜR

Tez konumun seçiminden araştırmanın yürütülmesi ve değerlendirilmesine kadar, her konuda bana yardımcı olan değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr.Hasan VARDİN'e, tez çalışmasının yürütülmesi ve yazılması esnasında düşünce ve önerileriyle de bana yol gösteren Yrd. Doç. Dr. Mutlu Buket AKIN ve Öğr.Gör. Belgin VARDİN'e, belirli analizlerin yapılmasında sınırsız desteklerini sunan Gaziantep Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyeleri Yrd.Doç.Dr. A.Coşkun DALGIÇ ve Yrd.Doç.Dr. K. Bülent BELİBAĞLI'ya, çalışma boyunca yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Avni KIRMACI, Arş.Gör. Mehmet KÖTEN'e, benim bugünlere gelmemi sağlayan sevgili babama ve anneme, maddi-manevi beni her zaman destekleyen sevgili eşime çok teşekkür ederim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 3.1. Nar suyu tozu üretimi akış şeması	18
Şekil 3.2. Nar suyu tozu üretiminde kullanılan püskürtmeli kurutucu.....	19
Şekil 3.3. Duyusal analiz formu.....	23

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 2.1. Nar meyvesinin ve suyunun bazı bileşim özellikleri.....	5
Çizelge 3.1. Nar suyu tozu için deneysel işlem tablosu.....	17
Çizelge 4.1. Nar suyu ve konsantresinin bazı özellikleri.....	24
Çizelge 4.2. Maltodekstrinlerin bazı özellikleri	25
Çizelge 4.3. Farklı kurutma sıcaklıklarında nar suyu tozu üretiminde alınan sonuçlar...	26
Çizelge 4.4. Denemelerde uygulanan plan ve elde edilen nar suyu tozu verimleri.....	28
Çizelge 4.5. Elde edilen nar suyu tozlarının nem ve çözünürlük değerleri.....	29
Çizelge 4.6. Nar suyu tozlarının hidroskopiklik değerleri(g su/kg katı madde/dk.).....	30
Çizelge 4.7. Elde edilen nar suyu tozlarının su aktivitesi (a_w)değerleri.....	31
Çizelge 4.8. Nar suyu tozlarının yoğunluk değerleri (g/cm^3).....	32
Çizelge 4.9. Nar suyu tozlarının L^* , a^* , b^* renk değerleri	33
Çizelge 4.10. Nar suyu tozu örneklerinin camsı geçiş sıcaklıkları (T_g °C).....	35
Çizelge 4.11. Sabit sıcaklıkta, DE7 ve DE18 için farklı oranlarda ilave edilen MD ile elde edilen nar suyu tozu içeceğinin duyu analizi puanları).....	36
Çizelge 4.12. NSK/MD oranı 33/67 olan, DE7 den hazırlanan ve farklı sıcaklıklarda kurularak elde edilen nar suyu tozu içeceklerinin duyu analizi puanları.....	37

1. GİRİŞ

Nar, *Punicaceae* familyasının *Punica* cinsine ait olup, en önemli türü *Punica granatum* L.`dur (Onur, 1988). Kültür tarihi M.Ö.3000 yıl öncesine kadar gitmektedir. Anavatanı bazı kaynaklara göre Güney ve Güney-Batı Asya, bazı kaynaklara göre ise İran, Anadolu ve Güney Kafkasya'dır (LaRue, 1980; Elyatem, 1984; Godara, 1991).

Narın kutsal kitaplarda, eski Mısır, Yunan ve Roma efsanelerinde adından söz edilmektedir. Değişik inançlara göre, danelerin bolluğu; bazen bir toplumu, bazen bereketi, kırmızı rengi ise, bazen kan ve vahşeti bazen ateşi temsil etmiştir (Dokuzoğuz, 1978; Onur, 1982). Nar, yetiştirilemeyen Orta ve Kuzey Avrupa ülkelerinde "doğunun esrarlı, büyülü havasını yansıtan egzotik bir meyve" olarak bilinmekte ve yeni yeni tanınmaktadır (Vardin ve Abbasoğlu, 2003). Ülkemiz, narın yetiştirilme sınırları içinde olması nedeniyle büyük ölçüde çeşit ve form zenginliği göstermektedir. İstatistik verilere göre başta Akdeniz, Ege ve Güneydoğu olmak üzere Türkiye'nin 48 ilinde nar üretimi yapılmaktadır (DİE, 2002).

Nar, yurdumuzda genellikle sofralık olarak taze tüketilmektedir. Narın taze olarak tüketiminin en büyük olumsuz yönü, yenmesindeki zahmetten ve çekirdeklerinin genellikle iri ve sert olmasından kaynaklanmaktadır (Cemeroğlu, 1977). Bu olumsuzluklardan kurtulmak ve sofralık olarak tüketilmeyen kırmızı ve ekşi çeşitleri değerlendirmek için Güneydoğu Anadolu Bölgesinin birçok yöresinde evlerde nar ekşisi veya nar pekmezi denilen konsantre üretilmektedir. Bu konsantre çorba, salata ve özel yemeklerde (lahmacun, kısır, köfte, vb.) kullanılmaktadır. Narın meyve suyu, gazlı içecek ve şekerleme ürünlerine veya dane kurutma ile kuru nar tanesine de işlenebileceği belirtilmektedir (Saxena, 1987; Vardin, 2000).

Gıdaların kurutulması, gıda maddesinin içerdiği suyun belirli bir kısmının uzaklaştırılması işlemidir. Bu işlem ile; gıdanın su içeriği azaltılarak enzimatik ve mikrobiyolojik bozulmalar sınırlandırılır. Raf ömrü artan ürünler daha uzun süreli kullanılabilirlik kazanır, ambalajlama, taşıma ve depolamada kolaylık sağlanır, muhafazası ve depolanması daha kolay ve ucuzdur. Kurutulmuş gıdaların diğer muhafaza yöntemlerinden farklı olarak, suyu azaltılarak besin öğeleri yoğunlaştırılmış olduğundan, besin değerleri artırılmıştır. Özel kullanım alanları vardır, tüketilmeleri daha kolay ve çabuk olur, ambalajı açıldıktan sonra parçalı olarak tüketilebilir. Kurutma diğer muhafaza ve işleme yöntemlerine göre daha az teknoloji, işçilik ve makineye gereksinim duyduğundan, en ucuz ürün değerlendirme yöntemidir (Vardin ve Binici, 2006)

Gıda proseslerinde farklı gıdalar için çeşitli kurutma sistemleri kullanılmaktadır. Sıvı gıdalara genel olarak uygulanan yöntem püskürterek kurutmadır. Püskürterek kurutmada ilke, kurutulacak ürünün atomize edilmesiyle son derece geniş bir yüzey kazandırılması ve böylece sıcak hava içinde hızlı bir kuruma sağlanmasıdır. Damlacıklardan suyun buharlaşması o kadar hızlıdır ki, hem kuruyan ürünün sıcaklığı ıslak termometre derecesinin oldukça altında kalır, hem de kuruma çoğunlukla 1-20 saniye gibi kısa bir sürede gerçekleşir (Mc Rea ve ark., 1993).

Meyve suları ve ekstraktları gibi zengin şeker içeriğine sahip gıdalardan elde edilen toz ürünler için püskürtmeli kurutma işlemi çok fazla tercih edilen işleme yöntemidir. Bu toz ürünler çok fazla higroskopiktirler ve bu özellik onlarda çok yoğun yapışkanlık şeklinde gözlenir. Yüksek şeker içeriğine sahip çözeltiler püskürtmeli kurutucudan geçince, termoplastik davranış göstermelerinden dolayı çok yüksek oranda amorf şeker içeren ürünler elde edilir. Aynı zamanda, organik asit içeren (sitrik, tartarik, laktik, malik) çözeltilerin kurutulmalarında da yine yapışkanlık ve çözünürlük gibi fonksiyonel problemler gözlenir (Cano-Chauca ve ark., 2004; Rodriguez-Hernandez ve ark., 2005; Papadakis ve ark., 2006).

Meyve suları bileşimlerinden (fruktoz, glukoz, sakaroz, sitrik asit içermeleri gibi) dolayı düşük camsı geçiş sıcaklık derecesi (T_g) özelliği gösterirler ve kurutma

sırasında ya kıvamlı şurup şeklinde kalırlar veya kurutma haznesinin iç duvarlarına yapışırlar. Bu durumda üretim işlemlerinde problemlere ve verim düşüklüğüne sebep olur. Nişasta, arabik gum ve maltodekstrin gibi katkı maddeleri genel olarak kurutmada taşıyıcı ajan olarak ve püskürtmeli kurutma esnasında ürünlerin Tg değerini yükselterek problemleri gidermek amacı ile kullanılırlar. Bu katkıları arasında düşük maliyeti ve Tg etkinliği yönünden maltodekstrin daha çok tercih edilmektedir. Maltodekstrin, Dekstroz Ekivalenti olarak ifade edilen (DE: 6,10,15,19,21,30,42 gibi) çok farklı polimerizasyon değerlerine sahiptir. Renk, beslenme değeri ve tat gibi, gıdaların bazı özelliklerinin stabilizasyonu üzerine Maltodekstrin-DE değerlerinin fonksiyonel etki sağladığı belirtilmektedir (Desorby ve ark., 1997; Rodriguez-Hernandez ve ark., 2005).

Nar suyu konsantresinin birçok olumlu özelliklerinin yanı sıra olumsuz yanları da vardır. Vizkoz ve yapışkanimsi olmasından dolayı taşınmasında tartılmasında ve diğer maddelerle karıştırılmasında sorunlarla karşılaşmaktadır. Aynı zamanda kurutulmuş ürünlere katılmasının kolaylaştırılması ile birçok yeni ürünler (toz içecek, hazır çorba, kahvaltılık yiyecekler, ekmek, kek, bisküvi hamurları, dondurma vb.) üretilebilecektir.

Nar suyu tozu henüz ticari olarak üretilen bir ürün değildir. Bu çalışma ile elde edilecek nar suyu tozu birçok yeni ürünlerin üretilebileceği fikrini ortaya çıkararak, mevcut ürünlere katılması ile besleme değerlerinin artırılması, duyu özelliklerinin geliştirilmesi, sağlıklı ve daha doğal ürün imajı ile tüketici ilgisini ve kabul edilebilirliklerini artıracaktır.

Bu çalışmanın amacı püskürtmeli kurutucu kullanılarak nar suyu konsantresinden toz formunda kurutulmuş nar suyu tozu elde etmektir. Bu üretim esnasında optimum kurutma şartları, son ürünün kalite ve kompozisyonu ile fiziksel ve duyu özelliklerinin de belirlenmesine çalışılmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER

2.1. Nar ve Narın Bileşimi

Nar bir tropik ve subtropik iklim meyvesi olarak bilinmektedir. Nar ağacı tropik iklim bölgelerinde herdem yeşil olmasına karşılık, subtropik ve ılıman iklim bölgelerinde yaprağını dökmektedir. Kışın dona dayanabilirse, -10°C nin altında bitki zarar görmektedir (Phadnis, 1974; Onur, 1982). Narların; meyve şekli; kabuk rengi ve kalınlığı, dane rengi ve tat özelliklerine göre sınıflandırmaları yapılabilir (Saxena ve ark., 1987). Ülkemizde Güneydoğu Anadolu bölgesinde yetiştirilen narlar üzerinde yapılan bir çalışmada; tatlı, mayhoş ve ekşi narlar olarak pomolojik gruplandırmaları yapılmıştır.

Tatlı Narlar; meyveleri orta iriliktir. Meyve kabuğu ince ve zemin rengi yeşil-sarı renklidir. Daneler genellikle sarı-beyaz, bazen pembe renklidir. Meyve iri, küçük çekirdekli ve suludur. Meyve suyunun titrasyon asitliği % 1' den azdır. Mayhoş Narlar; çok iri meyveli olmaları dışında, genel olarak tatlı ve ekşi narların belirtilen özelliklerini orta derecede göstermektedir. Meyve suyunun titrasyon asitliği % 1-2 arasındadır. Ekşi Narlar; küçük meyveli, meyve kabuğu kalın ve rengi sarı zemin üzerinde büyük oranda kırmızıdır. Daneler küçük, kırmızı ve koyu kırmızı renkte, usare randımanı düşüktür. Daneye göre çekirdekler iri ve çok serttir. Meyve suyunun titrasyon asitliği % 2'den fazladır. Ancak belirtilen bu özellikler genel olup, grupları kesin olarak birbirinden ayıramamaktadır. Örneğin bazen kırmızı kabuklu ve kırmızı daneli tatlı narlara veya küçük meyveli mayhoş narlara da rastlanmaktadır (Onur, 1988).

