

**FARKLI ŞEKİLLERDE KURUTULMUŞ KAYISILARIN
REHİDRASYON YETENEKLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MURAT İNTEPE

DANIŞMAN

Doç. Dr. İnci TÜRK TOĞRUL

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Mayıs 2010

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI ŞEKİLLERDE KURUTULMUŞ KAYISILARIN REHİDRASYON
YETENEKLERİNİN İNCELENMESİ**

MURAT İNTEPE

DANIŞMAN
Doç. Dr. İnci TÜRK TOĞRUL

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

MAYIS 2010

ONAY SAYFASI

Doç. Dr. İnci TÜRK TOĞRUL danışmanlığında

Murat İNTEPE tarafından hazırlanan

**FARKLI ŞEKİLLERDE KURUTULMUŞ KAYISILARIN REHİDRASYON
YETENEKLERİNİN İNCELENMESİ**

başlıklı bu çalışma lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili

maddeleri uyarınca

02./06/2010

tarihinde aşağıdaki jüri tarafından

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında

Yüksek Lisans tezi olarak oy çokluğu/oybirliği ile kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı, Soyadı

İmza

Başkan Prof.Dr. Abdullah ÇAĞLAR

Üye Doç.Dr. İnci TÜRK TOĞRUL (Danışman)

Üye Yrd.Doç.Dr. M.Galip İÇDUYGU

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetin Kurulu'nun

...../...../..... tarih ve

..... sayılı kararıyla onaylanmıştır

Doç. Dr. Rıdvan ÜNAL
Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	IV
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	V
ŞEKİLLER DİZİNİ	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	VII
1.GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİLER	4
2.1 Kayısı Hakkında Genel Bilgiler	14
2.1.1 Kayısı Meyvesinin Özellikleri	14
2.1.2 Kayısının Beslenmedeki Önemi	14
2.1.3 Kayısı Türleri	16
2.1.4 Kayısının Bileşimi	20
2.1.5 Kayısıda Kükürtleme	21
2.1.6 Kayısı İhraçat ve İthalatı	26
2.2 Rehidrasyon	28
2.2.1 Rehidrasyon Modelleri	30
2.3. Literatür Çalışmaları	32
3. MATERYAL ve METOD	34
3.1. Materyal	34
3.2. Metot	34
4.BULGULAR	36
4.1 Rehidrasyon Hızları	43
4.2 Rehidrasyon Süresince rehidrasyon Sıvısının Brix' i	47
4.3 Rehidrasyon Sırasında Difüzyon Katsayısı	51
4.4 Rehidrasyonun Modellenmesi	52
5. SONUÇLAR	59
6. KAYNAKLAR	62
7. ÖZGEÇMİŞ	70

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI ŞEKİLLERDE KURUTULMUŞ KAYISILARIN REHİDRASYON YETENEKLERİNİN İNCELENMESİ

Murat İNTEPE

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. İnci TÜRK TOĞRUL

Bu çalışmada, Malatya bölgesinde yetişen Hacihaliloğlu aşu kayısının rehidrasyon yetenekleri incelendi. Bu amaçla farklı sıcaklıkta ve farklı ön işlem uygulanarak kurutulmuş kayısılar farklı sıcaklıkta saf su ortamlarında ve farklı konsantrasyonlarda şeker çözeltilerine daldırılarak rehidre edildi.

Ön işlem olarak, SO₂ ile kükürtleme ve K₂S₂O₅+EO , K₂S₂O₅, Na₂S₂O₅ +EO ve Na₂S₂O₅ çözeltileri ile kükürtleme işlemleri uygulandı. Rehidrasyon ortamları olarak distile su, %10-20 Glikoz ve %10-20 Sakaroz çözeltileri kullanıldı. Rehidrasyon işlemi literatürde yer alan eşitlikler kullanılarak modellendi. Model katsayılarının anlamlılığı t-test ile deneysel veriye uygunluğu R² ile belirlendi.

Yüksek sıcaklıkta kuruyan maddelerin daha hızlı nem kazandığı, ön işlemlenmiş kurutulmuş kayısıların ön işlemlere göre daha fazla rehidre olabildiği görüldü. Ön işlemler rehidrasyon yeteneklerine göre sıralandığında K₂S₂O₅+EO > K₂S₂O₅ > SO₂ > Na₂S₂O₅ +EO > Na₂S₂O₅ şeklinde bir sonuç elde edilmektedir.

Rehidrasyon ortamının sıcaklığının artmasıyla kayısıların daha fazla nem kazandığı ve su ile rehidrasyonun şeker çözeltilerine göre daha iyi sonuç verdiği, şeker çözeltilisinin konsantrasyonu arttıkça rehidrasyon yeteneğinin azaldığı görüldü. Rehidrasyon sırasında kayısının nem difüzyon katsayısının çalışılan şartlara bağlı olarak 1,148x10⁻¹⁰ ile 3,49x10⁻¹⁰ aralığında değiştiği görüldü.

Kayısının rehidrasyon davranışını açıklamada kullanılan tüm modellerin (Peg, Weibull ve exponansiyel) anlamlı olduğu ancak Weibull modelinin en iyi uyumu gösterdiği bulundu.

2010, 70 sayfa

Anahtar Kelimeler: Kayısı, rehidrasyon, kurutma, ön işlem, difüzyon katsayısı, modelleme, t-test

ABSTRACT
M. Sc. Thesis

**INVESTIGATION OF REHYDRATION CHARACTERISTIC OF APRICOT
DRIED WITH DIFFERENT TECHNIQUES**

Murat İNTEPE

Afyon Kocatepe University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. İnci Türk TOĞRUL

In this study, rehydration characteristic of Hacihaliloğlu species of apricot, growth in Malatya province, were investigated. For this aim, apricots, dried in different temperature and pre-treatment application were rehydrated in pure water at different temperature and sugar solution at different concentration.

Sulfuring with SO₂ gases and K₂S₂O₅+ethyl oleate (EO) , K₂S₂O₅, Na₂S₂O₅ +EO, Na₂S₂O₅ solution were applied as pre-treatment. Pure water and 10-20 % glucose and sucrose solution were used as rehydration medium. Suitability of different Models, given in literature, were investigated for modeling rehydration characteristic of apricot. Usability of models were tested with t-test and goodness of model for experimental data were determined with determination coefficient (R²).

It was determined that rehydration velocity of apricots, dried in high drying temperature is higher than dried in low temperature and rehydration capacity of apricot, dried without pretreatment, was obtained as higher values than pretreatments. The effect of pretreatment medium on rehydration capacity of apricot are sorted as K₂S₂O₅+EO > K₂S₂O₅ > SO₂> Na₂S₂O₅ +EO> Na₂S₂O₅.

An increase were obtained in rehydration capacity of apricot with increasing temperature pure water, used as rehydration medium and rehydration with pure water gave better result than sugar solution. Moisture diffusion coefficient of apricot, rehydrated in different rehydration mediums were calculated between in the range of 1,148x10⁻¹⁰ - 3,49x10⁻¹⁰.

All of models (Peleg, Weibull and exponential) are suitable for modeling of rehydration characteristic of apricots, rehydrated in different rehydration medium, however, Weibull model were determined as best model for modeling of rehydration characteristic of apricots rehydrated in different rehydration medium.

2010, 70 pages

Keywords: Apricot, rehydration, drying, pretreatment, diffusion coefficient, modeling, t-test.

TEŞEKKÜR

Eğitimim boyunca bana yol gsteren, araştırmamın gerçekleştirilmesi ve değerlendirilmesi sırasında ve tez çalışmamda örneklerin temini hususunda yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç.Dr. İnci TÜRK TOĞRUL' a; çalışmalarım boyunca bütün konularda gsterdikleri her türlü yardımlardan dolayı hocalarım Sayın Doç. Dr. Hasan TOĞRUL' a; çalışmalarım boyunca yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarıma ve arkadaşlarıma; Maddi ve manevi desteklerinden dolayı değerli aileme teőekkürlerimi sunarım.

Murat İNTEPE

Mayıs 2010

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

1. Simgeler

- a_w , Gıdanın su aktivitesi (%)
 P , Gıdanın Su Buhar Basıncı
 P_o , Gıda ile aynı sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncı
 D , Difüzyon katsayısı, (m^2 /s)
 M , Herhangi bir andaki nem içeriği, g su/g kuru madde
 M_e , Denge nem içeriği, g su/g kuru madde
 M_o , Başlangıç nem içeriği, g su/g kuru madde
 L , Dilimin yarı kalınlığı, m
 r , Yarı çap, m
 W_o Suya daldırılmamış örneğin başlangıç ağırlığı
 k Kinetik sabiti, (kg kuru madde/kg su)

2. Kısaltmalar

- EO Etil Oleat
FAO Food Agricultural Organization (Gıda Tarım Teşkilatı)
 $K_2S_2O_5$ Potasyum Metabisülfid
 $Na_2S_2O_5$ Sodyum Metabisülfid
 O_2 Oksijen
 SO_2 Kükürt dioksit
 SO_4 Sülfat
YNKM Yüksek Nemli Kuru Meyve

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 4.1. Farklı sıcaklıklarda kurutulan ön işlemsiz ve SO ₂ ' li kayısıların zamanla nem içeriğindeki değişimi	37
Şekil 4.2. Farklı ön işlem görmüş kayısıların rehidrasyon sırasında zamanla nem içeriklerindeki değişim	38
Şekil 4.3. Kayısının rehidrasyon yeteneğine farklı sıcaklıktaki rehidrasyon ortamının etkisi	40
Şekil 4.4. Ön işlemsiz kurutulan kayısıların şeker çözeltilerindeki rehidrasyonu sırasında zamanla nem içeriğindeki değişim	41
Şekil 4.5. SO ₂ ile kükürtlenerek kurutulan kayısıların şeker çözeltilerindeki rehidrasyonu sırasında zamanla nem içeriğindeki değişim	42
Şekil 4.6. Farklı sıcaklıkta kurutulan kayısıların rehidrasyon hızları	43
Şekil 4.7. Farklı ön işlem görerek kurutulan kayısıların rehidrasyon hızları	44
Şekil 4.8. Güneşte ve laboratuvar tipi kurutucuda 75 °C' de ön işlemsiz ve SO ₂ ile muamele edilerek kurutulan kayısıların farklı sıcaklıkta rehidre edilmeleri sırasında rehidrasyon hızları	45
Şekil 4.9. %10 ve %20' lik glikoz ve sakkaroz çözeltilerinde rehidre edilen kayısıların rehidrasyon hızları	46
Şekil 4.10. Farklı sıcaklıkta kurutulan kayısıların rehidrasyonu sırasında rehidrasyon sıvısının brix' i	47
Şekil 4.11. Ön işlemsiz ve SO ₂ ile muamele edildikten sonra güneşte ve 75 °C' de kurutulan kayısıların farklı sıcaklıkta rehidrasyonu sırasında rehidrasyon sıvısının brix' i	48
Şekil 4.12. Ön işlemsiz ve SO ₂ ile muamele edildikten sonra güneşte ve 75 °C' de kurutulan kayısıların %10 glikoz ve %10 sakkaroz çözeltilerinde rehidrasyonu sırasında rehidrasyon sıvısının brix' i	49
Şekil 4.13. Ön işlemsiz ve SO ₂ ile muamele edildikten sonra güneşte ve 75 °C' de kurutulan kayısıların %20 glikoz ve %20 sakkaroz çözeltilerinde rehidrasyonu sırasında rehidrasyon sıvısının brix' i	50

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 1.1. Kayısının 100 g' daki kimi besin elementleri nicelikleri	3
Çizelge 2.1. 100 g kayısının enerji ve besin değerleri	21
Çizelge 2.2. Avrupa ülkelerinin kuru kayısı ithalatında kabul ettikleri en üst değerler	25
Çizelge 2.3. Yıllara göre dünyadaki önemli taze kayısı üreticisi ülkelerin üretim miktarları	27
Çizelge 2.4. Türkiye'nin yıllara göre kuru kayısı ihracat miktarı	28
Çizelge 3.1. Kayısının rehidrasyon sırasındaki nem değerlerinin rölatif sapmaları	35
Çizelge 4.1. Rehidrasyon öncesi kayıların başlangıç nem içerikleri g su/ g kurumadde	36
Çizelge 4.2. Kayısının başlangıç brix, pH, kül ve titrasyon asitliği	36
Çizelge 4.3. Kayısının rehidrasyonu sırasında nem difüzyon katsayıları	52
Çizelge 4.4. Farklı sıcaklıkta kurutulmuş kayısının rehidrasyon için modelleme sonuçları	53
Çizelge 4.5. Ön işlem gören kayısının rehidrasyon için modelleme sonuçları	53
Çizelge 4.6. %10 glikoz çözeltisinde rehidre edilen kayılar için modelleme sonuçları	54
Çizelge 4.7. %20 glikoz çözeltisinde rehidre edilen kayılar için modelleme sonuçları	55
Çizelge 4.8. %10 sakaroz çözeltisinde rehidre edilen kayılar için modelleme sonuçları	56
Çizelge 4.9. %20 sakaroz çözeltisinde rehidre edilen kayılar için modelleme sonuçları	57
Çizelge 4.10. Farklı sıcaklıkta rehidre edilen kayılar için modelleme sonuçları	58

1. GİRİŞ

Günümüz dünyasında nüfusun hızlı artması tarımsal üretimle aynı paralelliği göstermediğinden, mevsiminde taze olarak üretilen meyve ve sebzeler, çeşitli yöntemlerle dayandırılarak, işlenmiş yeni ürün veya daha sonra belirlenen amaca göre kullanılmaya yararı işlenmiş ürün olarak saklanmaya başlamıştır. Hızlı nüfus artışı ve teknolojik gelişmeler insanların beslenme alışkanlıklarında da değişmelere neden olmuştur. Bu değişiklik insanları giderek hazırlaması kolay veya hazır besinlere doğru yönlendirmiştir. Özellikle 1960'lardan sonra doğrudan tüketime hazır "ready to eat" ürünlere talep artmaya ve bu kavram yerleşmeye başlamıştır.

1960'lardan sonra tüketicilerin hazır yiyeceklere ilgisinin giderek artması ve kuru meyvelerin (kuru erik, kuru incir gibi) doğrudan tüketiminin zor olması üzerine bu ürünlerin nem oranlarının arttırılmasını gündeme getirmiştir. Nemi yükseltilen bu meyveler daha yumuşak ve nemli olduğundan tüketiciler tarafından tercih edilmeye başlanmıştır. Özellikle Avrupa ülkelerinde bu ürünlere talebin artmaya başlaması onlara "yüksek nemli kuru meyve" (YNKM; High Moisture Dried Fruit, HMDF) adıyla ticari bir kimlik kazandırmaya başlamıştır.

Bu tip ürünler orta nemli gıda (Intermediate Moisture Food, IMF) veya orta nemli meyve (Intermediate Moisture Fruit, IM-Fruit) olarak da adlandırılmaktadırlar.

Ülkemiz hem taze kayısı ve hem de kuru kayısı üretiminde dünyada ilk sırada yer almaktadır. Kuru kayısı, ülkemizin en önemli tarımsal ihraç ürünleri arasında yer almakta olup, fındık ve kuru üzümünden sonra en çok gelir getiren üçüncü tarımsal ihraç ürünüdür.

Kayısı yetiştiriciliğinde ülkemizin bugün iki temel sorunu bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, ilkbahar geç donlarının neden olduğu ürün kayıpları, diğeri ise, ürünün bol olduğu yıllarda pazarlamada yaşanan sıkıntılardır. Ülkemizde üretilen kuru kayısıların önemli bölümü ihraç edilmesine karşılık, çok küçük bir bölümü yurt içinde

tüketilmektedir. Bu durum, tüketicinin kayısının beslenme ve insan sağlığı açısından önemini yeterince bilmemesinden ve kuru kayısının içerdiği düşük nem düzeyi nedeniyle doğrudan tüketiminin zor olmasından kaynaklanmaktadır. Bir ürünün %85'inin ihraç edilmesi önemli bir avantaj gibi görünmekle birlikte, ticaretle ilgili dengeler korunmadığı takdirde sahip olunan bu avantajın kısa süre sonra dezavantaja dönüşebileceği açıktır.

Dünyada üretilen kayısının önemli bölümü sofralık olarak tüketilmektedir. Ancak kayısıda hasat döneminin kısa olması ve taze kayısının çabuk bozulması nedeniyle bir kısım kayısı da kurutulmuş veya diğer ürünlere işlenerek değerlendirilmektedir. Dünya yaş kayısı üretiminin yaklaşık %20–25'lik kısmı kurutulmaktadır. Sofralık ve kurutmalık olarak değerlendirilen kayıısından geriye kalan kısım ise meyve suyu, konserve vb. yapımında kullanılmaktadır.

Kuru kayısının doğrudan ham madde olarak pazarlanması yerine, nem düzeyi artırılarak değerlendirilmesi durumunda hem katma değeri yüksek bir ürün elde edilmesi ve hem de bu ürünün pazar payının artırılması sağlanmış olacaktır. Son yıllarda, yüksek nemli kurutulmuş meyvelere büyük bir talep oluşmuştur. Bu ürünler kurutulmuş meyvelere göre, yüksek nem içerikleri nedeniyle yumuşak bir tekstüre sahiptir. Bu özelliği nedeniyle orta nemli meyveler herhangi bir işleme gerek olmadan doğrudan tüketilebilmektedir. Ayrıca, orta nemli meyveler, fırıncılık ürünlerinde ve kahvaltılık tahıllarda da ayrı bir ingredien olarak da kullanılabilir.

Kuru meyvelerin nemlerini arttırarak daha kolay yenilebilir bir hale getirmek insan beslenmesi açısından da olumlu olacaktır. Bunun nedeni, bu ürünlerin bazı besin öğeleri açısından önemli avantajlara sahip olmasıdır. Çizelge 1.1' de kayısının taze, kurutulmuş ve kurutma sonrasında nemlendirildikten sonraki besin içerikleri verilmiştir.

Ülkemizde kurutmalık kayısıların hemen hemen tamamı Malatya yöresinde yetiştirilmekte ve hasat edildikten sonra tahta kasalar içinde kükürlendikten sonra güneşte kurutulmaktadır. Kükürtleme işlemi kerevetler üzerinde bir odaya konan kayılara yakılan kükürtten oluşan SO₂ gazı verilerek yapılmaktadır.

YNKM veya diğerk bir tanımla orta nemli meyve üretimi taze üründen ozmotik dehidrasyonla yapılabildiğı gibi kuru ürünün uygun çözelti içinde rehidrasyonu ile yapılabilmektedir (Karel 1976).

Çizelge 1.1 Kayısının 100 g'daki kimi besin elementleri nicelikleri (Aksay 1996).

	KAYISI		
	Taze	Kuru	Ready to eat
H ₂ O (g)	87,20 (84,20)	14,70	29,70
Protein (g)	0,90 (1,00)	4,80	4,00
Yağ (g)	0,10 (0,10)	0,70	0,60
Selüloz (g)	1,90 (1,10)	21,60	18,10
Karbonhidrat (g)	7,20 (12,90)	43,40	36,50
Fruktoz (g)	0,90	10,00	8,40
Glukoz (g)	1,60	20,80	17,50
Sakkaroz (g)	4,60	12,60	10,60
Enerji (kcal)	31,00 (56,00)	188,00	6,60
Ca (mg)	15,00 (16,00)	92,00	13,30
Fe (mg)	0,50 (0,50)	4,10	3,40
Na (mg)	2,00	56,00	14,00
K (mg)	270,00	1880,00	1380,00
P (mg)	20,00	120,00	82,00
Mg (mg)	11,00	65,00	4,30
Karoten (mg)	405,00 (2790,00)	645,00	545,00
Thiamin (mg)	0,04 (0,03)	iz	iz
Riboflavin (mg)	0,05 (0,04)	0,20	0,16
Niacin (mg)	0,50 (0,70)	3,00	2,30
C vitamini (mg)	6,00 (4,00)	iz	1,00

Bu çalışmada, Türkiye ekonomisine büyük katma değeri olan kuru kayısının rehidrasyon yetenekleri incelenmeye çalışıldı. Bu amaçla farklı sıcaklıkta ve farklı ön işlem uygulanarak kurutulmuş kayısılar farklı sıcaklıkta saf su ortamlarında ve farklı konsantrasyonlarda şeker çözeltilerine daldırılarak rehidre edildi. Kayısının rehidrasyon yeteneğine, farklı sıcaklıkta kurutma, farklı ön işlem uygulama, farklı sıcaklıkta ve farklı ortamlarda rehidre etme gibi parametrelerin etkisi incelendi. Her bir durum için difüzyon katsayıları hesaplandı. Deneysel verinin matematiksel olarak ifade edilebilirliğini araştırmak amacıyla literatürde yaygın olarak kullanılan 3 modelin (Peleg, Weibull ve Exponansiyel) kullanılabilirliği ve uygunluğu araştırıldı.