Çizelge 2.1 de narın bazı bileşim özellikleri en düşük ve en yüksek değerler olarak belirtilmektedir (Vardin, 2000). Nar suyunun önemli bir potasyum ve Niasin kaynağı olduğu bildirilmektedir (Acar, 1988). Türk nar sularının bileşim öğeleri üç

değişik bölgeden 2 sezonda elde edilen nar sularında Velioğlu ve ark. (1997) tarafından araştırılmış; 23 farklı kimyasal özellik incelenmiş ve asitliğin çok geniş sınırlar içerisinde değiştiği, glukoz / fruktoz oranının daima 1'in altında olduğu, D-izositrik asit miktarının oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 2.1. Nar meyvesinin ve suyunun bazı bileşim özellikleri

Özellikler	(En düşük-En yüksek) Değerler
100 dane ağırlığı (g)	(14.7-25.2)(9.1-20.9)(18.06-42.48)
Meyve suyu (%)	(35-55)(62.5-80.8)(33.34-50.04)(27.6-78.1) (34-70)(ort.40.56)
Bağlı yoğunluk(20/20°C)	(min.1.038)(1.056-1.074)(1.0543-1.0664) (1.054-1.079)
pH	(2.9-3.3)(2.9-3.1)(2.75-4.1)(2.4-4.41)
Titrasyon asitliği (sitrik asit,%)	(0.5-3)(0.22-3.45)(0.12-1.77)(0.37-2.77) (0.19-2.05)(0.2-5.52)
Çözünür kuru madde (%)	(13.3-17.7)(11.3-16.8)(12.6-18)(12.4-15.6)
Kül(g/l)	(ort.0.246%)(2.37-6.11)
Formol Sayısı (ml 0,1molNaOH/100ml)	(5-22)(4-10)(2-28)
Alkali Sayısı	(7-14)
İndirgen şeker(%)	(5.7-10.2)(10.82-15.8)(ort.10.5)(11.59-15.66)
Toplam şeker(g/l)	(10-15)(6.2-10.6)(4.4-21)(4.3-10.7)(ort.10.6)
C Vitamini(mg/100ml)	(ort.7)(3.4-11.6)(3.7-10)(4.29-8.92)(0.49-14)
Pektin (%)	(0.05-0.27)(ort.1.4)
Tanen (mg/l)	(2850-3200)(516-1961)(1034-1472)
Potasyum(mg/kg)	(901-1629)(ort.49.2)(1050-1840)(809-2251)
Kalsiyum(mg/kg)	(107-207)(61-105)(1.5-94.19)
Sodyum(mg/kg)	(22.2-45.8)(ort.3.0)(15-20)(4.41-27.11)
Demir(mg/kg)	(3.75-17.1)(ort.0.2)(4.2-9.2)

Pastörizasyon, evaporasyon ve kurutma işlemleri sırasında yüksek sıcaklığın nar suyunun renk dayanımı üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, kırmızı renkli nar antosiyaninlerinin ısıya yeterince dayanıklı olduğu tespit edilmiştir. Esmerleşmenin renk üzerine önemli derecede olumsuz etkisinin bulunduğu belirtilmiştir.(Mishkin ve Saguy, 1982).

Narın pembeden mora kadar uzanan renk tonlarını veren maddeler, antosiyanin grubu maddelerdir. Antosiyaninler glikozit yapısında bileşiklerdir. Antosiyaninlerin şeker dışında kalan aglikon kısmını fenolik maddelerden antosiyanidinler oluşturmaktadır. Narda en fazla bulunan antosiyaninlerden birisi pelargonidindir. Çoğu antosiyaninlerin rengi, pH derecesine bağlı olarak adeta bir indikatör gibi değişir. Meyvenin işlenmesi sırasında kolaylıkla parçalanıp, önemli renk kayıpları ortaya çıkmaktadır. Birçok indirgen maddeler antosiyaninlerin rengini açmaktadır (Cemeroğlu ve Acar, 1986).

Nar suyundaki antosiyanin rengi pH değerinin artması veya azalması ile değişmektedir. pH değerindeki 0.1 birim artış renk yoğunluğunda %5 azalmaya sebep olmaktadır. Bu yüzden, nar suyunun su veya şurup ile seyreltilmesi tavsiye edilmemektedir (Saxena ve ark., 1987).

2.2. Narın Değerlendirilmesi

Nar, son yıllarda meyve yetiştirme tekniğinde, gıda teknolojisinde depolama ve taşıma alanlarında görülen önemli gelişmeler sonucu daha fazla tanınan, üretimi, tüketimi ve ticareti yıldan yıla artan bir meyve durumuna gelmektedir. Nar meyvesi ve bitkisinden çok çeşitli ve değerli maddelerin (ilaç, boya, mürekkep, yağ, hayvan yemi, tanen, pektin, sirke, sitrik asit vb) elde edilebilmesi bu meyvenin ileri ki yıllarda önemli bir endüstri bitkisi de olacağı izlenimini vermektedir (Vardin, 2000).

2.2.1. Nar Suyu

Narın gıda endüstrisinde en yaygın değerlendirme şekli nar suyu üretimidir. Özellikle nar yetiştiriciliği yapılan ülkelerde, nar suyu üretim ve tüketiminin de büyük boyutlara ulaştığı bilinmektedir. Ancak dışalımçı ülkelerde tane nar konservesi veya nar suyu tüketimi alışkanlığı henüz yerleşmemiştir.

İyi bir nar suyu, koyu renkli, fazla buruk olmayan, asit ve şeker dengesi uygun nitelikte olmalıdır. Nardaki renk maddeleri meyve suyu içerisinde çözülmüş halde olduğundan ayrı bir işlem gerektirmeksizin, preslemede meyve suyu ile birlikte çıkar. Nar işlemede en önemli sorun preslemedir. Nar hiçbir şekilde parçalanmaksızın bütün halde veya en çok ikiye bölünmüş olarak preslenmeli ve preslemede kabuk ve meyvenin içindeki mezokarp uzantıları olan et ve bölüm zarları kısımları hırpalanmamalıdır (Cemeroğlu, 1982).

Nar suyu şişelenince, zamanla tabanda ince bir tortu oluşturmaktadır. Bu tortunun yüksek derecede kondense olmuş polifenolik maddelerden ibaret olduğu saptanmıştır. Nar suyunda sonradan oluşan bu tortuyu önlemek için, en uygun yol önce nar suyu konsantresi üretilmesi, sonra tortunun ayrılması için bu konsantrenin bir süre uygun şartlarda depolanmasıdır. Bu şekilde elde edilen berrak konsantrenin geri sulandırılıp filtre edilerek şişelenmesi ile nar suyundaki tortu oluşumu önlenmektedir (Cemeroğlu, 1977).

2.2.2. Nar Suyu Konsantresi

Meyve suları, içerdikleri suyun bir bölümünün uzaklaştırılması ve bu yolla kuru madde düzeyinin en az %65'e kadar yükseltilmesiyle dayanıklı hale getirilmektedirler. Cemeroğlu (1977) tarafından yapılan çalışmada, durultulan ve filtre edilen 15.2 Briks nar suyu 46 Brikse kadar koyulaştırılmıştır. Bu işlem sonucunda nar suyu ile konsantresi arasında Congo-Red eşdeğeri cinsinden yapılan analizde, evaporasyonda bir renk kaybı olmadığı ortaya çıkmıştır. Fakat elde edilen

nar suyu konsantresinde aromanın büyük ölçüde azalmış olduğu, bunun için nar suyu konsantresi üretiminde aromanın tutulması gerektiği bildirilmiştir.

Askorbik asit yönünden nar oldukça fakirdir, nar konsantresinde ise askorbik asit ortalama olarak 12mg/100ml olarak bulunmuştur. Nar konsantrelerinin renk yoğunluğu değerinin depolama değeri artıkça belirgin bir azalma gösterdiği, bu azalmayı doğrular nitelikte, antosiyanin miktarında da fark edilir bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Bunlara karşılık, çözünür kuru maddede depolama süresi artıkça, yükselme görülmüştür. Askorbik asit niceliğinde, depolama süresi artıkça düşme gözlenmiştir. Antosiyanin ve renk yoğunluğundaki azalma gibi toplam tanen niceliğinde de elde edilen bulgulara göre depolama süresince düşme olduğu saptanmıştır. Çalışmanın genelinde elde edilen bulgulara göre nar konsantreleri için en uygun ambalajın koyu renkli cam kaplar olduğu belirtilmiştir (Bodur ve Yurdagel, 1986).

2.3. Kurutulmuş Gıda Üretimi

2.3.1. Kurutmanın tanımı, önemi ve kuruma olayı

Gıdaların güneş enerjisinden veya başka kaynaklardan elde edilen ısı yardımıyla içeriğindeki suyunun uzaklaştırılması işlemi kurutma olarak tanımlanmaktadır. Meyve ve sebzelerin bünyesindeki %80-95 oranlarındaki su %10-20 oranlarına düşürülerek kurutma ile uzun süre dayanması sağlanır.

Kurutma üründen ortama doğru hareket eden kitlesel bir nem transferidir. Hücreler su kaybettikçe, suda erimiş maddelerin konsantrasyonu ve suyun ozmotik basıncı yükselir. Bu durumda ise üründeki suyun buhar basıncı düşer ve azalan buhar basıncı nedeni ile buharlaşma hızı giderek yavaşlar. Bu etki, ürün suyunda eriyen maddelerin konsantrasyonuna bağlıdır. Serbest suyu fazla ve suda çözünen kuru maddesi az olan ürünlerde su kaybı daha yoğun olur. Genel olarak, meyvelere göre sebzelerin kurutulması daha kolay ve çabuk olur.

Kurutulan bazı ürünlerde çok sıcak ve kuru hava koşullarında dış tabakalardan su çekilişi çok çabuk olur. Alttan gelen su iletimi dış tabakadan kaybolan suyu karşılayamaz. Kabuğun su oranı hızla düşer ve kapiller iletim sistemi (suyun kabuğa iletimi) bozulur. Bunun sonucu dış tabaka hızla kurur ve sertleşir. İç dokulardan ortama yönelik su iletimi iyice bozulur. Henüz iç taraf fazla su kaybetmemiştir ve kuruyan kabuğun büzülmesine fiziksel olarak direnir. Ancak kabuk sertleştikten sonra iç tarafta su kaybı yavaşta olsa sürer. Yalancı kuruma olarak ta adlandırılan kabuk bağlama istenmez. İç dokuda boşluklar ve depolamada kabukta yumuşama ve bozulmalar gözlenir (Vardin ve Binici, 2006).

2.3.2. Kurutmanın avantajları

- Gıdanın su içeriği azaltılarak enzimatik ve mikrobiyolojik bozulmalar sınırlandırılır. Raf ömrü artan ürünler daha uzun süreli kullanılabilirlik kazanır.
- Gıdanın ağırlık ve hacmi azaldığı için ambalajlama, taşıma ve depolamada kolaylık sağlanır.
- Özel şartlara gerek duyulmadığından (soğutma, kontrollü atmosfer vb.) muhafazası ve depolanması daha kolay ve ucuzdur.
- Kurutulmuş gıdaların diğer muhafaza yöntemlerinden farklı olarak, suyu azaltılarak besin öğeleri yoğunlaştırılmış olduğundan, besin değerleri artırılmıştır.
- Özel kullanım alanları vardır, tüketilmeleri daha kolay ve çabuk olur, ambalajı açıldıktan sonra parçalı olarak tüketilebilir.
- Kurutma diğer muhafaza ve işleme yöntemlerine göre daha az teknoloji, işçilik ve makineye gereksinim duyduğundan, en ucuz ürün değerlendirme yöntemidir.

2.3.3. Kurutma sırasında üründe meydana gelen değişiklikler

Kurularak muhafazanın yukarıda belirtilen üstünlüklerine karşın renginde, tadında, yapısında, vizkozitesinde, besleme değeri ve depolama stabilitesinde belirli

değişiklikler gözlenir. Kurutma şartları ve kurutucuların yanlış seçilmesinden dolayı oluşan bu değişiklikler şu şekilde özetlenebilir;

Renk esmerleşmesi;

Kitle yoğunluğunda olumsuz değişimler;

Besleme değerinde kayıplar;

Mikroflorada olumsuz değişiklik;

Her kurutulan üründe belirli oranda ortaya çıkan en önemli olumsuzluk rengin esmerleşmesidir. Renk esmerleşmesi kurutmada önce, kurutma sırasında ve depolamada oluşur. Renk esmerleşmelerinin birçoğu enzimatik olmayan "Maillard reaksiyonu" denen, şeker ve proteinler arasında oluşan reaksiyonlar sonucu oluşur. Aynı zamanda, kurutulan ürünlerde bulunan birçok maddenin, yine üründe bulunan enzimatik etki altında, oksidasyonu sonucu renk esmerleşmesi gözlenir. Renk esmerleşmesine kurutma sırasında uygulanan yüksek sıcaklık sonucu, şekerlerin karamelizasyonunda neden olabilmektedir.

Kuruyan ürünler ortam koşullarına bağlı olarak büzüşme gösterirler. Şayet üründe kurumaya orantılı olarak büzüşme oluşmaz ise iç bölgelerde düzensiz boşluk ve çatlama gözlenir. Böyle ürünlerde kitle yoğunluğu düşüktür. Kitle yoğunluğu düşük olan ürünler, rehidrasyon yetenekleri yüksek ve iri-fazla görümlü olmalarından dolayı tüketiciler tarafından istenirler. Fakat ambalaj ve depolama maliyetleri yüksek, depolama stabilitesi düşük olduğundan üreticiler tarafından istenmezler. Kurutulan ve kuru depolanan ürünlerin besleme değerlerinde, bazı suda eriyen bileşenler ve vitaminlerde azalmalar şeklinde, kayıplar gözlenir. Aynı zamanda ön işlemler ve depolamada dikkat edilmezse, patojenik mikroorganizmalar canlılıklarını sürdürmekte, kurutulan ürünün mikroflorası olumsuz etkilenmektedir.

2.3.4. Kurutma işlemi üzerine etkili faktörler

Kurutma işlemi üzerine *ürün çeşidi, hasat şekli ve zamanı, taşıma, hammadde depolama, kurutma işlemleri, yöntemleri ve makineleri* etkilidir. Kurutma işleminde,

kuruma hızı son ürün kalitesi bakımından en önemli kriterlerden birisidir. Kuruma hızının istenilen şekilde seyir göstermesi üzerine; kurutucu havanın sıcaklığı, nemi ve ürün üzerinden geçiş hızı ile kurutulacak ürünün şekli-yüzey alanı ve kendine özgü bileşimi etkili faktörlerdir. Diğer bir faktör ise kurutma ortamının basıncıdır. Kurutma ortamına atmosferik basınç yerine vakum uygulanması kurutma hızını artırır, gerekli kurutma sıcaklığı ihtiyacını azaltır. Kurutucu havanın nemi ne kadar düşük olursa, üründen o oranda daha fazla su uzaklaştırabilir. Aynı şekilde, havanın hızı artırılarak üründen suyun uzaklaşma hızı da artırılır.