2. GENEL BİLGİLER

Ülkemizde kayısılar çoğu kez %20 nem düzeyine kadar kurutulmaktadır (Özkan 2001). Kayısların %20 nem düzeyinin altında mikrobiyel bozulmaya uğraması sınırlıdır. Eğer hijyenik koşullara dikkat edilirse %25 nem içeriğinde dahi bozulma olasılığı olmayan paketlenmiş kuru kayısı üretmek mümkündür. Diğer yandan kurutulmuş kayısların doğrudan tüketimi için %20 nem içeriği oldukça düşüktür. Kayısı dahil tüm kurutulmuş meyvelerin tüketiminin kolaylaştırılması için nem düzeylerinin %20'nin üzerine çıkarılması gerekmektedir. Bu şekilde nemi artırılan ürünlere “orta nemli gıdalar (Intermediate moisture foods)” denir. Orta nemli gıdalar, kurutulmuş gıdalardan daha fazla nem içeren, bakterilerin gelişmesi mümkün olmayan ve soğukta muhafaza gerektirmeyen gıdalar olarak adlandırılmaktadır (Karel 1975, Taoukis *et al.* 2005). Diğer taraftan orta nemli gıdalar; yeterli su içerikleri nedeniyle yumuşak, çiğnemesi kolay ve ağızda kuru bir gıda hissi vermeyen, aynı zamanda su aktivite düzeyi mikrobiyolojik bozulma üst sınırında bulunan gıdalar olarak da tanımlanmaktadır (Cemeroğlu ve Özkan 2004). Oda sıcaklığında uzun süre bozulmadan muhafaza edilmeleri nedeniyle, orta nemli gıdaların özellikle soğutmanın her zaman sağlanamadığı gelişmekte olan ülkelerde yaygın olarak kullanılabilmesi mümkündür. Ayrıca, orta nemli gıdaların rehidre edilmeden doğrudan tüketilebilmeleri nedeniyle gelişmiş ülkelerde askeri amaçlarla veya uzay yolculukları gibi özel durumlarda kullanıldığı bildirilmektedir (Singh *et al.* 1983).

Bir gıdanın mikrobiyolojik yolla bozulması, ortamda mikroorganizmaların kullanabileceği nitelikte suyun bulunmasına bağlıdır. Muhafaza yöntemlerinin birçoğunda, gıdada bulunan suya mikroorganizmalar için elverişsiz bir nitelik kazandırılır. Meyve ve sebzelerin güneşte kurutularak ortamdaki suyun önemli bölümünün uzaklaştırılması ya da gıdaya şeker veya tuz ilave ederek ortamdaki suyun mikroorganizmaların kullanımına elverişsiz nitelik kazandırılması aynı ilkeye dayanmakta ve bu yolla gıdanın mikrobiyolojik stabilitesi artırılmaktadır. Bir gıdada bulunan suyun oranından çok, suyun mikroorganizmalar tarafından kullanılabilirliği önemlidir. Bir gıdadaki suyun mikroorganizmalar tarafından kullanılabilirlik ölçüsü, su

aktivitesi (a_w) kavramı ile açıklanmaktadır. Bir gıdanın su aktivitesi, o gıdanın su buharı basıncının, aynı sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncına oranı olarak tanımlanmakta ve aşağıda verilen (2.1) No'lu eşitlikle hesaplanmaktadır (Cemeroğlu ve Özkan 2004).

$$a_w = \frac{P}{P_0} \quad (2.1)$$

Burada;

a_w : Gıdanın su aktivitesi

P : Gıdanın su buharı basıncı

P_0 : Gıda ile aynı sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncı

Bir gıdanın su aktivitesi, bir yandan o gıdanın mikrobiyolojik stabilitesini belirlerken, diğer yandan o gıdanın fiziksel, kimyasal ve biyolojik stabilitesini de belirlemektedir.

Mikrobiyolojik yolla gıdaların bozulması üzerine, su aktivitesi en önemli faktördür. Su aktivitesine duyarlılık farklılık gösterse de, $a_w=0.60$ 'ın altında tüm mikroorganizmaların faaliyetlerinin sona erdiği kabul edilmektedir (Cemeroğlu ve Özkan 2004). Gıdalarda bozulma etmeni mikroorganizmaların faaliyet gösterdikleri su aktivitesi alt sınırının; bakteriler için 0.90, mayalar için 0.85 ve küfler için 0.70–0.75 arasında olduğu kabul edilmektedir. Bunun dışında bazı kseroofilik küf ve ozmofilik mayalar için bu sınır 0.61'e kadar düşebilmektedir. Su aktivitesi sınırları; kurutulmuş meyvelerde 0.60–0.75, kurutulmuş yüksek nemli meyvelerde ise 0.75–0.85 arasında bulunmaktadır.

Orta nemli gıdaların nem içeriği ve su aktivitesi sınırları üzerine literatürde farklı tanımlar bulunmaktadır. Witthuhn *et al.* (2005) orta nemli gıdaları; yüksek nemli kurutulmuş meyveleri de kapsayan, %15–50 nem içeren ve 0.65–0.90 su aktivitesine sahip gıdalar olarak tanımlamaktadır. Taoukis *et al.* (2005), %10–40 nem içeren ve 0.60–0.90 su aktivitesindeki gıdaları, orta nemli olarak tanımlamaktadır.

Son yıllarda tüketicilerin talebi doğrultusunda $a_w=0.85$ olan yüksek nemli kurutulmuş meyvelerin, giderek daha fazla talep edildiği belirtilmektedir (Witthuhn *et al.* 2005). Bu nem düzeyindeki meyveler doğrudan tüketilebilecekleri gibi, süt ürünleri ve fırıncılık

ürünlerinde de kullanılabilirler. Ayrıca orta nemli meyve parçacıkları; salatalarda, meyveli içeceklerinde, reçellerde ve meyve özünden yapılan jellerde kullanılabilirler. Orta nemli gıdaların bu avantajları göz önünde bulundurulduğunda, besin değeri ve ticari değeri yüksek bir meyve olan kuru kayısının orta nemli bir ürün olarak işlenip piyasaya sürülmesinin, tüketici talebini artıracığı düşünülmektedir.

Orta nemli gıdalar 4 farklı yöntemle üretilmektedir (Taoukis *et al.* 2005).

1. *Kısmi kurutma* (partial dehydration): Bu yöntem, şeker oranı (hümektan) yüksek taze meyvelere (üzüm, kayısı, erik, hurma, elma ve incir) uygulanabilmektedir. Kurutma sonunda bu ürünlerin su aktivitesi 0.60–0.80 arasında bulunmaktadır.

2. *Ozmotik kurutma* (osmotic drying): Nemli bir gıda, düşük su aktivitesine sahip su–hümektan çözeltisine daldırılmakta ve böylece gıdanın su aktivitesi orta nem düzeyine kadar düşürülmektedir. Bu işlemde; hümektan gıdaya, gıdadaki su ise su–hümektan çözeltisine difüze etmektedir. Böylece gıdanın su aktivitesi düşürülmektedir. Bu işlemde kullanılan başlıca hümektanlar; şeker, tuz ve gliseroldür. Bu yöntem özellikle meyve şekerlemelerinin üretilmesinde uygulanmaktadır.

3. *Kuru infüzyon* (dry infusion): Bu yöntemde gıda, önce kurutulmakta ve daha sonra su–hümektan çözeltisine daldırılarak, istenilen su aktivite düzeyine getirilmektedir. Bu yöntem, diğer yöntemlere göre daha fazla enerji gerektirse de, sonuçta daha yüksek kalitede ürün elde edilmektedir. Bu yöntem, özellikle uzay programları için gıda üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır.

4. *Karıştırma* (blending): Bu yöntemde; gıda, hümektan ve katkı maddeleri doğrudan karıştırılmakta ve elde edilen karışım pişirilerek, karışımın aw değeri düşürülmektedir. Bu yöntem özellikle şekerleme, reçel gibi geleneksel orta nemli ürünler ile köpek mamaları ve çerez gıdaların üretiminde kullanılmaktadır.

Kurutulmuş meyvelerin orta nem düzeyine getirilmesinde en uygun yöntem kısmi kurutma yöntemidir. Ancak kayısı, incir ve erik gibi orta nem düzeyinde tüketilen meyvelerin hasat dönemlerinin kısa olması, bu meyvelerin kurutulmalarını zorunlu kılmaktadır.

Kurutma ile meyve bünyesinde birtakım fiziksel ve kimyasal değişimler meydana gelir. Bunlardan bazılarını değinilecek olursa;

Yöresel kuru madde birikimi: Meyve ve sebzelerin kurutulması sırasında çoğu geri dönüşsüz fiziksel ve kimyasal değişimler gerçekleşmektedir. Bunlardan birisi olan yöresel kuru madde yığılımı, doğrudan doğruya kuru madde hareketine bağlıdır. Suyun dokudaki gözenekler içindeki hareketi, doğrudan doğruya bir sıvı hareketi şeklinde veya su buharı şeklinde veyahut da bireysel serbest su molekülleri şeklinde olmak üzere değişik tipte olabilmektedir. Eğer suyun hareketi kurumanın başlangıç aşamalarında olduğu gibi bir sıvı hareketi şeklindeyse, su içerisinde çözülmüş maddeler de beraberinde taşınır. Böylece alt tabakadaki kuru madde su ile yüzeye kadar taşınır ve su uzaklaşıp gidince, yüzeyde bir kuru madde yığılımı görülür. Ancak bu yolla yüzeyde kuru madde konsantrasyonu artınca, iç kısımlarda düşmüş konsantrasyonu dengelemek amacıyla bu defa yüzeyden içeri doğru bir kuru madde akımı belirir. Şüphesiz bu da, iç tabakalarla yüzey arasında devamlı bir sıvı bağlantısı bulunması durumunda yani, suyun yüzeye 'sıvı hareketi' şeklinde hareket ettiği dönemde gerçekleşir. Kurutmada uygulanan koşullara göre, kuru maddenin tanımlanan bu hareketlerinden biri egemen olabilir ve bunun sonucu olarak yüzeyde veya merkezde aşırı bir kuru madde birikimi belirebilir. Meyve ve sebzelerde hücre suyu, hücre duvarını aşarak dışarı çıktığından hücre zarının selektif geçirgenliğine bağlı olarak, su ile hareket eden maddelerin niteliği farklıdır. Ancak genellikle bunlar küçük moleküllü maddelerdir.

Benzer bir olay da hücre sıvısının tümünden yüzeye ve hatta dışarı akmasıdır. Ancak bu, daha farklı bir şekilde gelişir. Meyve ve sebzelerin kurutulmasında daha kurumanın başlangıcında dahi, yüzeyde kuru bir tabaka oluşur. Kurumuş tabakalar büzüşerek iç kısımlara basınç yapar. Bu basınç ise, iç tabakalardaki hücre sıvısının gözenek ve çatlaklardan dışarı doğru akmasına neden olur. Böylece yüzeye ulaşan sıvının hücre

içinde bulunan tüm maddeleri içerdiği anlaşılmaktadır. Bu nedenle yüzey , yapışkan, cıvık bir sıvı ile kaplanır. Bu olgu özellikle, erik ve kayısı gibi yumuşak dokulu meyvelerin kurutulmasında kendini gösterir.