Kurutmada, gıdaların bozulmasında en önemli etkenlerden birisi olan suyun azaltılması amaçlanır. Meyve ve sebzelerde rastlanan ve bozulmalara neden olan başlıca mikroorganizmalar arasında küfler ve mayalar yer alır. Gıdalarda mikrobiyolojik faaliyetler, gıda bozulmaları ve/veya gıda zehirlenmelerine neden olabilmektedir. Gıdaların pH, su aktivitesi, toplam asitliği, koruyucuların varlığı, gıdanın fiziksel özellikleri, çevre atmosfer bileşimi, depolama sıcaklığı ve bağıl nemi mikroorganizmaların faaliyetlerini etkileyen önemli unsurlardır.

2.3.5. Kurutma ile ilgili bazı kavramlar

Kurutulan gıdalarda, üründen uzaklaştırılabilme durumuna göre su iki şekilde; *uzaklaştırılabilen nem* ve *kalıcı nem* olarak ifade edilir. Uzaklaştırılabilen nem kurutmada üründen alınan sudur. Kalıcı nem ise, kurutma şartlarına, ürünün tür ve çeşidine bağlı olarak üründe kalan su miktarıdır. Bilindiği gibi, gıda maddelerinin kalite kayıplarının önlenmesinde ve muhafazasında, su ve su ile ilgili parametrelerin önemli etkisi bulunmaktadır. Gıda maddelerinin kurutma işlemi ve muhafaza süresince kalitelerinin korunmasında önem arzeden bu parametreler; *su miktarı*, *bağıl nem dengesi*, *su aktivitesi*, *kuru madde* ve *ozmotik basınçtır*. Herhangi bir gıdanın belli bir sıcaklıkta, değişik bağıl nem koşullarında tutulması ile bir nem dengesi oluşmaktadır. Bu denge sonucu gıda maddesinin nem içeriği ile ortam bağıl nemi arasında bir ilişki meydana gelmektedir, bu ilişki "sorpsiyon eş-sıcaklık eğrisi" olarak ifade edilmektedir. Fazla nem içeren gıda maddelerinin ağırlık kaybıyla elde edilen

eğriye "desorpsiyon", ortamdan nem alarak, ağırlık artışı sonucu oluşturulan eğriye de "adsorpsiyon" eş-sıcaklık eğrisi denmektedir. Her gıdanın deneysel yolla saptanan kendine özgü sorpsiyon eş-sıcaklık eğrisi vardır.

Gıda maddelerindeki kimyasal, biyokimyasal ve mikrobiyolojik değişimleri sınırlayan en önemli faktör su aktivitesidir. Su aktivitesi düşükçe, gıda maddesinin kalite kaybı da azalarak, muhafaza süresi uzamaktadır.

Gıdalarda sorpsiyon izotermi, nem içeriği ve su aktivitesi arasındaki matematiksel ilişkiyi vermektedir. Su aktivitesi özellikle kuru gıdaların kalitesini etkileyen önemli bir faktördür. Kimyasal reaksiyonlar ve mikrobiyolojik aktivite su aktivitesine bağlı olarak, 0.2-0.4 aralığına denk gelen ve tek sıra (monomoleküler) su molekülü olarak adlandırılan düşük su aktivitesi değerlerinde en düşük hızda gerçekleşmektedir. Bu değer üzerinde, su aktivitesinde her 0.1'lik artış bozulma reaksiyon hızını %50-%100 oranında artırmaktadır. Bu etki neme karşı geçirgen bir ambalaj malzemesi sonucu kaynaklanabildiği gibi nem geçirgenliği düşük bir ambalajda sıcaklık artışı ile ürünün su aktivitesinde artış ile de gerçekleşebilmektedir. Bu nedenle gıda maddesinin sorpsiyon eş-sıcaklık eğrisinin ve yüksek sıcaklıklardaki davranışının belirlenmiş olması gerekmektedir.

Rehidrasyon yeteneği; kurutulmuş ürünün yeniden su tutma kapasitesidir. Kurutulmuş ürün kullanıma hazırlanırken su verilir. Kuru ürünün tuttuğu su, kurutmada alınan su miktarına ne kadar yaklaşırsa rehidrasyon yeteneği o kadar iyidir denir.

2.4. Püskürtmeli Kurutucular ile Kurutma

Püskürterek kurutma (spray-drying) yöntemi sıvı,yarı sıvı, püre ve ince pulp halindeki yarı işlenmiş ya da gıdaların dehidrasyonunda uygulanan en gelişmiş yöntemlerden birisidir. Gıda endüstrisinde süt tozu, çocuk maması, yumurta tozu, toz maya, balık unu, sebze ekstraktları, domates tozu ve meyve tozları gibi üretim

alanlarında yaygın olarak uygulanır. Gıda endüstrisi dışındaki endüstri dallarında örneğin ilaç, gübre, yem, boya, plastik, seramik, toz sabun ve deterjan üretiminde kullanılmaktadır.

Püskürterek kurutmanın diğer yöntemlere göre üstünlükleri; üstün dehidrasyon yeteneği, kısa dehidrasyon süresi, üstün rehidrasyon yeteneği, tek düze ürün büyüklüğü ve şekli, sürekli ve miktarca yüksek üretim, hijenik ürün ve düşük üretim maliyeti olarak özetlenebilir. Püskürterek kurutmanın belirli olumsuzlukları da vardır. Bunlar; ilk kuruluş maliyeti yüksektir, belirli büyüklükteki parçacıkların kurutulması için tasarlanmıştır ve ekipman boyutları büyüktür

Püskürterek kurutmada ilke, ürünün bir kurutucu hücresindeki sıcak hava içerisine pülverize edilerek dehidre edilmesidir. Püskürtmeli kurutucular basit olarak, bir sıcak hava üretim düzeni, ürünü atomize eden bir atomizör, kurutma hücresi ve dehidre ürünü (toz ürünü) havadan ayıran bir siklon seperatör olmak üzere dört ana bölümden oluşan düzenlerdir. Ayrıca borulu sızdırmaz iletim sistemi, pompalar, çeşitli yardımcı ekipmanlar ve kontrol aletleri ile gerektiğinde konulan otomatik kontrol düzeni, sistemin tamamlayıcı üniteleridir.

2.5. Meyve Suyu Tozu Üretimi

Meyve suları dayanıklı, kolay kullanılabilir uzun raf ömrüne sahip ürünler üretmek amacı ile kurutulmaktadırlar. Fakat meyve suyunu kurutmak o kadar da kolay bir işlem değildir. Meyve suları yüksek kurutma sıcaklığına duyarlı ve içeriğinde bulunan düşük molekül ağırlıklı şeker ve organik asitlerden (glukoz, fruktoz, sitrik asit, malik asit vb.) dolayı çok yüksek higroskopik özellik göstermektedir. Bu sebeplerden meyve suyu tozu üretiminde; kurutucu iç duvarına yapışma, kurutucudan alınabilme ve kurutulmuş halde muhafaza güçlüğü gibi problemlerle karşılaşılmaktadır. Kurutma yardımcı maddelerinin kullanılması ile kurutma, taşıma ve depolamada ortaya çıkan sorunlar büyük ölçüde önlenmektedir (Roustapour ve ark., 2006; Shrestha ve ark., 2007).

Meyve-sebze suyu tozu üretiminde kurutma yardımcı maddesi olarak; gum arabic, xantan gum, agar-agar, mısır şurubu, yağsız süt, karboximetilsellüloz tuzları, sodyumbisülfid, sodyum klorür, alginatlar, soya proteini, glyserol monostearat, trikalsiyum fosfat, silikondioksit ve maltodekstrin gibi birçok madde kullanılmaktadır (Brennan ve ark., 1971; Bhandari ve ark., 1997; Adhikari ve ark., 2004; Jaya ve Das, 2005; Roustapour ve ark., 2006).

Borges ve ark. (2002) püskürtmeli kurutucu kullanarak tropik passion meyvesi ve ananas suyunun toz haline getirilmesinde MD konsantrasyonunun artırılması ile elde edilen toz ürünün toplam yoğunluğunun (g/cm^3) da arttığını, bu sonuç üzerine kurutucu hava çıkış sıcaklığının da belirli bir etkiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Elde edilecek meyve suyu tozunda yapışkanlığın yüksek Tg değerinde kurutma yardımcı maddesi ilavesi ile veya püskürtmeli kurutucu haznesinin iç yüzeyinin soğuk hava akımı modifikasyonu sağlanarak azaltılabileceği bildirilmiştir. Akışkan toz ürünlerin bu halde kalabilecekleri en yüksek sıcaklık camsı geçiş sıcaklığı (Tg) olarak adlandırılmakta ve Tg üzerine en etkili faktörlerin kurutulan çözünmüş maddenin molekül ağırlığı ve ortamdaki su miktarı olduğu bildirilmektedir. Kurutma işleminde en uygun kuru meyve suyu/maltodekstrin oranının 55/45 olduğu tespit edilmiştir (Mani ve ark., 2002).

Abadio ve ark. (2004) püskürtmeli kurutucu kullanarak ananas suyu tozu denemelerinde; 10% MD kullanımı ve düşük atomizasyon hızında çok düşük yoğunluklu, serbest akabilen ve yüksek çözünürlüğe sahip meyve suyu tozu elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Jaya ve Das (2005) mango pulpu ve MD' i belirli oranlarda karıştırarak vakum altında kurutmuşlar ve alüminyum folyo ambalaja koymuşlardır. Bu üründe raf-ömrünü modelleme ile 114 gün, deneysel olarak ta 105 gün tespit etmişlerdir.

Rodriguez ve ark. (2005) iki farklı hava giriş sıcaklığı ve iki farklı dekstroz endeksli MD kullanarak püskürtmeli kurutucuda tropik Kaktüs Armutu meyvesini kurutarak elde edilen ürünlerde belirli analizler yapmışlardır. Kuru ürün neminin uygulanan basınç ve sıcaklıkla, higroskopikliğin ise işlem basıncı ve giriş konsantrasyonu kombinasyonu ile ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir. Yeniden sulandırılan üründe az oranda değişen rengin ise MD konsantrasyonu ile ilgili olduğunu belirtmişlerdir.

Portakal suyunun kurutulmasında kurutma yardımcı maddesi olarak kullanılan %50 MD (DE6) oranının kurutmada önemli etki sağlamadığı elde edilen ürünün devam eden yapışkanlık gösterdiği belirtilmiştir. Çalışmada, başarılı bir kurutma için MD oranının %60'ın üzerinde olması gerektiği, artan MD oranının Tg değerini de artırdığı, Tg değerinin artmasının elde edilen meyve suyu tozu verimini de artırdığı bildirilmiştir (Shrestha ve ark., 2007).

Quek ve ark. (2006) %3 ve %5 MD kullanarak 4 farklı hava giriş sıcaklığında karpuz suyunu püskürtmeli kurutucuda kurutmuşlar ve örneklerde nem, çözünürlük, su aktivitesi, renk analizleri yapmışlardır. Farklı sıcaklıklar uygulanan örneklerde su aktivitesinde önemli bir değişme gözlenmezken, renkte (L,a,b) sıcaklık ile belirgin değişiklikler tespit etmişlerdir.

Righetto ve Netto (2005) MD DE25 ve arabik gümü ayrı ayrı ve birlikte 1/1 oranında acerola adı verilen bölgesel bir meyvenin suyu ile karıştırarak meyve tozu elde etmişlerdir. Örneklerde su aktivitesi, camsı geçiş sıcaklığı (Tg) değeri ve bazı fiziksel analizler yapmışlardır. Elde edilen toz ürünlerde su aktivitesi 0.33-0.54 arasında olduğu gözlenmiş, MD ile gum arabik arasında Tg değeri olarak belirgin fark görülmemiştir. Yapışkanlığın kurutma sıcaklığının Tg sıcaklığına yaklaştıkça arttığı belirlenmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada ETAP AŞ. Mersin’den alınan nar suyu konsantresi kullanılmıştır. Nar suyu tozu üretiminde kurutma yardımcı maddesi olarak dekstroz endeksi DE7 ve DE18 olan Maltodekstrin (MD)(CARGILL, Haubourdin SAS, Fransa) kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Nar suyu tozu üretimi

Ticari olarak alınan nar suyu konsantresi %40 ÇKM oranına ayarlanmıştır. Diğer tarafta; toz halindeki DE7 ve DE18 MD 50-60 °C distile su ile su banyosunda 40% ÇKM değerine ayarlanarak yine %40 ÇKM deki nar suyu konsantresi ile 3 farklı oranda karıştırılmıştır. Elde edilen bu karışımlar Çizelge 3.1 deki işlem kodları ile belirtilen şartlarda, Şekil 3.1 deki üretim akış şemasına göre püskürtmeli kurutucu kullanılarak nar suyu tozu haline getirilmişlerdir. Püskürtmeli kurutucu olarak Ş.Urfa MYO Gıda teknolojisi laboratuvarında bulunan (SD-04 Lab Plant Ltd., Huddersfield, İngiltere) püskürtmeli kurutucu kullanılmıştır. Şekil 3.2 de uygulamada kullanılan püskürtmeli kurutucu kurutma haznesi ve siklon seperatör ile birlikte resimle ifade edilmektedir. Hazırlanan nar suyu konsantresi / maltodekstrin (NSK/MD) karışımı manyetik karıştırıcılı bir ısıtıcı üzerinde sıcaklığı 50°C’ye getirilerek, resimde belirtilen giriş noktasından volümetrik pompa basıncında kurutucuya verilmektedir.

Çizelge 3.1. Nar suyu tozu üretimi için deneysel işlem tablosu

Deneysel No Harf Kodu	Giren Hava Sıcaklığı (°C)	Çıkan Hava Sıcaklığı (°C)	MD için DE	NSK*/MD** (kütle oran)	ÇKM (%)	Giren Karışım akış hızı (ml/min)
1 Q	90	66-68	7	50/50	40	2.2
2 A	110	78-80	7	50/50	40	2.2
3 D	140	87-90	7	50/50	40	2.2
4 G	170	106-110	7	50/50	40	2.2
5 J	90	66-68	7	40/60	40	2.2
6 B	110	78-80	7	40/60	40	2.2
7 E	140	87-90	7	40/60	40	2.2
8 H	170	106-110	7	40/60	40	2.2
9 W	90	66-68	7	33/67	40	2.2
10 C	110	78-80	7	33/67	40	2.2
11 F	140	87-90	7	33/67	40	2.2
12 I	170	106-110	7	33/67	40	2.2
13 X	90	66-68	18	50/50	40	2.2
14 K	110	78-80	18	50/50	40	2.2
15 N	140	87-90	18	50/50	40	2.2
16 R	170	106-110	18	50/50	40	2.2
17 Y	90	66-68	18	40/60	40	2.2
18 L	110	78-80	18	40/60	40	2.2
19 O	140	87-90	18	40/60	40	2.2
20 S	170	106-110	18	40/60	40	2.2
21 Z	90	66-68	18	33/67	40	2.2
22 M	110	78-80	18	33/67	40	2.2
23 P	140	87-90	18	33/67	40	2.2
24 T	170	106-110	18	33/67	40	2.2

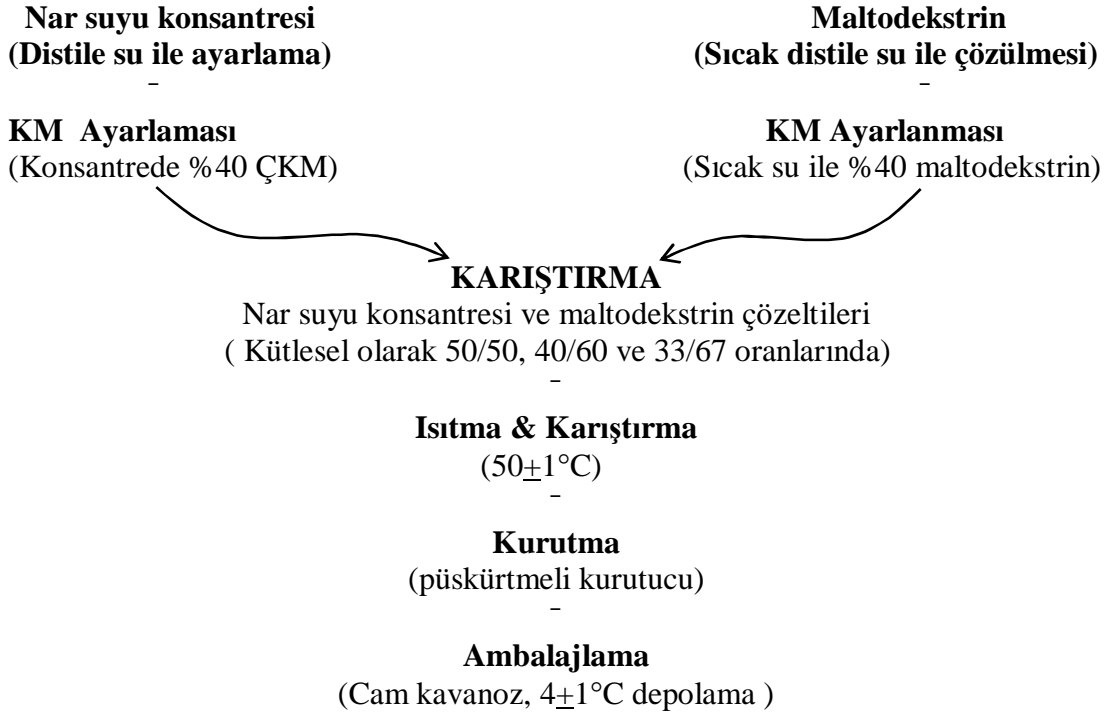
* Nar suyu konsantresi

** Maltodekstrin

DE; Dekstroz Endeksi

Üretimden önce yapılan ön denemelerde kurutma sıcaklıkları ve NSK / MD karışım oranları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla, kurutma için hava giriş sıcaklıklarının 80-200°C arasında ve nar suyu konsantresi / maltodekstrin karışım oranlarının ise 50/50, 33/67, 67/33, 75/25 olduğu ön deneme üretimleri yapılmıştır.

Üretim iki tekerrürlü olarak yapılmıştır. Üretimde kullanılan maddelerde ve üretilen nar suyu tozlarında aşağıda belirtilen analizler uygulanmıştır.



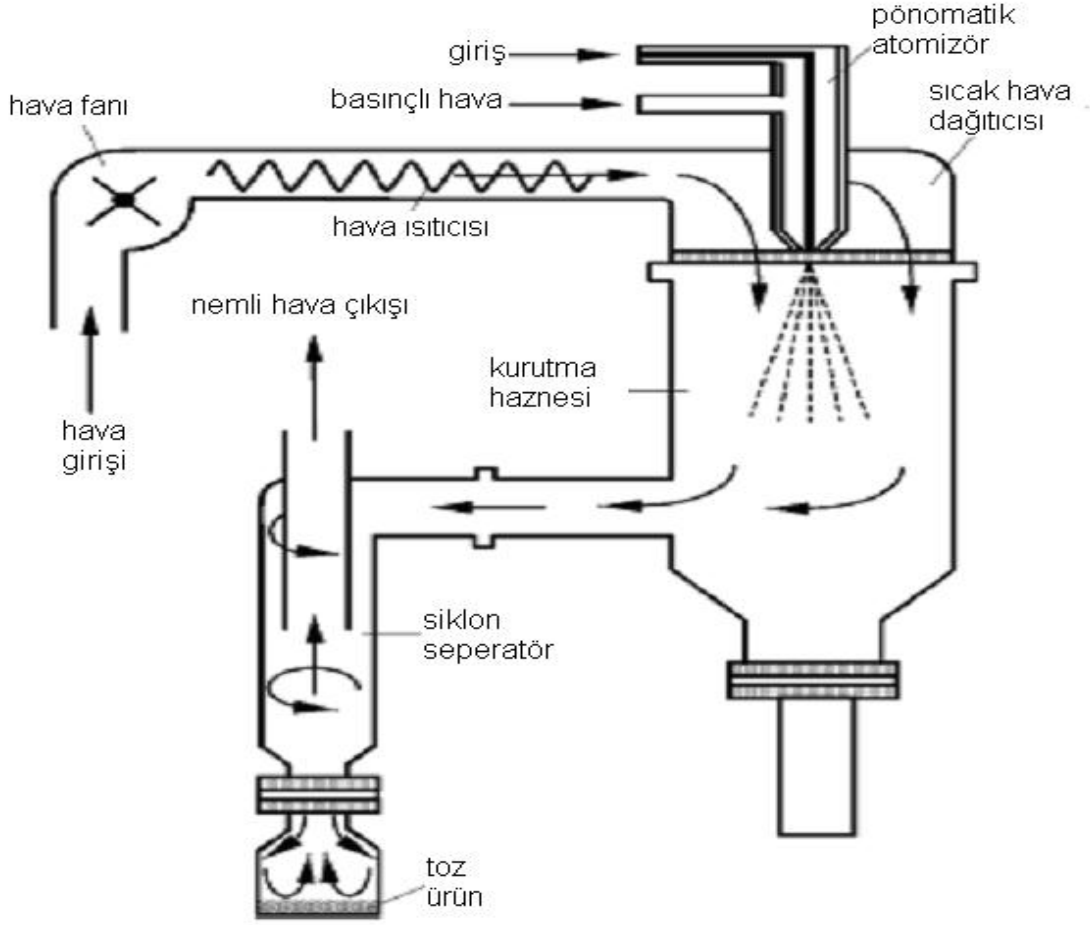
Şekil 3.1. Nar suyu tozu üretimi akış şeması

3.2.2. Analizler

Örnekler 50 ml lik cam kavanozlarda buzdolabında (4±1°C) analizler yapılmaya kadar saklanmıştır. Aşağıda belirtilen analizler 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır.

3.2.2.1. pH tayini

Cam elektrotlu Fisher sci. model 10 (Denver, U.S.) marka pH metre ile IFJU analiz no 11'e göre yapılmıştır (IFFJP, 1968).



Şekil 3.2. Nar suyu tozu üretiminde kullanılan püskürtmeli kurutucu

3.2.2.2. Titrasyon asitliği tayini

Nar suyu konsantresinden 2 g. alınarak üzerine 40 ml damıtık su ilave edildi. 2 Damla fenolftalein indikatörü damlatılarak karıştırıldı. 0.1N NaOH ile pH 8.1 olana kadar titre edildi. Sonuç susuz sitrik asit cinsinden (%w/w) hesaplanmıştır (Altan, 1992).

3.2.2.3. Suda çözünür kuru madde (Ç.K.M.) tayini

Suda çözünür kuru madde miktarı masa tipi Abbe refraktometresi (Atago, Japonya) ile doğrudan yüzde olarak belirlenmiştir (Gould, 1977).

3.2.2.4. Nar suyu tozu verimi (%)

Kurutucuya %40 kurumadde ile giren nar suyu konsantresi-MD karışımının kurutucudan ortalama %3 nem ile çıktığı belirlendiğinden; 100 g nar suyu tozu elde etmek için yaklaşık 206 ml karışımın kurutucuya girmesi gerektiği hesaplanmıştır. Bu şekilde, 206 ml nar suyu konsantresi-MD karışımı (d: 1.18 g/ml) kurutularak elde edilen toz ürün tartılmış ve % verim olarak değerlendirilmiştir.

$$(\text{Giren madde miktarı}) \times 0.40 \text{ KM} = 100 \text{ g toz ürün} \times 0.97 \text{ KM}$$

$$\text{Kurutucuya Giren Madde Miktarı} = 242.5 \text{ g} / 1.18 = 205.5 \text{ ml}$$

$$\text{Verim (\%)} = (\text{elde edilen toz ürün (g)} / 100) \times 100$$

3.2.2.5. Nem miktarı

Nar suyu tozu örneği 20 g. tartılarak 70°C de vakum kurutucuda sabit tartıma gelinceye kadar tutulur, desikatöre alınarak tartılır (AOAC, 1980).

3.2.2.6. Çözünürlük

Bir erlen içerisine alınan 250 ml suda 10 gr toz ürün 26°C de çözülür, manyetik karıştırıcı ile karıştırılır toz ürünün çözülmesi gereken zaman belirlenir (Al-Kahtani ve Hassan, 1990).

3.2.2.7. Higroskopiklik

Higroskopiklik ölçümü Papadakis ve ark.(2006)ya göre yapılmıştır. Petrilere (9cm çaplı) 5 gr toz ürün konulup 21°C de 76% bağıl nemde (doymuş NaCl çözeltisi) hermetik kabinde tutularak ağırlık artışı 15 dakika ara ile ölçülmüştür.

3.2.2.8. Su aktivitesi

Su aktivitesi ölçüm cihazı ile (HygroPalm AW1, rotronic ag, Almanya) tespit edilmiştir.

3.2.2.9. Toplam yoğunluk

Kütle / hacim olarak Chegini ve Ghobadian (2005) e göre belirlenmiştir. Yaklaşık 20 g toz ürün 100 ml mezür içerisine alınmış, mezür tezgah üzerine serilen bez üzerine en fazla 10 cm kaldırılarak, nazikçe 10 kez elle vurulmuştur. Bu işlemden sonra okunan hacim kayıt edilmiştir. Toplam yoğunluk tartılan ağırlığın ölçülen hacim değerine bölünmesi (g/ml) ile bulunmuştur.

3.2.2.10. Renk

Örneklerde renk değerleri Hunter Renk Ölçüm cihazı (Colour Quest XE, U.S) ile ölçülmüş ve L*, a*, b* değerleri cinsinden ifade edilmiştir.

3.2.2.11. Camsı geçiş sıcaklık derecesi

Nar suyu tozu örnekleri alüminyum kapsül içerisine yaklaşık 6mg kadar tartılmış, kapsülün ağzı hermetik olarak kapatıldıktan sonra Differential Scanning Kalorimetre (Perkin Emler Pyris 6DSC) ile 20°C-100°C arasında (2°C/dak, 5°C/dak, 10°C/dak) ölçümler yapılmıştır (Papadakis ve ark., 2006).

3.2.3. Duyusal analizler

Duyusal değerlendirmede kurutulmuş ürünlerden geri sulandırılarak elde edilen nar suları (14.5°Bx) Renk, Tat, Aroma ve Genel izlenim gibi özellikleri bakımından değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Duyusal analizler Altuğ (1993)'e göre dört temel tada duyarlılıkları test edilmiş 10 kişilik bir panelist grubu tarafından yapılmıştır. Örneklerin duyu özellikleri kalitenin derecelendirilmesinde kullanılan *Grafik Skala* metodu ile değerlendirilmiştir. Kullanılan duyu analiz formu Şekil 3.2'de verilmiştir.

3.2.4. İstatistiksel analizler

Sonuçlar "tesadüf parselleri" deneme desenine göre, SSP istatistiksel program kullanılarak, varyans analizine tabi tutulmuş ve gruplanan farklılıklar LSD testine göre incelenmiştir (Düzgüneş ve ark., 1987).