Kabuk bağlama: Kurutma koşullarının hatalı seçilmesi sonucu oluşan bir olaydır. Kabuk bağlama, kurumanın ilk aşamasında yüksek sıcaklık uygulanmasından kaynaklanır. Böylece yüzeyde hızlı oluşan kuru tabaka büzülme sonucu alt tabakalara baskı yapar. Ancak alt tabakalar henüz o kadar ıslaktır ki, üstten yapılan basınca direnç gösterir. Bu durumda kuruma sonucu büzülme olanağı bulamayan üst tabaka gerilip sert bir kabuk haline dönüşür (Strumillo ve Kudra 1986).

Kabuk bağlama şeker ve benzer maddelerce zengin materyallerde, örneğin meyvelerde, sık görülür. Nitekim bu tip materyallerde oluşan kabuk, su buharının difüzyonunu engelleyici camsı bir nitelik gösterir. Bu durumda alt tabakalardaki su, bu tabakayı aşamadığından kuruma tümünden durur ve ürün, dışı kuru ve sert, içi ıslak bir halde kalır. Artık kurumanın tamamlanması çok zorlaşmıştır. Tanımlanan bu oluşumlara kabuk bağlama denir. Kuruma hızı, kurutulmuş ürünün kalite ve niteliklerini etkileyen en önemli faktördür. Kurutma koşulları ayarlanarak 'kabuk bağlamanın' önlenmesi olanaklıdır.

Kitle yoğunluğunda değişmeler: Herhangi bir materyalin birim hacminin ağırlığına kitle yoğunluğu denir. Kurutulmuş bir ürünün kitle yoğunluğu, onun kurutulmasında uygulanan koşulların bir belirteçidir. Ayrıca kitle yoğunluğu, kurutulmuş ürünün bir kalite ölçüsüdür. Eğer kurutulan herhangi bir materyalde hiçbir büzülme olmasa ve materyal kuruma sonunda da başlangıçtaki boyutlarını korursa, bu materyalin kurutma sonundaki kitle yoğunluğu sadece kaybedilen su kadar azalır. Fakat kurutulan maddelerde, özellikle meyve ve sebzelerde daima bir büzülme ortaya çıkar.

Gıda maddeleri genelde elastik özellik gösteren materyallerdir. Elastik maddeden su uzaklaşınca büzülme miktarı ile kaybedilen su arasında doğrusal bir ilişki vardır. Her ürün kurutmada uygulanan koşullara bağlı olarak kendine özgü bir büzülme niteliği gösterir. Buna göre kurutulan materyalin hacmi az veya çok düşerek kurutulmuş ürünün

kitle yoğunluğu değişir. Kurutma koşulları eğer, i kısımlarına göre materyal yüzeyinin daha fazla ve hızlı kurumasına neden olmayacak kadar ılımlıysa, tüm kitle beraberce kurur ve muntazam bir büzülme belirerek materyal, şeklini kaybeder ve hacmi son derece kclr. Böyle bir ürünün kitle yoğunluğu çok yüksektir (Geankoplis 1993).

Kitle yoğunluğu, bir ürünün kurutma koşulları hakkında bilgi veren önemli bir değerdir. Aynı ürünün, düşük kitle yoğunluğuunda veya yüksek kitle yoğunluğuunda olmasının olumlu ve olumsuz yönleri vardır. Kitle yoğunluğu düşük olanlar tüketicici tarafından tercih edilir. Çünkü her şeyden önce aynı kütledeki mal, daha fazla görülür. Kurumuş rn orijinale daha fazla benzer. Ancak bunların ambalaj, depo ve taşıma masrafları daha fazladır.

Kurumuş ürünün rehidrasyon yeteneği: Kurutulmuş bir üründe aranan en önemli nitelik, bunun kullanılması sırasında verilen su ile eski haline dönüşebilme düzeyidir. Yani kurutulmuş bir ürün suda tutulunca, taze halinde içerdiği kadar su alarak eski haline ve şekline dnşirse, mükemmel niteliklerde olduğu kabul edilir. Bu zellik dondurularak kurutulmuş ürünlerde önemli ölçüde sağlanabilse de, geleneksel kurutma yöntemiyle kurutulanlarda önemli ölçüde kaybedilmiş olur. Rehidrasyon yeteneği sadece parça halinde kurutulan ürünlerde değil, aynı zamanda sıvı halde kurutulup toz haline getirilen, meyve tozu, domates tozu ve süt tozu gibi ürünler için de geçerlidir. Özellikle toz halindeki bu ürünlerin suda tümden ve hızla eriyip dağılması istenir. Bu niteliğe ‘instant özellik’ denir. rnlerin rehidrasyon yeteneği veya instant özelliği kuruma koşulları ile yakından ilgilidir (Mujumdar 1995, 2000).

Kurutulmuş rnlerin rehidrasyon yeteneği bizzat fiziksel bir olgu gibi görünse de, bunun kurutma sırasında değişmesi, materyaldeki kimyasal, fiziko kimyasal ve fiziksel değişmelerle ilgilidir. Nitekim kurutma koşullarına bağlı olarak büzülme ve parçalanma sonucu, hücreler ve dokunun kapilar yapısının bozulması, rehidrasyonu olumsuz yönde etkileyen fiziksel faktörlerdir. Buna karşın rehidrasyon yeteneği daha çok kimyasal ve fizikokimyasal nedenlerle etkilenmektedir. Gerçekten kurutmada uygulanan ısı etkisiyle ve kuruma sonucu hücredeki tuzların konsantre olmasına bağlı olarak proteinler denatüre olmaktadır. Denatüre olan proteinler artık suyu tekrar absorbe etme ve

bağlama yeteneğini büyük ölçüde kaybeder. Aynı nedenlerle nişasta ve gam maddeleri de daha az hidrofilik bir nitelik kazanır. Bütün bunlara ek olarak artık hücre duvarı eskisi gibi esnek değildir. Ayrıca rehidrasyon suyuna hücre içinden tuz ve şeker geçmesi hücrenin turgor özelliğini kaybetmesine sebep olur (Mujumdar 2000).

Kurutulmuş bir ürünün rehidrasyon yeteneği, onun suda belli koşullarda ıslatılması sonucu kazandığı su miktarıyla ölçülür. Ancak rehidrasyon sırasındaki koşullar, özellikle suyun sıcaklığı ve süre rehidrasyon yeteneği üzerine son derece etkilidir. Bu yüzden bir ürünün rehidrasyon yeteneğine ilişkin sayısal bir değer verilirken, bunun nasıl saptandığına ait yöntemin ve koşullarının da ayrıntıyla tanımlanması gerekir (Cemeroğlu ve Acar 1986).

Renk esmerleşmesi: Kurutulan ürünlerde ortaya çıkan en önemli olumsuzluk rengin esmerleşmesidir. Renk esmerleşmesi kurutmadan önce, kurutma sırasında ve/veya depolama süresinde oluşur. Renk esmerleşmesi enzimatik veya enzimatik olmayan reaksiyonlar sonucu olabilir. Meyveler başta olmak üzere haşlanmadan kurutulan ürünlerde oksidasyon enzimlerinin faaliyetiyle, başta polifenoller olmak üzere birçok maddenin oksidasyonuna dayalı renk esmerleşmesi kendini gösterir. Kurutmada uygulanan havanın sıcaklık derecesi, materyaldeki enzimleri inaktif hale getirmeye çoğu kez yeterli gelemez. Bilindiği gibi materyal, kurutma sırasında uygulanan yüksek sıcaklığa rağmen suyun buharlaşması sonucu daima soğuk kalır (Cemeroğlu ve Acar 1986).

Bununla birlikte kurutulmuş ürünlerde renk esmerleşmesi daha çok, enzimatik olmayan yollarla meydana gelmektedir. Bilindiği gibi Maillard reaksiyonu denen bu esmerleşme reaksiyonunda şekerin aldehit grupları ile proteinlerin amino grupları rol oynamaktadır. Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları, kurutma sırasında şiddetle ve depolamada ise koşullara göre belli bir hızla devam eden sürekli bir olaydır.

Diğer kimyasal reaksiyonlarda olduğu gibi enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları sıcaklık derecesi arttıkça ve reaksiyona giren maddelerin ortamdaki konsantrasyonu yükseldikçe hızlanmaktadır. Kurutmada hem sıcaklık derecesi yüksek bulunmakta ve hem de reaksiyona giren maddeler ortamda gittikçe yoğunlaşmaktadır.

Maillard reaksiyonlarının oluşumu için ortamda belli bir düzeyde su bulunmalıdır. %2 nemin altında hiçbir esmerleşme reaksiyonu olmaz. Buna karşın nem düzeyi %15-20 iken maillard reaksiyonu en hızlı şekilde oluşur. Nem düzeyi %15 in altına inerken reaksiyon hızı azalır. Bu nedenle gerek kurutucu dizaynında gerekse kurutmada uygulanan ısı programında, %15-20 nemli bölgeyi hızla aşacak her türlü önlem alınır. Esmerleşme reaksiyonu sıcaklık derecesine bağlı olduğundan depolamada sıcaklık oldukça düşük olmalıdır. Gerçekten depolamada her 10 °C sıcaklık artışı, esmerleşme reaksiyon hızının ürünün içerdiği su oranına bağlı olarak 6-8 misli artışa neden olduğu belirlenmiştir (Cemeroğlu ve Acar 1986).

Esmerleşme reaksiyonlarının sonucu, sadece renkte gözlenmez. Ürünü lezzet ve beslenme değerinde de değişimler belirir ve ara ürün olarak CO₂ oluşur. Hatta bu yüzden gaz sızdırmaz ambalajlara konulmuş bazı ürünlerin, çıkan karbondioksit nedeniyle ambalajda şişmeye neden olduğu bilinmektedir.

Renk esmerleşmesinde kurutma sırasında uygulanan yüksek sıcaklık sonucu şekerlerin karamelizasyonu ve bazı maddelerin adeta yanıp kavrulması da neden olabilmektedir. Ayrıca yeşil renkli ürünlerde klorofilin feofitine parçalanması sonucu, renk sararmaktadır.

Renk esmerleşmesini önlemede en önemli olanak, ürünün kükürt dioksit gazı ile kükürtlenmesidir. Kükürt dioksit bir taraftan enzimleri inaktif hale getirmekte, diğer taraftan özellikle enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarını engellemektedir.

Kurutulan ürünlerde, gerek kurutma işleminde gerekse depolamada beslenme değerinde bazı kayıplar göstermektedir. Örneğin kurutmadan önce sebzelerin haşlanması sırasında suda çözünen birçok madde ve vitaminlerde azalmalar görülür. Gerek kurutma ve gerekse depolamada, askorbik asit ve karoten oksidasyonu ile önemli düzeyde kaybolmaktadır. Tiamin (B1 vitamini) ısıya duyarlı bir madde olduğundan kurutmada önemli düzeyde azalmaktadır. Ayrıca tiamin kükürt dioksitine karşı son derece duyarlı olduğundan, kükürtlenen ürünlerde tiamin hemen tümünden kaybolmaktadır (Cemeroğlu ve Acar 1986).