As/narpan1

Panelist Adı Soyadı:

Tarih: ... / ... / 2008

Nar Suyu Tozu İçeceği
DUYUSAL ANALİZ FORMU

RENK	Açık Kırmızı	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">2</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">3</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">4</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">5</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">6</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">7</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">8</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">9</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">10</td> </tr> <tr> <td colspan="10" style="text-align: center;"> ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- </td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----										Koyu Kırmızı
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10														
----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----																							
TAT	Çok Kötü	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">2</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">kötü</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">4</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">5</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">6</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">iyi</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">8</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">9</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">10</td> </tr> <tr> <td colspan="10" style="text-align: center;"> ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- </td> </tr> </table>	1	2	kötü	4	5	6	iyi	8	9	10	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----										Çok iyi Dengeli
1	2	kötü	4	5	6	iyi	8	9	10														
----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----																							
AROMA	Belirsiz	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">2</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Hafif</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">4</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">5</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">6</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Orta</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">8</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">9</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">10</td> </tr> <tr> <td colspan="10" style="text-align: center;"> ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- </td> </tr> </table>	1	2	Hafif	4	5	6	Orta	8	9	10	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----										Belirgin
1	2	Hafif	4	5	6	Orta	8	9	10														
----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----																							
GENEL İZLENİM	Hiç Beğenmedim	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">2</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">3</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">4</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">5</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">6</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">7</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">8</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">9</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">10</td> </tr> <tr> <td colspan="10" style="text-align: center;"> ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- </td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----										Çok Beğendim
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10														
----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----																							

Panelistlere verilen örneklerin kodları, belirtilen duyuşal özelliklere göre, belirtilen ölçülendirme barı üzerinde sıra ile yerleştirilecektir.

Şekil 3.3. Duyusal analiz formu

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Nar suyu tozu üretiminde kullanılan nar suyu konsantresi ve Maltodekstrinlerin özellikleri ile üretilen toz ürünlerde saptanan fiziksel, kimyasal, ve duyuşsal özellikler bu bölümde verilmiş ve istatistiksel değerlendirmeleri yapılarak tartışılmıştır.

4. 1. Nar Suyu Tozu Üretiminde Kullanılan Konsantrenin ve Maltodekstrinlerin Özellikleri

Nar suyu tozu üretiminde hammadde olarak kullanılan nar suyu konsantresi ve maltodekstrinlere ait bazı özellikler Çizelge 4.1 ve 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Denemelerde kullanılan nar suyu konsantresinin bazı özellikleri

	pH	Asitlik (Sitrik Asit) (% w/w)	ÇKM (Briks)	Renk		
				L*	a*	b*
Nar Suyu Konsantresi	2.77±0.02	7.92±0.07	65.35±0.05	12.55	24.58	7.83

Görüldüğü gibi birçok meyve suyuna göre, nar suyu konsantresinin pH değeri çok düşük ve asitliği de çok yüksektir, bu da nar suyu konsantresinin mikrobiyal bozulmalara karşı diğer meyve sularına göre daha dayanıklı olduğunu göstermektedir. Nar suyu konsantresi önemli miktarda antosiyaninler içerdiğinden Çizelge 4.1 de görüldüğü gibi renk olarak kırmızılığın göstergesi olan a değeri yüksek bulunmuştur. Nar suyu rengi gibi, nar suyu tozunun rengi de püskürtmeli kurutma işleminde önemli bir kalite kriteri olarak değerlendirilmektedir.

Kurutma yardımcı maddesi kullanılmadığı durumlarda meyve sularının akıcı toz ürün olarak elde edilmeleri mümkün olmamaktadır. Kurutma sırasında, kurutucu haznesinde yapışma şeklinde birikerek toz-akışkan yapı sağlanamamaktadır. Bu yüzden; nar suyu tozu üretiminde Tablo 4.2 de özellikleri belirtilen dekstroz endeksi 7 ve 18 olan maltodekstrinler kurutma yardımcı maddesi olarak kullanılmıştır. Maltodekstrinin düşük moleküllü şekerler ve organik meyve asitleri için çok iyi özellikli enkapsülasyon sağladığı da belirtilmektedir (Adhikari ve ark. 2004). Tablo 4.2 de görüldüğü gibi DE7 ve DE18 maltodekstrinlerin nem değerleri %3.4 ve %4.2, yoğunlukları ortalama 0.5g/cm³ olarak tespit edilmiştir. Renk L (94.2-92.2) ve a (-0.1) değerleri toz haldeki maltodekstrinlerin beyaz olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.2. Denemelerde kullanılan maltodekstrinlerin bazı özellikleri

Maltodekstrin (MD)	Nem (%)	Yoğunluk (g./cm ³)	Renk		
			L*	a*	b*
DE 7	3.4	0.473	94.2	-0.1	-5.4
DE 18	4.2	0.544	92.2	-0.1	-5.4

4.2. Nar Suyu Tozu Ön Deneme Üretimleri ve Ürünlerin Özellikleri

Nar suyu tozu üretimi ön denemelerinde; nar suyu konsantresinin DE7 ve DE18 Maltodekstrin kullanılarak, 80-200°C arasında püskürtmeli kurutucuda kurutulması çalışmaları yapılmıştır. Nar suyunda yoğun olarak bulunan glukoz, fruktoz ve organik asitlerden (sitrik asit) dolayı kurutma işlemlerinde belirgin oranda kurutucu iç çeperine yapışma ve karamelizasyon gözlenmiştir. Ön denemelerde çok az ürün (düşük verim) alınsa dahi kurutma başarılı kabul edilmiştir. Çizelge 4.3 de farklı kurutma sıcaklıklarında kurutmanın başarılı/başarısız olduğu belirtilmektedir.

Çizelge 4.3 de görüldüğü gibi, nar suyu konsantresi/maltodekstrin oranı ve sıcaklık artışına göre kuru toz ürün elde edilme başarısı azalmaktadır. Özellikle 75/25 ve 67/33 oranlarında nar suyu konsantresi ile kurutma uygulandığında kurutma çıkışında ürün toplanamamış, kurutucu haznesi ve siklon seperatör iç yüzeylerinde yapışkanimsı, karamelize olan kalıntılar elde edilmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı kurutma sıcaklıklarında nar suyu tozu üretiminde alınan sonuçlar

NSK/MD	DE	Kurutma sıcaklıkları (°C)						
		80	90	100	110	140	170	200
33/67	7	√	√	√	√	√	√	√
	18	√	√	√	√	√	√	√
50/50	7	!	√	√	√	√	!	X
	18	!	√	√	√	√	X	X
67/33	7	!	!	!	X	X	X	X
	18	!	!	X	X	X	X	X
75/25	7	X	X	X	X	X	X	X
	18	X	X	X	X	X	X	X

√; ürün elde edildi

X; ürün yok

!; yapışkan, higroskopik ürün

Bu kalıntıların fırça vb. kullanılarak da temizlenmesi mümkün olmamıştır. Kurutucu hava giriş sıcaklığının 170°C ve üzerine çıkarılması ile 50/50 karışımlarda da kurutma işlemi sonrası toz ürün alınamamıştır. Nar suyu konsantresine göre maltodekstrin miktarının artırılması ile elde edilen karışımların kurutulmasında daha başarılı ve verimi yüksek toz ürünler elde edilebilmiştir. Bu durum diğer araştırmacılar tarafından da belirtilmektedir (Abadio ve ark., 2004; Jaya ve Das, 2005; Rodriguez ve ark., 2005; Quek ve ark., 2006; Shrestha ve ark., 2007).

Ön denemelerde; kurutma sıcaklığı ve konsantreye eklenen maltodekstrinin kurutma üzerine etkisi belirlenmiş, buradan elde edilen bulgular ışığında bundan sonraki denemelerde kurutmak için hazırlanan karışımlara %50 veya daha az oranlarda nar suyu konsantresi ilave edilmiştir.

Bu çalışmada kontrol edilebilen kurutma kriterleri (hammadde hazırlık ve Şekil 3.2 de verilen püskürtmeli kurutucu için) şu şekilde özetlenebilir;

- NSK / MD oranı,
- maltodekstrinin DE değeri,
- hammadde için ÇKM (briks),
- hammadde için kurutucuya giriş debisi,

- kurutucu havanın hızı,
- kurutucu hava giriş sıcaklığı.

4.3. Nar Suyu Tozu Üretimi ve Elde Edilen Ürünlerin Özellikleri

Denemelerde belirlenen NSK / MD oranı ve DE değerleri her parti üretim için hazırlanan çizelgelerde belirtilmiştir. Kurutma için hazırlanan hammadde karışımının ÇKM değeri sabit olarak (40 briks) kabul edilmiştir. Püskürtmeli kurutucu için hammaddenin kurutucuya giriş debisi ve kurutucu havanın giriş hızı kurutma işleminde sabitlenmiştir. Uygulanan kurutma işleminde kurutucu hava giriş sıcaklıkları ise 90, 110,140 ve 170°C olarak alınmıştır.

Denemede uygulanan kurutma sıcaklıkları, DE değerleri ve NSK/MD oranları elde edilen örneklerin özelliklerinin belirtildiği analiz değerleri çizelgelerin de belirtilmektedir.

4.3.1. Nar suyu tozu verimi

Kurutma amacı ile, ön denemelerde, ilk olarak nar suyu konsantresi kurutucuya verilmiş, fakat hiçbir şekilde ürün alınamamıştır. Kurutma yardımcı maddesi olarak MD kullanılması ve MD nin miktarının artırılması ile verimde önemli artış sağlanmıştır.

Nar suyunun kurutulmasındaki güçlük bileşimi ile açıklanabilir. Nar suyunda düşük molekül ağırlıklı şeker olarak fruktoz ve glukozun bulunduğu sakarozun yok veya çok az olduğu, organik asitler olarak malik, okzalik, suksinik ve tartarik asitle birlikte, en fazla sitrik asidin bulunduğunu belirtilmektedir (Cemeroğlu, 1977; Saxena ve ark., 1987; Vardin, 2000).

Bileşimindeki şekerler ve yüksek oranda bulunan organik asitler, kurutmada suyun belirli bir bölümünün kolaylıkla hava fazına geçip ayrılması sonrası, akıcı toz ürünün elde edilmesini engellemektedir. Kullanılan MD kurutucuya girişte kuru maddeyi artırarak, özellikle organik asitlerin enkapsülasyonunu sağlamakta, kurutucu iç çeperlere yapışmayı önleyerek toz halde ürünün dışarı çıkmasını sağlamaktadır.

Farklı sıcaklık ve MD oranlarının uygulandığı nar suyu tozu üretimi uygulamasında elde edilen toz ürünlerin verimleri hesaplanmış ve Çizelge 4.4 de verilmiştir. Nar suyu tozu olarak en yüksek verim DE7 maltodekstrinin %67 oranında kullanılması ve 140°Cde uygulanan kurutma sıcaklığında F ürünüde %76 olarak elde edilmiştir.

Çizelge 4.4. Denemelerde uygulanan plan ve elde edilen nar suyu tozu verimleri (%)

Verim % °C	NSK / DE7			NSK / DE18		
	50/50	40/60	33/67	50/50	40/60	33/67
90	Q**	J	W	X	Y	Z
	47fghij*	62cde	69abc	38j	53efg	61cde
110	A	B	C	K	L	M
	51fgh	63bcd	72ab	47hij	53efg	64bcd
140	D	E	F	N	O	P
	42hij	53efg	76a	44ghij	48fghi	56def
170	G	H	I	R	S	T
	25k	39ij	67abc	2l	17k	38j

* Çizelgede, aynı küçük harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05)

**Farklı harfler belirtilen şartlarda elde edilen toz ürünler için isimlendirme amaçlı verilmiştir.

Farklı sıcaklık ve DE değerleri ile farklı oranlarda eklenen MD'nin nar suyu tozu verimi üzerine etkisi istatistiksel olarak (p<0.05) önemli bulunmuştur. Meyve suyu oranı artışına göre ürün veriminde azalma belirlenmiştir. Kurutma sıcaklığının 170°C çıkarılması ile de toz ürün veriminde belirgin azalma gözlenmiştir. Farklı DE değerlerindeki MD ile hazırlanan örneklerin kurutulmasında verim yönünden önemli fark tespit edilmiştir. Özellikle DE18 MD nin kullanıldığı 170°C de yapılan kurutmada ürün büyük oranda iç çeperlere yapışarak, verim son derece düşük bulunmuştur. Üzüm suyunun kurutulduğu bir çalışmada da benzer şekilde; toz üründe MD oranının artması ile verim artışının doğru orantılı olduğu, DE değerinin artması ile ise verimin azaldığı belirtilmektedir (Papadakis ve ark., 2006).

4.3.2. Elde edilen toz ürünlerin fizikokimyasal özellikleri

4.3.2.1. Nem ve çözünürlük

Nar suyu tozu örnekleri için, Çizelge 4.5 de verilen nem değerleri %2.4 ve %4.0 arasında değişmekte en yüksek nem değeri K örneğinde, en düşük ise İ örneğinde tespit edilmiştir. Elde edilen örneklerin nem ve çözünürlük değerleri arasında istatistiksel olarak belirgin fark ($p<0.05$) tespit edilmiştir. MD oranı ve kurutucu hava giriş sıcaklığının artması ile elde edilen toz ürünlerin nem değerleri azalmakta aralarındaki ilişki ters orantılı olarak gelişmektedir.