Kurutulan ürünlerin beslenme değeri kaybı, kurutma koşullarına ve uygulanan kurutma yöntemine bağlıdır. Nitekim güneşte kurutmada, karoten ve C vitamini kaybının diğer yöntemlerden daha fazla olduğu saptanmıştır (Karabulut ve ark. 2007).

Diğer taraftan kurutma işleminde ürünün mikroflorası da değişmektedir. Nitekim, sebzelerde uygulanan haşlama ile, mikroorganizma yükünde önemli azalma belirir. Birçok meyvede uygulanan kükürtleme ile mikroorganizma faaliyeti durur. Güneşte kurutma yönteminde kurutma koşulları doğaya bağlı olduğundan ve hijyenik kurallara tam olarak uyulmadığından mikroorganizmaların sayısı kuruma boyunca artar ve bunlar kurutma sırasında faaliyet gösterirler. Hatta bazen hafif bir fermantasyon dahi belirmekte, bu yolla harcanan kuru madde nedeniyle randımanda azalma dahi olabilmektedir. Kurutma sırasında mikroorganizmalardan oluşan sorunların önlenmesinin kesin yolu mikrobiyolojik açıdan sağlıklı hammadde kullanılması, hammaddenin hazırlanması ve kurutulmasında hijyenik koşullara uyulmasıdır. Eğer ürünün nem oranı belli bir düzeye inmiş ise depoda mikrobiyolojik açıdan bir bozulma beklenmez. Buna göre kurutulmuş ürünlerde canlı mikroorganizma bulunduğu ancak koşullar elverişli olmadığı için faaliyet gösteremediği açıktır. Özellikle kuru ürünlerde birçok patojenik mikroorganizmanın uzun süre canlı kalabildiği gıda zehirlenmesi yapan mikroorganizmaların yaygın olarak bulunduğu saptanmıştır (Cemeroğlu ve Acar 1986).

Orta nemli meyve üretiminde uygulamada, kuru meyveler rehidrasyon yöntemi ile orta nem düzeyine getirilmektedir. Bu amaçla, kurutulmuş meyveler su içinde rehidre edilerek, nem içerikleri istenilen düzeye getirilmektedir. Kuru yada orta nemli kayısılarda en önemli kalite kriterlerinden birisi, kayısıların altın sarısı renkleridir. Birçok gıdada olduğu gibi, kuru ya da orta nemli kayısıların rengi tüketici tercihini belirleyen en önemli kalite kriteridir. Bilindiği gibi, kayısıların karakteristik altın sarısı renkleri A vitamininin de ön maddesi olan β -karotenden kaynaklanmaktadır. Ancak kuru ya da orta nemli kayısıların renklerinin bozulmasına neden olan en önemli reaksiyon, enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarıdır. Enzimatik olmayan esmerleşme denildiğinde, Maillard esmerleşmesi, askorbik asit esmerleşmesi, lipid esmerleşmesi, karamelizasyon ve metal-polifenol esmerleşmesi olmak üzere 5 farklı

esmerleşme reaksiyonu anlaşılmaktadır (Nielsen *et al.* 1993). Ancak, özellikle meyvelerin kurutulması ve depolanması sırasında oluşan esmerleşme, Maillard esmerleşmesidir. Bu tip esmerleşme, reaktif karbonil grupları ile (indirgen şekerler; glukoz ve fruktoz) amino nitrojeninin (aminler, amino asitler, peptidler ve proteinler) reaksiyonu sonucu stabil ara ürünler oluşumu ve bu ara ürünlerin kondensasyonu ile melanoidinlerin oluşmasıdır (Özkan 1996). Melanoidinler, yüksek molekül ağırlığı olan ve suda çözünmeyen kahverengi pigmentlerdir.

Orta nemli gıdalar kuru eşdeğerlerine göre enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarına daha fazla duyarlıdırlar (Cemeroğlu ve Özkan 2004). Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları (Maillard reaksiyonları), çoğunlukla 0.65–0.70 aw'de maksimuma ulaşır. Bu nedenle orta nemli gıdalar bu reaksiyona eğilimlidirler. Enzimatik olmayan esmerleşme; su aktivitesi 0.62–0.89 olan orta nemli elmalarda (Singh *et al.* 1983), su aktivitesi 0.48–0.85 olan Cheddar peynirlerinde (Kılıç *et al.* 1997) ve toz haline getirilen kuru kayısıların rehidre edilip depolanmalarında (Lee *et al.* 1979) gösterilmiştir. Bu reaksiyonlar, bazı şekerleme ve fırıncılık ürünlerinde istenmesine rağmen, birçok gıdanın ve orta nemli gıdaların raf ömrünün azalmasına neden olur. Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları sonucunda gıdalarda; protein kaybı, off-flavor oluşumu ve esmer renkli pigment oluşumu gerçekleşir. Kurutulmuş ürünlerde Maillard esmerleşmesini önleyen bilinen en etkili inhibitör sülfiterdir. Sülfite denildiğinde ya doğrudan yada parçalandığı zaman kükürt dioksit (SO₂) veren inorganik sülfite tuzları anlaşılır (Özkan 2001). Ayrıca bu reaksiyonların kontrol altına alınmasında düşük depo sıcaklığı da uygulanabilecek diğer bir yöntemdir.

Kayısıların parlak sarı renklerinin korunması, depoda fermantasyon ile böcek zararının önlenmesi ve mikroorganizma gelişiminin kontrol altına alınması için yaş kayısıların kurutulmadan önce kükürtlenmeleri gerekmektedir. Kuru kayısıların depolanması süresince sıcaklık ve süreye bağlı olarak kükürt miktarı sabit kalmamakta; SO₂, sülfata (SO₄⁻²) okside olarak, gıda bileşenlerine geri dönüşsüz olarak bağlanarak veya ambalaj materyalinden buharlaşarak kayısıda ki miktarı azalmaktadır (Özkan 2001). Stadtman *et al.* (1946), SO₂ kaybının sıcaklığa ve depolama süresine bağlı olarak değiştiğini belirlemişlerdir. Davis *et al.* (1973) ise, ambalaj özelliklerinin ve depolama koşullarının

SO₂ kaybı üzerine etkisini araştırmışlar ve O₂ gazı ile kapatılan ve gaz geçirgenliği yüksek olan ambalajlarda muhafaza edilen kayısılarda depolama boyunca önemli miktarda SO₂ kaybı olduğunu saptamışlardır.

2.1. Kayısı Hakkında Genel Bilgiler

2.1.1. Kayısı meyvesinin zellikleri

Kayısı meyvesi; açık sarıdan turuncu rengine kadar geniş bir renk varyasyonu (açık sarı, sarı, turuncu, koyu turuncu, kırmızı, beyaz ve yeşil) göstermektedir. Meyve oval, yuvarlak, eliptik, kalp veya oblong (sob) şekilli olup, meyveleri Drupa (Eriksi meyve) tipindedir. 20-80 gr ağırlığında suda znebilir kuru madde miktarı % 10- 28 oranında, pH 3-5, asitlik % 0.20-1.5 arasında değişmektedir. Ülkemizde meyve hasadı Mayıs ayının son haftasından itibaren (Akdeniz bölgesi Mut-Anamur) başlayıp Ağustos ayının sonuna (Doğu Anadolu Bölgesinin dağlık kesimleri, Van, Bitlis ve Kars) kadar devam etmektedir.

Malatya ve Elazığ gibi illerin dışında yetiştirilen kayısı eşitleri, daha çok yaş tüketime yöneliktir. Turfanda kayısı yetiştiriciliğinde Akdeniz Bölgesi önemli bir yer sahiptir. Erkenci ve sofralık kayısı yetiştiriciliğinde Mut ilçesi önemli bir yer tutmaktadır (Kaska vd. 1982, 1989).

2.1.2. Kayısının beslenmedeki nemi

Organizmanın normal büyümesi ve yaşaması için karbonhidratlar, proteinler, yağlar, vitaminler ve mineraller gibi birçok besin öğelerine gereksinimi vardır. Bitkilerden meyveler türlerine göre değişik konsantrasyonda olmak üzere A vitamini ile bazı mineraller için iyi kaynaktırlar.

Kayısı, A vitaminini bol miktarda içerdiğinden kalp rahatsızlıklarını engellemekte, göz sağlığına iyi gelmekte, stresi azaltmaktadır. Beynin düzenli çalışmasında, dişlerin daha sağlam ve kuvvetli olmasında, karaciğerin tahrip olan kısımların tamirinde, kemik ve dişlerin düzgün, sağlam ve kuvvetli olmasında, üreme sistemi üzerinde olumlu etkide bulunmaktadır. Böbrek taş oluşumunu azaltmakta, kanser, mide ve on iki parmak bağırsağı ülseri oluşumunun engellenmesinde, oluşan ülserin tedavisinde olumlu rol oynamaktadır (Kan 2005). A vitamini, vücudu ve organları saran epitel doku ve gözün sağlığı, kemiklerin, dişlerin gelişimi ve sağlığı endokrin bezlerinin çalışması için elzemdir. Bu görevlerinden dolayı da üremede ve büyümede enfeksiyonlara karşı direncin sağlanmasında ve görmede büyük etkinliği olan bir vitamindir. A vitamini kanser etiolojisinde de önemli rol oynamakta olup, organizmanın ve sağlıklı hücrelerin direncini artırarak kanser hastalıklarına karşı koruyuculuk görevi yaptığı birçok araştırmalarla gösterilmiştir.

Ayrıca göz sağlığı, kemik, diş gelişmesi, endokrin bezlerinin çalışması, böbrek hastalıkları, hepatit, siroz, kabızlık, şişmanlık, üreme ve büyüme, enfeksiyonlara karşı bağırsağın düzenli çalışmasında etkilidir (Anonymous 1983).

Meyveler ve meyve suları günlük enerji ve protein gereksinmesine çok az katkıda bulunurlar. Yapılarının büyük bir kısmı sudan oluşur. Buna karşın mineraller ve vitaminler yönünden zengindirler. Yalnız içerdikleri vitamin çeşidi ve miktarı bakımından farklılık gösterirler. Genellikle turuncgiller şeftali, çilek gibi meyve ve meyvelerin suları vitamin C, kayısı gibi meyveler ve meyvelerin suları ise A vitamini için iyi kaynaktır (Yücecan 1994).