Çizelge 4.5. Elde edilen nar suyu tozlarının nem (%) ve çözünürlük (s.) değerleri

Örnek Kodu	NSK/MD oranı	Kurutma sıcaklığı (°C)	Nem %	Çözünürlük s.
A	50/50 (DE7)	110	3.6 ab*	21 g
B	40/60 (DE7)	110	3.3 bc	27 de
C	33/67 (DE7)	110	3.3 bc	31 cd
K	50/50 (DE18)	110	4.0a	22 fg
L	40/60 (DE18)	110	3.8 ab	26 ef
M	33/67 (DE18)	110	3.5 ab	32 bc
W	33/67 (DE7)	90	3.5 ab	27 de
C	33/67 (DE7)	110	3.3 bc	31 cd
F	33/67 (DE7)	140	2.9 cd	36 b
İ	33/67 (DE7)	170	2.4 d	45 a

*Çizelgede, aynı sütunda aynı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$)

MD oranı ve kurutma sıcaklığındaki artış çözünürlük için ise paralel bir gelişme göstermekte, MD oranı ve kurutma sıcaklığındaki artış nem değerini azaltırken çözünürlüğü güçleştirmektedir. Aynı zamanda, kullanılan maltodekstrinin düşük DE değerinde olması daha kolay çözünür nar suyu tozu elde edilmesini sağlamaktadır. Denemelerde elde edilen sonuçlar, portakal suyunun (Brennan ve ark., 1971) ve üzüm suyunun (Papadakis ve ark., 2006) kurutulduğu işlemlerde elde edilen toz ürünlerin nem ve çözünürlük değerleri ile benzerlik göstermektedir.

4.3.2.2. Higroskopiklik

Çizelge 4.6 da elde edilen nar suyu tozu örneklerine ait higroskopiklik değerleri verilmiştir. Higroskopiklik, belirli ağırlıktaki nar suyu tozunun %76 bağıl nemde (doymuş NaCl çözeltisi) 15 dakikalık aralıklarla toplam 2 saat süre ile ağırlık artışının bulunması ile belirlenmektedir. Sonuçlar birim zamanda belirli ağırlıktaki örneğin tutabileceği su miktarı olarak (g su/kg toz ürün.dk) verilmiştir.

Uygulanan 2 saatlik higroskopiklik testi ile tüm örneklerde her 15 dakikada belirli ağırlık artışları tespit edilmiş, sonuçlar arasında istatistiksel önemde fark ($p<0.05$) gözlenmiştir. Örneklerde birbirine yakın oranlarda su tutma kinetiği elde edilmiştir. En yüksek higroskopiklik değeri Z ürününde 0.269, en düşük ise T ürününde 0.07g su/kg toz ürün.dk. olarak belirlenmiştir. Diğer örneklerin higroskopiklik değerleri bu iki ürünün higroskopiklik değerleri arasında kalmıştır. Nar suyu konsantresinin içerdiği şeker ve asitten dolayı higroskopik olması beklenir. Denemede 2 saatlik ağırlık ölçüm işleminden sonrada, nem artışının devam ettirilmesi ile 10 saatten sonra tüm ürünlerde renk kararması ve yapışkanlık artarak, higroskopik özellik sonucu ürünlerde nem oranı belirgin seviyede artmış, akıcı toz ürün yapısı kaybolmuştur. Genel olarak artan kurutma sıcaklığı ve kurutucuya giren MD miktarının artması elde edilen ürünlerin higroskopiklik değerinin azalmasına neden olmuştur.

Çizelge 4.6. Nar suyu tozlarının higroskopiklik değerleri(g su/kg katı madde/dk.)

higroskopiklik °C	NSK / DE7			NSK / DE18		
	50/50	40/60	33/67	50/50	40/60	33/67
90	Q** 0.207 f*	J 0.205 g	W 0.147 k	X 0.251 b	Y 0.233 d	Z 0.269 a
110	A 0.219 e	B 0.162 j	C 0.132 m	K 0.247 b	L 0.201 g	M 0.239 c
140	D 0.196 g	E 0.146 k	F 0.133 m	N 0.249 b	O 0.182 h	P 0.160 j
170	G 0.149 k	H 0.166 i	I 0.135 l	R -	S o	T 0.070 n

* Çizelgede, aynı küçük harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farksızdır ($p<0.05$)

**Farklı harfler belirtilen şartlarda elde edilen toz ürünler için isimlendirme amaçlı verilmiştir.

Higroskopikliği gıdanın su tutabilme kapasitesi olarak açıklayan Rodriguez-hernandez ve ark., (2005); toz meyve suyu üretiminde düşük higroskopiklik değerlerinin MD miktarının artırılması ile elde edilebileceğini bildirmişlerdir.

4.3.2.3. Su aktivitesi

Üretilen toz ürünlerin raf ömrünü belirleyen en önemli kriterlerinden biri olan su aktivitesi değeri, denemelerde elde edilen nar suyu tozunun biyokimyasal reaksiyonlara ilgisini de ifade etmektedir. Yüksek su aktivitesi, gıda üzerinde biyokimyasal reaksiyonlar için serbest su oranının da yüksek olduğunu dolayısı ile raf ömrünün kısa olduğunu belirtmektedir. Su aktivitesinin <0.6 olması gıdanın mikrobiyolojik olarak dayanıklı olduğunu ifade etmektedir.

Çizelge 4.7. Elde edilen nar suyu tozlarının su aktivitesi (a_w) değerleri

a_w °C	NSK / DE7			NSK / DE18		
	50/50	40/60	33/67	50/50	40/60	33/67
90	Q** 0.158 cd* ±0.002	J 0.163 cd ±0.004	W 0.166 c ±0.009	X 0.165 c ±0.001	Y 0.199 b ±0.003	Z 0.229 a ±0.001
	A 0.141 de ±0.003	B 0.136 de ±0.003	C 0.128 ef ±0.005	K 0.129 ef ±0.000	L 0.158 cd ±0.002	M 0.174 c ±0.001
140	D 0.119 efg ±0.004	E 0.112 fg ±0.005	F 0.104 g ±0.003	N 0.125 ef ±0.002	O 0.116 efg ±0.003	P 0.106 fg ±0.001
	G 0.128 ef ±0.003	H 0.128 ef ±0.002	I 0.123 efg ±0.001	R 0.130 ef ±0.001	S 0.129 ef ±0.004	T 0.129 ef ±0.002

* Çizelgede, aynı küçük harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05)

**Farklı harfler belirtilen şartlarda elde edilen toz ürünler için isimlendirme amaçlı verilmiştir.

Çizelge 4.7 de denemelerde elde edilen toz ürünlerdeki su aktivitesi değerleri verilmiştir. En düşük su aktivitesi değeri F ürünü için 0.104 olarak bulunmuştur. En yüksek su aktivitesi değeri ise Z ürünüde 0.229 olarak bulunmuştur. Elde edilen toz ürünlerin su aktivitesi değerleri bu iki değer arasında kalarak 0.104 ile 0.229 arasında değişme göstermiştir. Bu sonuçlar, elde edilen nar suyu tozu örneklerinin mikrobiyolojik bozulmalara karşı dayanıklı olduğunu ifade etmektedir. Kurutulmuş

toz ürünlerin su aktiviteleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Nar suyu tozu üretiminde elde edilen değerlere benzer şekilde, Quek ve ark., (2006) tarafından yapılan ve karpuz suyunun kurutulduğu çalışmada, su aktivitesi değerleri 0.20 ile 0.30 arasında değişme göstermiş, hava giriş sıcaklığının artması ile düşen nem değerlerinin yanında, su aktivitesinde de artışlar olduğu tespit edilmiştir.

4.3.2.4. Yoğunluk

Nar suyu tozlarının yoğunluk değerleri birim hacimdeki ağırlık olarak ölçülmüş, sonuçlar g/cm^3 olarak verilmiştir. Ürünler arasında en yüksek yoğunluk $0.6504 g/cm^3$ değeri ile Q örneğinde, en düşük ise $0.5789g/cm^3$ ile K örneğinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Elde edilen nar suyu tozlarının yoğunluk değerleri (g/cm^3)

(g/cm^3) °C	NSK / DE7			NSK / DE18		
	50/50	40/60	33/67	50/50	40/60	33/67
90	Q** 0.6504 B*	J 0.6771 a	W 0.6322bcd	X 0.5822f	Y 0.6436 bc	Z 0.6418 bc
110	A 0.6331 bcd	B 0.6423 bc	C 0.6251bcd	K 0.5789f	L 0.6273 bcd	M 0.6392 bc
140	D 0.6147 de	E 0.5941 ef	F 0.6228cd	N 0.5791f	O 0.6311 bcd	P 0.6371 bc
170	G 0.6428 bc	H 0.5875 ef	I 0.5863ef	R -	S g	T 0.6444 bc

* Çizelgede, aynı küçük harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farksızdır ($p<0.05$)

**Farklı harfler belirtilen şartlarda elde edilen toz ürünler için isimlendirme amaçlı verilmiştir.

Al-Kahtani ve Hassan (1990), yoğunluğun yüksek olmasının toz tanecik boyutlarının küçük olması ile açıklanabileceğini bildirmişlerdir. Chegini ve Ghobadian (2005) da, kurutucu hava giriş sıcaklığının artması ile toz ürünlerin yoğunluklarında azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Bu durum, çalışmamızda elde ettiğimiz yoğunluk değerleri ile de uyumaktadır.

4.3.2.5. Renk

Elde edilen toz ürünlerde renk değerleri, hunter lab renk ölçüm cihazı ile L*, a* ve b* olarak belirlenmiş, Çizelge 4.9 da değerler verilmiştir. Ölçümlerin yapıldığı Hunter Renk cihazının renk skalasında L* değişkeni 0-100 arasında değerler almakta ve 0 değeri siyahı, 50 gri ve 100 ise beyazı ifade etmektedir. Renk skalasında a* değeri -50 ile +50 arasında yeşil ve kırmızılığı, b* değeri ise yine -50 ile +50 arasında mavi ve sarılık değerini vermektedir. Nar suyu konsantresi koyu siyah-kırmızı değerlerde, maltodekstrin ise beyaz renkli olduğundan ürünleri karışım oranlarına göre renk değerleri skalalarda belirtilen aralıklarda değer almıştır. En düşük L değeri en koyu renkli örnek olarak F ürününde, en düşük L değeri ise 64.55 ile G nar tozu ürününde tespit edilmiştir. Örneklerde a* değerleri ise 0.45 ile 6.03 arasında değişme göstermiştir. Nar suyu tozu üretiminde kurutma giriş sıcaklığının artırılması ile L* (renk açıklığı) değerleri azalırken, a* (kırmızılık) değerlerinde ise artış (p<0.05) tespit edilmiştir. Kurutma yardımcı maddesi olarak kullanılan MD miktarının artırılması ile L* değerinde artış gözlenirken, a* değerinde azalma belirlenmiştir.

Çizelge 4.9. Nar suyu tozlarının L*,a*,b* renk değerleri

Renk °C	NSK / DE7			NSK / DE18			
	50/50	40/60	33/67	50/50	40/60	33/67	
90		Q**	J	W	X	Y	Z
	L*	81.36 f*	82.46 de	82.85cd	80.68 g	84.65 a	84.63 a
	a*	1.31 l	1.28 l	1.24l	2.80 fg	0.45 n	0.45 n
	b*	17.04	16.88	15.35	14.76	14.00	12.80
110		A	B	C	K	L	M
	L*	79.20 ı	82.68 d	83.91b	78.95 ij	83.73 b	84.45 a
	a*	2.53 ı	1.27 l	1.06m	2.75 g	2.15 j	1.27 l
	b*	19.52	16.58	14.64	17.45	13.88	19.35
140		D	E	F	N	O	P
	L*	72.90 m	81.42 f	84.42a	75.03 k	78.57 j	83.20 c
	a*	4.82 c	2.18 j	1.91k	4.40 d	3.22 e	2.30 j
	b*	23.60	19.05	13.14	17.08	19.35	13.93
170		G	H	I	R	S	T
	L*	64.55 n	73.65 l	82.14e	- h	- h	75.43 k
	a*	6.03 a	5.14 b	2.94f	- h	- h	4.49 d
	b*	18.44	25.66	17.04	-	-	19.35

Çizelgede, L ve a* değerleri için ayrı ayrı olarak, aynı küçük harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05)

**Farklı harfler belirtilen şartlarda elde edilen toz ürünler için isimlendirme amaçlı verilmiştir.

Elde edilen sonuçlardan; sıcaklık artışı ile siyahlaşmanın paralellik göstermesi kurutulmuş karışımdaki şekerlerin ısı artışına paralel olarak kahverengileşme etkisi altında kaldığı ile açıklanabilmektedir. En yüksek NSK/MD oranı ve kurutma sıcaklığı uygulanarak elde edilen G nar suyu tozu örneğinin en düşük L değerine ulaşması, artan MD oranı ile elde edilen toz örneklerde a* değerindeki azalmalar bu açıklamalar ve diğer araştırmacıların sonuçları ile paralellik göstermektedir (Papadakis ve ark., 2006; Quek ve ark., 2006).

4.3.2.6. Camsı geçiş sıcaklığı

Camsı geçiş sıcaklığı (T_g) ürünün kurutulabilirliği ve serbest akabilirliğini belirleyen önemli bir değerdir. Düşük molekül ağırlıklı polimerler (sakaroz) ve monomerler (fruktoz, glukoz) düşük T_g göstermektedir. Uzun zincirli molekül içeren karışımlar ise yüksek T_g göstermektedir. Bu yüzden azalan molekül ağırlığı ile paralel olarak T_g değerinde azalmaktadır (Roustapour ve ark., 2006).

Şayet nar suyu tozunda olduğu gibi, örnek içerisinde sakaroz, fruktoz, glikoz varsa, bunun yanında uzun zincirli moleküler yapı ne kadar az ise elde edilen kurutulmuş örneğin T_g değeri o kadar düşük çıkmakta, buda örneğin kurutma esnasında ve depolama sırasında yapışkanlığı, nem çekebilir özellikte ürün olacağı hakkında bilgi vermektedir. Aynı zamanda meyve sularında organik asitlerin bulunması kurutma esnasında damlacıkların birbirine ve kurutma duvarına yapışmasına neden olmaktadır (Brennan ve ark. 1971).

Nar suyu tozlarının camsı geçiş sıcaklığı değerleri DSC kalorimetresi ile belirlenmiştir. Çizelge 4.9 da örnek kodları ile belirtilen nar tozu örneklerinin DSC kalorimetresi ile 10-100°C arasında her 1 dakika aralıkta 5°C sıcaklık artışının sağlanması ile entalpisinin taranması sonucunda deneysel olarak T_g değerleri belirlenmiştir.

Çizelge 4.10. Nar suyu tozu örneklerinin camsı geçiş sıcaklıkları (Tg)

Örnek Kodu	NSK/maltodekstrin oranı	Kurutma sıcaklığı (°C)	Tg (°C)
A	50/50 (DE7)	110	42.74 g*
B	40/60 (DE7)	110	47.51 e
C	33/67 (DE7)	110	52.67 a
K	50/50 (DE18)	110	36.37 h
L	40/60 (DE18)	110	44.49 f
M	33/67 (DE18)	110	47.86 de
W	33/67 (DE7)	90	48.96 c
C	33/67 (DE7)	110	52.67 a
F	33/67 (DE7)	140	49.67 b
İ	33/67 (DE7)	170	49.70 b

*Çizelgede, aynı sütunda aynı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05)

Çizelge 4.9 danda görüldüğü gibi en düşük Tg değeri K örneği için 36.37°C, en yüksek Tg değeri ise C örneğinde 52.67°C olarak belirlenmiştir. Burada K örneğinde meyve suyu konsantresi oranı %50, C örneğinde ise %33 olarak alındığından böyle bir sonucun elde edildiği düşünülmektedir.

Nar suyu içinde en fazla bulunan fruktozun saf halde Tg değeri 5°C, sitrik asitin 15°C, glukozun 31°C dir. Bunun yanında kurutma yardımcı maddesi olarak ilave edilen MD DE20 nin 121°C, MD DE5 in ise 188°C olarak belirtilmektedir. Katkı maddesi olarak ilave edilen MD amorf materyaller arasındaki hidrojen bağlarını kırarak onların kurutma ve depolamasında yapışkanlıklarını elimine etmekte, ürüne uzun raf ömrü sağlamaktadır. Kurutma yardımcı maddesi olarak maltodekstrinin yanı sıra yapışkanlık ve düşük Tg değerinin önlenmesi için silikon dioksit uygulamasının da olumlu sonuçlar verdiği belirtilmektedir (Roustapour ve ark., 2006).

4.3.3. Elde edilen toz ürünlerin duyuşsal özellikleri

Denemelerde uygulanan duyuşsal testlerde ilk olarak; sabit 110°C sıcaklıkta, DE7 ve DE18 için ayrı ayrı, NSK/MD oranı 50/50, 40/60 ve 33/67 olan 6 farklı nar suyu tozundan 14.5 brikste hazırlanan örnekler (A,B,C,K,L,M) panelistlere

sunulmuştur. İkinci olarak da; DE7 örneklerinden NSK/MD oranı 33/67 olan, 90, 110, 140 ve 170°C de elde edilen 4 farklı nar suyu tozu örneği ile yine kurutmadan önce hazırlanan karışımdan (N) alınan örnek ile birlikte, toplam 5 örnek (W,C,F,I ve N) 14.5 brikse sulandırılmış, 10 ayrı paneliste sunulmuştur. Özellikler 10 tam puan üzerinden değerlendirilmeye alınmıştır. İki ayrı oturumda elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Örnekler arasında her bir özelliğe göre istatistiksel olarak belirli farklılıklar gözlenmiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.11 de sabit sıcaklıkta, DE7 ve DE18 için farklı oranlarda ilave edilen MD ile elde edilen nar suyu tozu içeceklerinin duyusal analiz puanları verilmektedir. Meyve suyu tozu hazırlanmasında NSK/MD oranı 50/50 olan örnekler en yüksek puanları almışlardır. Meyve suyu oranının azalmasına paralel olarak puanlarda da düşme gözlenmiştir. Genel izlenim olarak ise en yüksek puanları MD DE7 kullanılarak 50/50 oranında hazırlanan meyve suyu tozu içeceği almıştır.

Çizelge 4.11. Sabit sıcaklıkta, DE7 ve DE18 için farklı oranlarda ilave edilen MD ile elde edilen nar suyu tozu içeceğinin duyusal analiz puanları

	NSK / DE7			NSK / DE18		
	50/50 A	40/50 B	33/67 C	50/50 K	40/50 L	33/67 M
Renk	8.0a*	7.3abc	6.5cd	7.8ab	7.0bcd	6.2d
Tat	7.7a	7.2ab	6.1b	7.8a	7.1ab	6.3b
Aroma	7.4a	7.4a	6.5a	7.5a	6.9a	6.7a
Genel	8.0a	7.3ab	6.6bc	7.9a	6.7bc	6.1c

*Aynı satırda aynı küçük harfle belirtilen değerler arasında önemli fark yoktur ($p<0.05$)

Sıcaklık farkı değerlendirmesinde ise; en yüksek puanları ısıl işleme uğramayan, kurutulmayan N örneği almıştır. Bu standart örneğe en yakın renk puanını 170°C de kurutulan I örneği almıştır. Sıcaklık artışı ile elde edilen örneklerde karamelizasyondan dolayı artan renk tonu örneklerin daha yüksek puanlar almalarını sağlamışlardır. Nar suyu tozuna ilave edilen MD miktarına göre oluşan renk açılması tüketicilerin nar suyundan koyu kırmızı renk beklentilerini karşılayamadığından, bu durum puanlara yansımıştır.

Çizelge 4.12. NSK/MD oranı 33/67 olan, DE7 den hazırlanan ve farklı sıcaklıklarda kurutularak elde edilen nar suyu tozu içeceklerinin duyu analizi puanları

	W (90°C)	C (110°C)	F (140°C)	I (170°C)	N(kurutulmayan)
Renk	4.7a*	4.9a	7.0b	8.5c	9.5c
Tat	7.1a	7.1a	7.5a	7.3a	8.7b
Aroma	7.2ab	6.4a	6.6a	6.8a	8.0b
Genel	6.1ab	6.0a	6.7abc	7.3bc	7.9c

*Aynı satırda aynı küçük harfle belirtilen değerler arasında önemli fark yoktur ($p < 0.05$)

Sıcaklık artışına göre nar tozlarının panelistlerden aldıkları puanlarda azalma beklenirken, tersi bir durum ortaya çıkmış, sıcaklık artışı ile puanlarda da artışlar önemli seviyede bulunmuştur ($p < 0.05$). Tat ve aroma olarak sıcaklığın etkisi gözlenmezken, genel değerlendirmede rengin etkisi sonucu yine en yüksek puanları 170°C kurutulmuş örnek almıştır.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, farklı kurutma sıcaklıklarında püskürtmeli kurutucu kullanılarak nar suyu tozu üretiminde; farklı dekstroz endeksli maltodekstrinlerin kurutma yardımcı maddesi olarak kullanılmasının, elde edilen tanecikli toz ürünlerin kimyasal, fiziksel ve duyuşal özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. İki tekerrürlü olarak yürütölen bu çalışmada, nar suyu konsantresine farklı miktarlarda karıştıırılan maltodekstrinler ile üretilen nar suyu tozu ürünlerinde kimyasal, fiziksel ve duyuşal analizleri yapılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Püskürtmeli kurutma; çok hızlı bir kurutmanın oluştuğu dinamik bir işlem olduğundan, kurutulan maddenin fiziksel yapısı kurutucu haznesinde çok hızlı bir değışim göstermektedir. Bu yüzden tüm parametrelerin önceden optimizasyonla belirlenmesi ile uygulamada meydana gelebilecek problemlerin (yapışkanlık, renk değışiklikleri, yoğunluk, higroskopiklik gibi) önüne geçilebilir.

Meyve sularında ve özellikle nar suyunda yoğun olarak organik asitlerin bulunması kurutma esnasında damlacıkların birbirlerine ve kurutma haznesi iç yüzeyine yapışmasına neden olmaktadır. Aynı zamanda meyve sularında karbonhidrat olarak 6 karbonlu basit şekerlerin bulunması (fruktoz, glukoz), uzun zincirli moleküllerin bulunmaması, meyve sularından üretilen meyve tozlarının düşük camsı geçiş sıcaklığı (Tg) değıeri göstermelerini, bu yüzdende kurutma da zorluklar, yapışma ve karamelizasyonların oluşmasına neden olmaktadır. Artan oranda ilave edilen maltodekstrinin Tg değıerini artırarak, akışkan, açık renkli toz ürünler elde edilmesini sağlamaktadır. Toz ürünlerin Tg değıerleri, kurutma yardımcı maddesi olarak ilave edilen maltodekstrinin DE değıerine göre farklılık gösterdiğıi belirlenmiştir. Ölçölen en yüksek Tg değıeri C örneğinde görölrken, bunu İ ve F örnekleri takip etmiştir ($p<0.01$).

Kurutma sıcaklığı artışına göre ürünlerin nem değerleri incelendiğinde, en yüksek nem 90°C, en düşük nem ise 170°C sıcaklıkta kurutulan ürünlerde görülmüş, ürünler arasındaki bu farklılık istatistiksel olarak da $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. DE7 ye göre DE18 MD kullanılan ürünlerin nem değerlerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Toz ürünlerin; uygulanan kurutma sıcaklığından dolayı tespit edilen renk değerlerinde, kurutma yardımcı maddesi olarak kullanılan MD miktarından dolayı belirlenen renk değerlerine göre daha belirgin değişiklikler gözlenmiştir ($p<0.05$).

Ürünlerin duyuşal özellikleri incelendiğinde, kurutma yardımcı maddesi çeşidinin nar suyu tozunun renk ve genel duyuşal puanları üzerinde etkili olduğu, tat ve özellikle aroma puanlarında ise etkili olmadığı belirlenmiştir ($p<0.05$).

Toz ürünlerin yoğunlukları, farklı uygulamalara göre değişim göstermiş, kurutma işleminin sonunda ise 110°C de kurutulan ve 33/67 oranında maltodekstrin içeren örneklerin diğer sıcaklık ve maltodekstrin oranlarında kurutulan örneklere göre istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Uygulanan analizlerden elde edilen veriler ışığında, nar suyu tozunun yalnız olarak, sadece nar suyu konsantresinin püskürtmeli kurutucuda kurutulması ile üretilmeyeceği, muhakkak belirli oranlarda kurutma yardımcı maddesinin kullanılması gerekliliği belirlenmiştir. Bunun yanı sıra 7DE maltodekstrin kullanılarak üretilen nar suyu tozlarının 18DE maltodekstrin kullanılan ürünlere çok benzediği, buna karşılık düşük a_w , ve higroskopiklik gösterirken, daha yüksek verim sağladığı belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, maltodekstrinin meyvelerin kurutulmasında etkili bir kurutma yardımcı maddesi olduğu, 7DE maltodekstrinin 110-140°C kurutma sıcaklığında, %50 den daha fazla oranlarda kullanılarak; duyuşal olarak da kabul edilebilir nar suyu tozu üretilebileceği belirlenmiştir.

Kuru toz ürünlerin üretiminde en önemli parametrenin kullanılan maltodekstrinin oranı ve kurutma sıcaklığı olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Etkili ve başarılı bir toz kurutma yapmak için düşük DE değerlerinde, kurutmanın

yapılabileceği en az MD kullanılması ve düşük kurutma sıcaklığı uygulanması gerektiği tespit edilmiştir. Nar suyu tozu üretiminde; kurutma yardımcı maddesi olarak ilave edilen maltodekstrinin %60 oranında kullanılması ve kurutmanın 110°C de uygulanması, verim, higroskopiklik, su aktivitesi, yoğunluk, renk, Tg ve duyusal değerlendirmeler dikkate alınarak optimizasyonel olarak uygun bulunmuştur.