Kayısıda yüksek miktarda potasyum ve düşük sodyum oranı olması sebebi ile kan basıncının düzenlenmesi, yüksek tansiyonun kontrolünde önemlidir. Potasyumun bir diğer özelliği ise sinir sisteminin normal gelişmesi, kalp atışlarının düzenli olması vücudun elektrolit dengesi, beyin hücrelerinin sağlığı ve kas dokusu için gerekli olduğu söylenmiştir. Ayrıca kayısı kan şekerini regüle edici bir özellik taşır. Vücudun toksik

maddelerden korunmasına yardımcı olur. Vücudun direncini arttırarak çeşitli hastalıklara karşı koruyuculuk görevi yapmaktadır (Açkurt 1998).

Bu koruyucu aktivite sigara ve alkol kullananlarda daha da güçlü olmaktadır. Etkisini, özellikle akciğer, ağız, kolon, deri, göğüs ve rahim tümörleri üzerinde göstermektedir. 200-250 gram kayısı diyeti yeterli oranda yağ içeriyorsa günlük A vitamini tüketim standardının 1/3'ünü karşılayabilir. Ayrıca kayısının sodyumca fakir potasyumca zengin oluşu bazı özel diyetlerin düzenlenmesinde yardımcı olabilir.

Kayısı, sodyumu kısıtlanmış diyetlerde, örneğin konjestif kalp yetmezliğinde, böbrek hastalıklarında, asit toplanması gösteren hepatit sirozda, hamilelik toksemisinde ve uzun süre kortikosteroit tedavi gören kişilerde kolaylıkla kullanılabilir. Bunun yanında böbrek bozukluğunda, diyabetik asidoziz, yanıklar, diüretikler ve steroid gibi ilaçlarla tedavi sırasında görülen potasyum yetersizliği durumlarında ise diyetle potasyumca zengin olan kayısı arttırılabilir (Anonymous 1983).

2.1.3. Kayısı Türleri

Kayısı dünyanın bir çok yerinde yetiştirilebilen önemli meyve türlerinden birisidir. Botanik adı olan *Prunus armeniaca L. (Armeniaca vulgaris Lam.)* a bakılarak başlangıçta anavatanının Ermenistan olduğu zannedilmiş ise de yapılan araştırmalar, bu meyve türünün yayılma alanının Türkistan'dan Batı Çin'e kadar uzandığını ortaya koymuştur.

Kayısı, bu bölgeden İran, Kafkasya yoluyla ilk olarak Anadolu'ya, oradan Yunanistan'a ve daha sonraları da takriben İsa'nın doğum yılları sırasında, Romalılar devrinde İtalya'ya götürülmüş Avrupa ülkelerine buradan yayılmıştır. İngiltere'ye götürülüşü ise 13. yüzyıla rastlamaktadır. Amerika'ya ise 1700 yıllarında götürülmüştür. Kayısı memleketimizin yerli bitkilerinden olup ve eriklerle karıştırılarak buna "sarı erik" veya

erik adı verilmiştir. Kayısıya Erzincan'da 'erik', Maraş'ta ise 'sari erik' denilmektedir (Özbek 1978).

Prunus mume (Japon kayısı) çeşidi Orta Çin'in dağlık alanlarında bulunmuştur. Meyve yenilebilir durumda olmasına rağmen büyük bir çoğunluğu reçel veya konserve yapımında kullanılmayacak derecede asit içeriğine sahiptir. Meyve yuvarlak şekilde, meyve eti yeşil veya sarı renkte olup çekirdek meyve etine yapışık ve tatlıdır.

Prunus sibirica (Sibirya kayısı) *L.* türünün yetiştirildiği bölgeler; Baykal gölü, Kuzey Kore, Moğolistan dağlarından Kuzey Çin'e kadar uzanır. Bu tür kayısı, yuvarlak şekilli, meyve eti sert dokuludur ve ekşi olarak çoğu yenilmez durumdadır.

Prunus armeniaca var holosericea Batal (Tibet kayısı), Çin'in Doğu Tibet ve Batı Sichuan bölgelerinde yetişmektedir. Meyve orta büyüklükte, meyve eti ince ve çekirdeği büyüktür. Bugünlerde dünyada 1750' nin üzerinde kayısı çeşidi bulunmaktadır ve Türkiye, dünya yaş ve kuru kayısı üretiminde birinci sırada yer almaktadır. Ülkemiz gerek kayısı gen kaynakları ve gerekse ekolojik şartlar nedeniyle büyük bir potansiyele sahiptir. Ülkenin en önemli kayısı üretim bölgesi Malatya'dır. Adını Hititler döneminde "Meyve Bahçesi" anlamına gelen "Melitue, Maldiya, Melita" kelimelerinden almıştır. Kayısı üretilen diğer iller; Kayseri, Erzincan, Elazığ, İçel, Konya, Ankara, Sivas, Nevşehir ve Kahramanmaraş'tır. Türkiye ve dünyanın diğer ülkelerinde yetiştirilen bazı kayısı çeşitleri aşağıda sıralanmıştır (Asma 2000).

Yerli kayısı çeşitleri:

Hacıhaliloğlu kayısı: Malatya'daki kayısı çeşidinin % 73'ünü oluşturur. Ağaçları yüksek boylu, dik ve kuvvetlidir. Kurutmalık olan Hacıhaliloğlu kayısı meyveleri orta irilikte, 20-35 gr ağırlıkta, meyve şekli oval, simetrik ve et rengi sarı, kırmızı yanak oluşturma eğilimindedir. Meyve kabuğu incedir. Meyve az sulu, çok tatlı, aromalı, pH 4.5-4.8, suda çözünür kuru madde miktarı % 24-28 ve toplam asitlik % 0.20-0.40'dır. Çekirdek şekli oval, 1.7- 2.2 gr ağırlığında, tatlı ve meyve etine yapışık değildir.

Kabaası kayısı: Ağaçları orta büyüklükte, dik ve kuvvetli gelişir. Ağaç verimliliği orta düzeydedir. Meyve orta irilikte, 22-35 gr ağırlığında, kurutmalık meyve oval şekilli ve et rengi sarıdır. Meyve tatlı, pH 3.8-4.6 ve toplam asitlik % 0.30-0.45, suda çözünür kuru madde miktarı % 24-26'dır. Meyve eti sert dokuludur. Çekirdek şekli oval, 1.9-2.4 gr ağırlığında, tatlı ve meyve etine yapışık değildir.

Hasanbey kayısı: Ağaç şekli yayvan olup kuvvetli büyür. Eti sert dokulu ve tatlıdır. Meyve kalp şeklinde olup ağırlığı 40-55 gr'dır. Kurutmaya uygun, meyve et rengi sarıdır ve toplam asitlik % 0.10-0.20'dir. Çekirdeği 2.0-2.8 gr ağırlığında ve meyve etine yapışık değildir.

Çataloğlu kayısı: Dik-yayvan ağaca sahiptir ve kurutmalıktır. Meyvesi orta irilikte olup 25-35 gr ağırlığında, meyve kabuk ve et rengi sarıdır. Bu çeşidin meyve eti tatlı ve sert ve simetrik iki parçadan oluşur. Toplam asitlik oranı % 0.10-0.25 arasında değişir. Meyve çekirdeği 1.7-2.1 gr ağırlığında olup şekli ovaldir.

Şekerpare kayısı: Kurutmalık kayısı çeşididir. Meyveleri ufak ama ağaç şekli yayvan ve kuvvetlidir. Oval şekilli meyve tatlı ve ağırlığı 25-30 gr arasında değişir. Meyvenin eti orta sertlikte olup kabuğunda belirgin kırmızı yanaklar oluşturur. Toplam asitlik % 0.20- 0.30 olan meyvelerin çekirdek ağırlıkları 1.8-2.3 gr aralığındadır.

Sofralık Şalak (Aprikoza) kayısı: Yayvan taçlı ve çok verimlidir. Meyve şekli eliptik ve ağırlığı 50-60 gr arasında değişir. Meyve et rengi sarı ve dokusu serttir. Çekirdeği uzun, tatlı ve 2.1-2.6 ağırlığındadır. Toplam asitlik % 0.30-0.50 arasındadır.

Karacabey kayısı: Erkenci sofralık kayısı çeşididir. Ağaçları zayıf büyür ama verimliliği büyüktür. Meyve, 35-45 gr ağırlığında ve kalp şeklindedir. Meyve et rengi turuncu olan kayısının toplam asitlik oranı 0.9-1.4 arasındadır. Çekirdeği meyve etine yarı bağlı ve 2.6-3.1 gr ağırlığındadır.

Hacıöz kayısı: Kurutmalık ve sofralık kayısı çeşididir. Ağaçları dik ve verimi yüksektir. Meyve şekli oval ve ağırlığı 30-40 gr arasında değişir. Meyve, karın çizgisi

belirgin ve asimetrik iki parçadan oluşur. Toplam asitlik oranı %0.3-0.5 arasındadır. Tatlı çekirdeğe sahip ve 2.0-2.5 gr ağırlığındadır.

Çiğli kayısı: Sofralık kayısı çeşididir ve ağaçları yayvan şekillidir. Meyve şekli basık, yuvarlak ve ağırlığı 20-25 gr aralığında değişir. Meyvenin kabuğu turuncu renkte olup toplam asitliği % 1.2-1.5 arasındadır. Çekirdeği 1.6-2.0 gr ağırlığında ve meyve etine yarı bağlıdır.

Dış ülkelerdeki bazı kayısı çeşitleri;

Canino, İspanya'ya ait sofralık kayısı çeşididir. Ağacı dik, yayvan şeklindedir. Meyve eti yumuşak dokulu, tatlı ve suludur. Meyveleri orta irilikte olup ağırlığı 30-40 gr arasında değişmektedir. Çekirdek ise 3.5-4.2 gr ağırlığında olup oval şeklindedir. Toplam asitlik % 0.80- 1.10 arasındadır.

Hungarian Best çeşidi Macaristan'ın sofralık kayısıdır. Ağacı kuvvetli ve yayvandır. Meyveleri 35-45 gr olarak meyve eti dokusu yumuşak ve tatlıdır. Oval şekli veren çekirdeğinin ağırlığı 2.2-2.6 gr arasındadır. Meyve kabuğu ve et rengi turuncudur. Toplam asitlik % 1.20-1.50'dir.

Cafona, İtalya'da yetişen kayısı çeşididir. Ağaçları dik, yayvan şeklinde olup orta kuvvetlidir. Meyve eti tatlı ve gevrek. Meyve şekli yuvarlak ve ağırlığı 35-45 gr'dır. Meyve et rengi turuncudur. Çekirdek ağırlığı 2.1-2.5 gr arasında değişmekte olup meyve, etine yapışık ve acıdır. Toplam asitlik oranı % 0.6-0.7 arasında değişmektedir.