Bu çalışmaya ek olarak, nar suyu tozu üretiminde, toplamda daha az kurutma yardımcı maddesi ilavesi sağlamak amacı ile, diğer kurutma yardımcı maddelerinin de araştırılması (silikon dioksit, arabik gam gibi) nar suyu tozunun endüstriyel olarak üretilmesi ve tüketici isteklerinin sağlanması yönünden önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- ABADIO, F. D. B., DOMINGUES, A. M., BORGES, S. V., and OLIVEIRA, V. M., 2004. Physical Properties of Powdered Pineapple Juice; Effect of Maltodekstrin Concentration and Atomization Speed. *J. of Food Engineering*, 64: 285-287.
- ACAR, J., 1988. Meyve ve Sebze Suyu Üretim Teknolojisi. Çeviri, "Ulrich Schobinger-Handbuch der Lebensmittel Technologie, Frucht und Gemuseseafte" Hacettepe Üniversitesi, Beytepe, Ankara, 602s.
- ADHIKARI, B., HOWES, T., BHANDARI, B. R., and TROUNG, V., 2004. Effect of Addition of Maltodextrin on drying Kinetics and Stickiness of Sugar and Acid Rich Foods During Convective Drying. *J. of Food Engineering*, 62: 53-68.
- ALKAHTANI, H. A., and HASSAN, B. H., 1990. Spray Drying of Roselle. *J. of Food science*, 55(4):1073-1076.
- ALTAN, A., 1992. Laboratuvar Tekniği. Ç.Ü.Ziraat Fak. Ders Kitabı. No 36: 172s.
- AOAC., 1980. Official Methods of Analysis, 15th. Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- BHANDARI, B. R., DATTA, N., and HOWES, T., 1997. Problems Associated with Spray Drying of Sugar-Rich Foods. *Drying Technology*, 15(2): 671-684.
- BODUR, İ. ve YURDAGEL, Ü., 1986. Nar Konsantresinin Donmuş ve Kimyasal Katkılanmış Olarak Soğukta Depolanması Sırasında Meydana Gelen Değişmeler Üzerine Bir Araştırma. *Ege Üni. Müh. Fak. Dergisi*. 4(2):11-27.
- BORGES, S. V., REIS, A. L. S. H., JORGE, E. C., PINTO, P. R., and OLIVEIRA, V., 2002. Dehydration of Tropical Fruit Juices by Spray Drying. *Alimentaria*, 334: 125-130.
- BRENNAN, J. G., HERRERA, J., and JOWITT, R., 1971. A Study of Some of the Factors Affecting the Spray Drying of Concentrated Orange Juice, on a Laboratory Scale. *J. of Food Technology*, 6, 295-307.
- CANO-CHAUCA, M., STRINGHETA, P. C., SARDAGNA, L. D., and CAL-VIDAL, J., 2004. Mango Juice Dhydration Spray Drying Using Different Carriers and Functional Characterization. *Drying, (IDS2004) Vol.C., 2005-2012*.
- CEMEROĞLU, B., 1977. Nar Suyu Üretim Teknolojisi Üzerine Araştırmalar. Ankara Üniv. Ziraat Fak., Yayın no.664: 17s.
- CEMEROĞLU, B. ve ACAR, J., 1986. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği. Yayın no.6, Sanem Matbaası, Ankara, 508s.
- CEMEROĞLU, B., 1992. Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metodları. Biltav Yayınları. Ankara, 381s.
- CHEGINI, G. R., and GHOBADIAN, B., 2005. Effect of Spray-drying Conditions on physical properties of Orange Juice Powder. *Drying Technology*, 23: 657-668.
- DESORBY, S. A., NETTO, F. M., and LABUZA, T., 1997. Comparison of Spray Drying, Drum Drying and Freeze Drying for B-carotene Encapsulation and Preservation. *J. of Food science*, 62(6):1158-1162
- DEVLET İSTATİSTİK ENSTİTÜSÜ, 2002. Tarımsal Yapı ve Üretim - Tarım İstatistikleri Özeti. Devlet İst. Ens. Ankara.
- DOKUZOĞUZ, M. ve MENDİLCİOĞLU, K., 1978. Ege Bölgesi Nar Çeşitleri Üzerinde Pomolojik Çalışmalar. *Ege Üniv.Ziraat Fak.Dergisi*. 15(2):133-157
- DÜZGÜNEŞ, O., KESİCİ, T., KAVUNCU, O. ve GÜRBÜZ, F., 1987. Araştırma ve Deneme Metodları. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, no1021, Ankara, 381 s.
- ELYATEM, S. M., and KADER, A., 1984. Post-harvest Physiology and Storage Behaviour of Pomegranate Fruits. *Scientia Horticulturae*. 24: 287-298.
- GODARA, N. R., and GODARA, R. K., 1991. Assesment of New Germplast of Pomegranate at Hisar. *Haryana J.Hort.Sci*. 20(3-4): 197-202.

- GOULD, A. W., 1977. Food Quality Assurance. The AVI Publ. Co. Inc. USA. 314s.
- JAYA, S., and DAS, H., 2005. Accelerated Storage, Shelf Life and Color of Mango Powder. *Journal of Food Processing and Preservation*, 29: 45-62.
- IFFJP., 1968. Int. Federation of Fruit Juice Producers. IFJU Analyses no.11.
- LARUE, J. H., 1980. Growing Pomegranates in California. Univ.California Leaflet, No.2459.
- MANI, S., JAYA, S., and DAS, H., 2002. Sticky Issues on Spray Drying of Fruit Juices. Paper no: MBSK 02-201. ASAE/CSAE (The Society for Eng. in Agric, Food and Biological Systems) Meeting, Saskatoon, Saskatchewan, Kanada.
- MC REA, R., ROBINSON, R. K., and SADLER, M. J., 1993. Encyclopedia of Food Science Food Technology and Nutrition, Volume1, 1469-1476, Academic Press, NY.
- MISHKIN, M., and SAGUY, I., 1982. Thermal Stability of Pomegranate Juice. *Z. Lebensmittel Unters. und Forschung*, 175: 410-412.
- ONUR, C., 1982. Akdeniz Bölgesi Narlarının Seleksiyonu. Doktora Tezi. Ç.Ü.Ziraat Fak. Bahçe Bit.Böl.(yayınlanmamış), 121s.
- ONUR, C., 1988. *Nar. Derim Dergisi*, 5(4):147-192.
- PAPADAKIS, S. E., GARDELI, C., and TZIA, C., 2006. Spray Drying of Raisin Juice Concentrate. *Drying Technology*, 24: 173-180.
- PHADNIS, N. A., 1974. Pomegranate for Dessert and Juice. *Indian J. Hort.*,19(3):9-13.
- QUEK, S. Y., CHOK, N. K., and SWEDLUND, P., 2006. The Physicochemical Properties of Spray-dried Watermelon Powders. *Chemical Engineering and Processing*, 14:142-149.
- RIGGETTO, A. M., and NETTO, F. M. 2005. Effect of Encapsulating Materials on Water Sorption, Glass Transition and Stability of Juice from Immature Acelora. *International Journal of Food Properties*, 8: 337-346.
- RODRIGUEZ-HERNANDEZ, G. R., GONZALES-GARCIA, R., GRAJALES-LAGUNES, A., and RUIZ-CABRERA, M., 2005. Spray-Drying of Cactus Pear Juice: Effect on the Physicochemical Properties of Powder and Reconstituted Product. *Drying Technology*, 23: 955-973.
- ROUSTAPOUR, O. R., HOSSEINALIPOUR, M., and GHOBADIAN, B., 2006. An Experimental Investigation of Lime Juice Drying in a Pilot Plant Spray Dryer. *Drying Technology*, 24: 181-188.
- SAXENA, A. K., MANAN, J. K., and BERRY, S. K., 1987. Pomegranates; postharvest Technology, Chemistry and Processing. *Indian Food Packer* 41 (4): 43-60.
- SHRESTHA, A. K., UA-RAK, T., ADHIKARI, B. P., HOWES, T., and BHANDARI, B. R., 2007. Glass Transition Behavior of Spray Dried Orange Juice Powder Measured by Differential Scanning Calorimetry (DSC) and Thermal Mechanical Compression Test. *International Journal of Food Properties*, 10: 661-673.
- VELİOĞLU, S., ÜNAL, Ç., and CEMEROĞLU, B., 1997. Chemical Characterization of Pomegranate Juice. *Fruit Processing*, 8: 307- 310.
- VARDİN, H. ve ABBASOĞLU, M., 2004. Nar ekşisi ve narın diğer değerlendirilme olanakları. *Geleneksel Gıdalar Sempozyumu*, Van, s165-169.
- VARDİN, H., 2000. Harran Ovasında Yetişen Bazı Nar Çeşitlerinin Gıda Sanayiinde Kullanımı Üzerine Bir Çalışma, Doktora tezi (Ç.Ü. Fen Bil. Ens.), 100s.
- VARDİN, H. ve BİNİCİ, T., 2006. Güneş Enerjili Kurutma Sistemleri İle Kurutulan Gıda Ürünleri Ve Kurutulmuş Ürünler Pazarının Gelişme Potansiyeli. GAP-GİDEM Yayınları. Proje Yönetim ve Koordinasyon Birimi, Nurol Matbaacılık A.Ş. Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Şanlıurfa'da doğdu. İlköğrenimini ve orta öğrenimini Şanlıurfa'da tamamladı. 2000 yılında Anadolu Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'ne girdi. 2004 yılında aynı bölümden Endüstri Mühendisi ünvanıyla mezun oldu. Aynı yıl KOSGEB destekli olarak özel bir firmada Endüstri Mühendisi olarak işe başladı. 2005 yılında Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 2005 yılından beri Standardizasyon, ISO, HACCP Belgelendirmesi konularında kendi Özel Firmasında Endüstri Mühendisliği ve yöneticilik yapmaktadır.

ÖZET

Tüm dünyada, antioksidan-antikanserojen vb. etkilerinden dolayı, nar meyvesine son yıllarda yoğun talep artışı gözlenmektedir. Yurdumuzda nar genellikle sofralık olarak taze tüketilmekle birlikte aynı zamanda nar suyu konsantresi birçok yemek, ve soslarda tatlandırıcı olarak kullanılmaktadır. Nardan nar suyu konsantresi üretimine ek olarak nar suyu tozu olarak da değerlendirilmesi, saklama depolama ve tüketimi açısından büyük önem arz etmektedir. Püskürtmeli kurutma işlemi, meyve suları ve ekstraktları gibi zengin şeker içeriğine sahip gıdalardan toz ürünler elde edilmesinde tercih edilen işleme yöntemidir. Püskürtmek kurutmada ilke, kurutulacak ürünün atomize edilmesiyle son derece geniş bir yüzey kazandırılması ve böylece sıcak hava içinde hızlı bir kuruma sağlanmasıdır. Bu toz ürünler çok fazla higroskopiktirler ve bu özellik onlarda yoğun yapışkanlık şeklinde gözlenir. Meyve suları bileşimlerinden (fruktoz, glukoz, sakkaroz, sitrik asit gibi) dolayı düşük camsı geçiş sıcaklığı derecesi (Tg) özelliği gösterirler ve kurutma sırasında ya kıvamlı şurup şeklinde kalırlar veya kurutma haznesinin iç duvarlarına yapışırlar. Bu durum da üretim işlemlerinde problemlere ve verim düşüklüğüne sebep olur. Nişasta, arabik gum ve maltodekstrin gibi katkı maddeleri genel olarak kurutmada taşıyıcı ajan olarak ve püskürtmeli kurutma esnasında ürünlerin Tg değerini yükselterek problemleri gidermek amacı ile kullanılırlar. Bu katkılar arasında düşük maliyeti ve Tg etkinliği yönünden maltodekstrin daha çok tercih edilmektedir. Nar suyu konsantresinin vizkoz ve yapışkan olması, taşınmasında, tartılmasında ve diğer maddelerle karıştırılmasında sorunlarla karşılaşılmasına neden olmaktadır. Nar suyu tozu üretimi ile bu sorunlar giderilirken, aynı zamanda kurutulmuş ürünlere katılmasının kolaylaştırılması ile birçok yeni ürünler (toz içecek, hazır çorba, kahvaltılık yiyecekler, ekmek, kek, bisküvi hamurları, dondurma vb.) üretilebilecektir.

Nar suyu tozu henüz ticari olarak üretilen bir ürün değildir. Bu çalışma ile elde edilen nar suyu tozu birçok yeni ürünlerin üretilebileceği fikrini ortaya çıkararak, mevcut ürünlere katılması ile de besleme değerlerinin artırılması, duyuusal özelliklerinin geliştirilmesi, sağlıklı ve daha doğal ürün imajı ile tüketici ilgi ve kabul edilebilirliklerini artıracaktır. Bu çalışmada, nar suyu konsantresi laboratuvar tipi bir püskürtmeli kurutucuda kurutulmuştur. Kurutma haznesi ve siklon seperatördeki yapışma probleminin giderilmesi için kurutma yardımcı maddesi olarak DE 7 ve DE18 değerli maltodekstrin kullanılmıştır. Nar suyu tozunun kurutulabilmesi için farklı maltodekstrinler, hazırlanan karışımdaki maltodekstrin konsantrasyonları ve kurutma şartları belirlenmiştir. Kurutma için maksimum nar suyu konsantresi/maltodekstrin oranı DE7 endeksli maltodekstrin kullanılarak 50/50 olarak tespit edilmiştir. Kurutmada; sıcak hava giriş ve çıkış sıcaklıkları 110°C, 78°C olarak, kurutmaya giren hammaddenin ÇKM değeri ise 40 briks olarak belirlenmiştir. Elde edilen tüm ürünlerin fiziksel ve duyuusal özellikleri higroskopiklik dışında, kabul edilir seviyelerde bulunmuştur

SUMMARY

There is a big demand to pomegranate in all over the world due to its antioksidan-anticancerogen effects. The pomegranate is generally eaten daily, also juice concentrate is commonly used for salads and in many dishes in Turkey. In addition to the production of concentrate, it can be evaluated as pomagranate juice powder, this way has a big importance on storage and consumption. Spray Drying is the method of getting powder from fruit juice and extrats, which include plenty of diabetes. The main aim of using this method is getting a huge surface by atomizing the production, so there will be a fast drying in hot air. These powder products are so hydroscopics and this function gives them a dense viscosity. Fruit juices show a low glass transition relative heat (Tg), and they stay as thick syrup or they stick to the inside walls of the dryer box. This situation causes some problems and decreasing of yield at production phases. The additives such as cornstarch, arabic gum and maltodextrin are used as transporter subject at drying phase and to solve problems by increasing Tg levels of productions at spraying drying phase. Maltodextrin is generally preferred among these additives due to its low cost and Tg effectiveness. Because of pomegranate juice concantrate being viscose and viscous, some problems can be seen at transportation, weighed, and mixing with other materials. Via dry pomegranate juice powder both these problems can be solved and by facilitating its mixing to dried food, many new productions (powdered juice, powdered soup, food for breakfast, bread, cake, biccuits paste, ice-cream,etc.) will be able to produced.

Pomegranate juice powder is not still a production that can be produced for trade. Via this study, Pomegranate juice powder will an eligible production by

supporting producing of new productions. In this study, pomegranate juice powder was produced with a lab scale spray dryer. The problem of stickness in the drying chamber and cyclone was overcome through the use of DE7 and DE18 maltodextrins as drying aid agents. For each type of maltodextrin, the dryer operating conditions and the minimum concentration of maltodextrin in the feed, necessary for successful powder production, were determined. The maximum ratio of (pomegranate juice solids/maltodextrin solids) achieved was 50/50 and was made possible with the use of DE7 maltodextrin. The inlet and outlet drying air temperatures were 110°C and 78°C, respectively, while the feed contained 40 brix total solids. The physical and sensory properties of all powders produced were determined and found to be satisfactory, the only exception being their high hygroscopicity.