Fracasso, İtalya'nın erkenci sofralık kayısı çeşididir. Ağaçları yayvan ve orta kuvvetlidir. Meyve şekli oval olup ağırlığı 30-40 gr arasında değişmektedir. Meyve eti yumuşak dokulu ve tatlıdır. Meyve kabuk ve et rengi sarıdır. Çekirdekleri oval, ağırlığı ise 2.0-2.5 gr arasında değişerek acı ve meyve etine yapışık. Toplam asitlik % 1.20-1.40 arasında değişmektedir.

Fransa'nın erkenci sofralık kayısı çeşidi *Precoce de Colomer*'dir. Ağacı dik şekilli ve orta kuvvettedir. Meyve ağırlığı 30-35 gr arasında ve kalp şeklindedir. Meyve eti yumuşak ve ekşi tattadır. Yuvarlak çekirdekleri 2.3-2.8 gr aralığındadır. Toplam asitlik %1.00-1.10 arasındadır.

Royal, Fransa'ya ait erkenci sofralık kayısı çeşididir. Ağaçları orta kuvvette olup yayvan şeklindedir. Meyveleri yuvarlak ve ağırlığı 30-40 gr arasında değişmektedir. Meyve kabuğu ve et rengi turuncudur. Meyve eti yumuşak dokulu olup az tatlıdır. Çekirdek 2.2-2.5 gr ağırlığında ve yuvarlak şekillidir. Toplam asitlik %1.20-1.40 arasındadır.

Perfection, ABD'nin sofralık kayısı çeşididir. Ağaçları dik ve orta kuvvettedir. Meyve kalp şeklinde ve ağırlığı 40-50 gr arasında değişmektedir. Meyve eti yumuşak dokulu, tatlı ve turuncu rengindedir. Yuvarlak çekirdekli ve çekirdek ağırlığı 2.4-3.0 gr arasında değişmektedir. Toplam asitlik oranı % 0.4-0.5 arasındadır.

2.1.4. Kayısının bileşimi

Kayısı diğer meyveler gibi günlük enerji ve protein gereksinmesine çok az katkıda bulunur. Yapısının büyük bir kısmı sudan oluşur. Buna karşın minerallerden potasyum ve vitaminlerden A vitamininin ön ögesi olan β karoten yönünden zengindir.

Kayısıda temel mineral içeriği olarak kalsiyum, demir, fosfor, potasyum, sodyum mineralleri bulunurken vitamin olarak ise vitamin A, beta karoten, tiamin, riboflavin, niasin ve vitamin C miktar olarak göze çarpmaktadır. Bu vitamin ve minerallere ilişkin değerler Çizelge 2.1' de özet olarak verilmiştir. Bu tablo incelendiğinde kuru kayısı ve yaş kayısıda bu oranların su miktarına göre değiştiği görülmektedir.

Kayısı yaş meyve iken % 85-87 su ihtiva etmektedir. Kurutulduğu zaman su oranı % 20-25 seviyesine inmektedir. Yaş meyve 11-12 g/100 g şeker, 0.6 g/100 g ham selüloz,

296 mg /100g potasyum, 2616 IU/10g vitamin A (β - karoten), 0.3 mg/ 100 g sodyum bulunur. Kuru kayısı 61 g/100g şeker, 2.95 /100 g ham selüloz, 1378 mg / 100g potasyum, 7420 IU Vitamin A(β -karoten), 1.6 mg/100 g sodyum içermektedir (Yıldız 1994).

Çizelge 2.1 100 g kayısının enerji ve besin değerleri (Anonymous 1983).

	BESİNLER	YAŞ KAYISI	KURU KAYISI
ANA BİLEŞENLER	Su (g)	85,30	25,00
	Enerji (kcal)	51,00	260,00
	Protein (g)	1,00	5,00
	Yağ (g)	0,20	0,50
	Karbonhidrat (g)	12,80	66,50
	Posa (g)	0,60	3,00
	Kül (g)	0,70	3,00
MINERALLER	Kalsiyum (mg)	16,00	67,00
	Demir (mg)	0,50	5,50
	Fosfor (mg)	23,00	108,00
	Potasyum (mg)	281,00	979,00
	Sodyum (mg)	1,00	26,00
VİTAMİNLER	Vitamin A (IU)	2700,00	10900,00
	Tiamin (mg)	0,03	0,01
	Ribofilavin (mg)	0,04	0,16
	Niasin (mg)	0,60	3,30
	Vitamin C (mg)	10,00	12,00

2.1.5. Kayısıda Kükürtleme

Kükürtleme işlemi, özellikle kayısı ve çekirdeksiz üzümlerin kurutulmasında temel işlemlerden biridir. Kurutulmuş kayısılarla altın sarısı rengi ancak kükürtlenerek verilebilmektedir. Kükürt dioksitin bu etkisi, özellikle enzimatik ve enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarını inhibe etmesinden kaynaklanmaktadır (Joslyn ve Breverman 1954, Wedzicha ve ark. 1984).

Bir ton yaş kayısı için, yaklaşık 2-3 kg kükürt genelde oda içinde yakılmaktadır. Kayısılar bu odada yaklaşık 8-12 saat arasında SO₂ atmosferinde tutulmaktadır (Akça ve Asma 1997).

Kükürtleme işlemi sırasında, kayısı tarafından absorbe edilen SO₂' nin büyük bir kısmı daha sonra kurutma sırasında dokudan uzaklaşmakta ve kalan SO₂' in de % 80-90' ı gıda bileşenleri ile kompleks oluşturmaktadır (Haisman 1974). Benzer şekilde kuru kaysılarda bulunan serbest formdaki SO₂' nin % 13-14' ünün kurutma başlangıcında; buna karşın, % 82-83' ünün 12 saatlik kurutma işlemi sırasında kayısının bileşenlerine, özellikle de glikoza bağlandığını göstermiştir (Wedzicha 1987). Sülfidlerin gıdalarda koruyucu katkı maddesi olarak kullanılma amaçları; antimikrobiyal özelliğinden yararlanılması, enzimatik olmayan esmerleşmenin önlenmesi ve enzimatik reaksiyonların önlenmesi, antioksidant ve indirgen özelliğinden yararlanılması ve ağartma özelliğinden yararlanılmasıdır (Roberts ve Mc Weeny 1972).

Kayısıda kükürtleme hem mikrobiyal bozunmayı ve raf ömrünü uzatmak için hem de zamanla renginde meydana gelen kararmaları engellemek için yapılmaktadır. Kayısıda kararma ve esmerleşme ile oluşan renk değişimlerinin başlıca iki sebebi vardır.

a) Meyvelerin içerdiği çeşitli enzimler bazı maddelerin oksitlenmesine yardımcı olarak oluşan renk değişimleri, kükürtlemeyle oluşan kükürt dioksitin, enzimlerin sebep olduğu oksitlenmelere karşı önleyici etki yaptığı bilinmektedir. Enzimlerin gelişimi ve etkileri üzerinde yapılan araştırmalar farklı sonuçlar vermiştir. Bazı araştırmacılar kayısılarda peroksidaz ve fenolaz enzimlerini ayırmışlar ve bunların kafeik asit ile benzidin gibi birçok maddenin oksitlenmesini katalize ettikleri bilinmektedir.

b) Meyvelerin bünyesinde bulunan çeşitli maddelerin kimyasal reaksiyonu sonucu oluşturdukları renk değişimleridir. Aldehit ve ketonların, bu arada indirgen şekerlerin aminoasitler, peptitler ve proteinler gibi aminoasit bileşikleriyle reaksiyonu; buna Maillard reaksiyonu veya Melanoidin kondenzasyonu denir. Bu reaksiyon oksijen gerektirmez (Gültek 1993).

Kurutulmuş meyve ve sebzelerde sülfiterin; şekerler, askorbik asit yapısında disülfid grupları içeren proteinler ve maillard esmerleşmesi sırasında oluşan ara ürünlerle reaksiyona girerek sülfonatları oluşturduğunu göstermişlerdir. Sülfiter bir çok gıda bileşeni ile kolaylıkla reaksiyona girerler. Bu bileşenlerin başlıcaları; aldehitler, ketonlar, indirgen şekerler, esmerleşme ara ürünleri (karboniller), proteinler, antosiyanlar ve bazı vitaminlerdir (Taylor vd. 1986).

Kimyasal olarak meydana gelen renk değişimlerinin daha çok şeker ve protein reaksiyonlarından ileri geldiği bilinmekle birlikte ayrıca seker, organik asit, organik asit protein ve organik asitlerin kendi aralarındaki reaksiyonlarının da etkili olduğu yapılan araştırmalar sonucunda ortaya konmuştur (Gökçe 1966).

Meyvelerin kurutma başlangıcında önemli enzimatik değişimler ve renk esmerleşmeleri görülmektedir. SO₂; peroksidaz ve fenolaz enzimlerinin oksijenle fenolik maddeleri oksitlenmesini önlemektedir. Özellikle enzimatik olmayan maillard reaksiyonlarında şekerler ile amino asitlerin birleşmesini engelleyerek, esmerleşmeleri de engellemektedir (Malatya Valiliği 1998). Ülkemizde ilk olarak 1925 yılında Malatya'da kayısıların kükürtleterek kurutulmasına başlanmıştır. Kükürtleme, kükürdün yanması ile açığa çıkan kükürt dioksit (SO₂) gazının belirli bir süre kayıslara uygulanması işlemidir.

Kayısının absorbe ettiği SO₂ miktarı çeşit, olgunluk aşaması, kükürtleme süresi, kullanılan kükürt miktarı ve kükürtlemede meyvenin durumu (bütün, çekirdeği çıkarılmış veya ikiye ayrılmış) gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Olgun ve bütün kayısı meyveleri kükürt gazını daha zor aldıklarından, ya daha uzun süre kükürtleme odalarında bekletilmeli veya daha fazla kükürt kullanılmalıdır (Cemeroğlu ve Acar 1986).

Kayısı tarımsal ürünler içerisinde, muhafaza edilirken rengi en çok değişikliğe uğrayan meyvelerden birisidir. Kükürtleme; meyve etinin kayısıya özgü açık renk alması ve muhafaza esnasında oluşan renk değişiminin önlenmesi amacıyla yapılmaktadır.

Kükürtleme hastalık ve haşerelerin zararını asgariye indirerek kayısuların depolarda daha uzun muhafaza edilmesini sağlamaktadır (Özay 1998). Kayıslarda yapılan kükürtleme işlemi, kurutma süresini kısaltmakta, ürünün altın sarısı doğal rengini korumakta, raf ömrünü uzatmakta, fermantasyon ve böcek zararını önlemektedir. Fakat üründe kalan kükürt dioksit önemlidir. Bazı ülkeler ithal ettikleri kayıslarda kalıntı kükürt dioksit miktarlarını sınırlandırmış olup fazla kükürt dioksit içeren ürünleri geri çevirmektedir (Cemeroğlu ve Acar 1980). Kükürtleme yapılırken sıcaklık, genelde, 27-37 °C arasındadır. Fakat bazı durumlarda sıcaklık 55 °C' ye kadar yükselebilmektedir. Böyle yüksek sıcaklıklarda, meyvenin SO₂ absorpsiyon miktarı daha azdır. Ancak, düşük sıcaklıklara göre daha fazla kükürdü bünyelerinde tutmaktadır. 50 °C gibi yüksek sıcaklıkta meyvelerde kızarma görülebilir (Gülcan vd. 2001).

Kükürtleme kayısuların kükürt absorbe etme oranı, kükürt yakılması durumunda % 5-34, kükürt dioksit (SO₂) gazı kullanma durumunda ise % 33-84'tür (Malatya Valiliği 1998). Ülkemizde yetiştirilen kayısının büyük bir kısmı ihraç edilmektedir. İhraç sırasında karşılaştığımız en büyük sorun kükürt dioksit miktarının yüksek olmasıdır. Malatya'da yaş kayısular toz kükürdün yakılmasıyla kükürtlenmektedir. Kayısı üreticileri kuru kayısları bir takım piyasa sebeplerinden dolayı satamama korkusu ile kükürtleme işlemi sırasında yaş kayısıya fazla miktarda kükürt vermektedir. Kükürt dioksit uygulanan meyvelerde dayanıklılık, absorbe edilen miktara göre değişmektedir.

Sülfitlerin neden olduğu ve üzerinde en çok çalışılmış sağlık problemi astım hastaları ile ilgilidir. Sülfite duyarlı astım hastalarında, bazı reaksiyonlara neden olduğu tıp literatürlerinde tartışılmaktadır. Sülfitlerin neden olduğu klinik belirtileri halsizlik, bitkinlik ve göğüs daralmasıdır. Sülfitle ilgili diğer bir problemde, bunların karsinojen madde olabilmeleri olasılığıdır. Deney hayvanları ile ilgili yapılan çalışmalarda her ne kadar karsinojenik bulunmasalar da, karsinojenik benzopiren ile beslenen farelerde SO₂' nin promotör olarak akciğerde tümör oluşmasına katkı sağladığı belirtilmiştir. Ayrıca sülfitlerin bir çok bakteri ve küfe karşı mutajenik ve genotoksik olduğu ifade edilmektedir. Bu nedenle teorik olarak sülfitlerin belirli bir sağlık riski taşıdıkları kabul edilebilir (Taylor 1993).

Kuru kayısı serbest ihracat kapsamında olup ihracatı zorunlu standarda tabi olan ürünlerimiz arasında yer almaktadır. TS 485 no' lu Kuru Kayısı Standardı 01.08.1993 tarihinden itibaren yürürlüğe girmiş ve yalnız ihracatta zorunlu uygulamaya konulmuştur. Kuru kayısıda standardı belirleyen iki kalite özelliği vardır: Bunlar SO₂ kalıntı miktarı ve nem oranıdır. TS 485' e göre üst sınır olarak 2000 mg/kg SO₂, % 25 nem içeriği olmasını hükme bağlamıştır (Türk Standartları Enstitüsü 2002). İhraç ürünlerimizden olan kuru kayısının diğer meyvelerde olduğu gibi değişik sorunları mevcuttur. Bunlar kuru kayısıya verilen SO₂ miktarı, kuru kayısıların depolanması gibi sorunlarıdır. Kurutma, suyun ısı ile transferinin gerçekleştirilmesidir. Hangi yöntemle olursa olsun gıdalar özellikle meyveler dayanıklı hale getirilmek için kurutma işleminden geçirilmelidir (özkan vd. 2000).

Kurutulmuş meyvelerde görülen meyveler problemler fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik olarak üç grupta toplanır. Bu problemlerin oluşmasına meyvenin yapısı ve kurutma tekniği etki eder. Başlıca fiziksel problemler; ürünün iyi kurumaması, rehidrasyon yeteneğinin azalması, toz, böcek ve zararlı olan kontaminasyonlar sayılabilir. Kimyasal problemler ise, enzimatik ve enzimatik olmayan esmerleşmeler ve vitaminlerin yapısının bozulmasıdır. Mikrobiyolojik problemler ise maya ve küf gelişmesidir. Bütün bu problemlerin oluşmasına, fiziksel şartların kontrol edilmemesi yol açar (Diraman ve Gündüz 1996).

Çizelge 2.2 Avrupa ülkelerinin kuru kayısı ithalatında kabul ettikleri en üst değerler (Asma vd. 2005).

Almanya	2000 mg/ kg
İngiltere	2000 mg/ kg
İtalya	2000 mg/ kg
Fransa	2000 mg/ kg
Kanada	2500 mg/ kg
Avustralya	3000 mg/ kg
ABD	3000 mg/ kg

Avrupa ülkelerinin kuru kayısı ithalatında kabul ettikleri en üst değerler Çizelge 2.2' de verilmiştir. ABD, Yeni Zelanda ve Avustralya da ise kesin bir limit uygulanmamakla birlikte 3000 mg/l miktarındaki SO₂ kalıntısına müsaade etmektedir. Bu verilerden de görüleceği gibi özellikle Avrupa topluluğu ülkelerine ihracatımızda temel sorun SO₂ kalıntı miktarı oluşturmaktadır. Ülkemizde kabul edilen gıda kodeksine göre olması gereken kükürt oranı 2000 mg/l'dir (Gün 1998).

2.1.6. Kayısı ihracat ve ithalatı

Kayısı gerek üretim düzeyi ve gerekse ihracat geliri açısından ülkemizin önemli gıda ve tarım ürünleri arasındadır. Devlet İstatistik Enstitüsü verilerine göre ülkemizde toplam 13 480 000 adet kayısı ağacı bulunmaktadır (Anonymous 2002). Ayrıca, ülkemizde yıllık kayısı üretiminin 1979–1998 yılları arasında yıldan yıla değişmek üzere 110 000-490 000 ton arasında olduğu belirtilmiştir (Özkan 2001). Bu üretim değeriyle ülkemiz dünya kayısı üretiminde ilk sırada yer almaktadır. FAO (Dünya Gıda ve Tarım Örgütü) istatistikleri incelendiğinde, 2005 yılında dünya yaş kayısı üretiminin 2 821 223 ton olduğu, bunun 370 000 tonunun Türkiye tarafından üretildiği görülmektedir. Yaş kayısı üretiminde Türkiye' yi, İran, İtalya, Pakistan, Fransa, İspanya, Suriye, Cezayir ve Çin izlemektedir (Anonymous 2005). Yaklaşık 32 ülkede üretilen yaş kayısının en büyük üreticisi olan Türkiye'nin yıldan yıla değişmekle birlikte dünya kayısı üretiminin yaklaşık %20' sini karşıladığı, Türkiye' de yaş kayısı üretiminin %60' ının Malatya ilinde gerçekleştiği ve böylece Malatya kayısının dünya yaş kayısı üretiminin yaklaşık %11'ini karşıladığı diğer bir kaynaktan belirtilmektedir (Anonymous 2003). 2000- 2005 yılları arasında dünyada kayısı üretimi yapan başlıca ülkelerin yıllık üretim miktarları ve yıllara göre dünyadaki toplam kayısı üretim miktarı Çizelge 2.3'de gösterilmektedir.

Çizelgedeki sayısal değerler incelendiğinde görülmektedir ki, Türkiye' nin taze kayısı üretimi 2000–2005 yılları arasında 350 000 ton ile 579 000 ton arasında değişmektedir.

Çizelge 2.3 Yıllara göre dünyadaki önemli taze kayısı üreticisi ülkelerin üretim miktarları (ton)
(Anonymous 2005).

YILLAR	2000	2001	2002	2003	2004	2005
ÜLKELER						
A.B.D	79 650	74 840	81 647	88 542	91 740	81 790
Cezayir	56 354	67 724	73 733	106 469	100 000	100 000
Çin	88 317	83 956	72 218	81 874	86 509	90 000
Fas	119 600	104 300	86 200	97 950	85 000	85 000
Fransa	138994	103 164	169 418	123 814	155 765	187 400
İran	262 432	282 890	284 000	285 000	285 000	285 000
İspanya	142 498	134 767	127 549	143 840	122 400	132 800
İtalya	201 372	193 828	200 110	108 320	213 425	244 048
Pakistan	125 889	124 675	129 700	210 900	214 800	215 000
Suriye	78 873	66 023	100 902	100 900	100 000	101 000
Türkiye	579 000	517 000	352 000	499 000	350 000	370 000
Ukrayna	102 100	43 711	68 500	110 500	99 300	100 000
Yunanistan	83 634	70 771	74 664	66 759	95 998	58 000
Toplam	2 774 595	2 782 589	2 788 328	2 510 420	2 523 795	2 821 223

Yıllık üretim değerleri itibariyle son beş yılda da Türkiye, dünyadaki en büyük kayısı üreticisi olma konumunu sürdürmektedir. Bilindiği gibi Türkiye’de üretilen kayısıların önemli bir kısmı kurutularak tüketime sunulmaktadır. Ayrıca, şeker ve nem oranı itibariyle en kaliteli kurutmalık kayısıyı üreten ve mevcut üretimin yaklaşık %80’ini gerçekleştiren Türkiye’nin dünya kuru kayısı üretiminde de ilk sırada yer aldığı ifade edilmektedir (Olgun ve Adanacıoğlu 2001). FAO’nun 1998 yılı tahminlerine göre, dünya pazarlarındaki kuru kayısı üretiminin %83’ü Türkiye’de gerçekleşmiştir (Gezer et al. 2002). Türkiye, Avustralya ve İran dünyada kuru kayısı üretimini ve ticaretini en çok gerçekleştiren ülkelerdir. Kuru kayısılar dünyada başta Amerika Birleşik Devletleri, Birleşik Krallık, Almanya, Avustralya, Hollanda olmak üzere birçok ülkeden talep görmekte ve dünya ticaretinde önemli bir rol oynamaktadırlar (Toğrul and Pehlivan 2003). Türkiye’nin yıllara göre kuru kayısı ihracat miktarı Çizelge 2.4’ de verilmektedir.

Çizelge 2.4 Türkiye'nin yıllara göre kuru kayısı ihracat miktarı (Doymaz, 2004).

Yıllar	Miktar (ton)	Değer (USD*1000)
1995	50 836	99 146
1996	43 820	106 072
1997	40 509	111 617
1998	49 870	119 189
1999	55 403	126 169
2000	68 128	107 852
2001	85 626	88 066

Çizelgeden de görüldüğü gibi, 1995–2001 yılları arasında Türkiye'nin kuru kayısı ihracatı 40 509 ile 85 626 ton arasında ve bu miktarlara bağlı olarak ihracat değerleri ise 88 066 000 ile 126 169 000 Amerikan Doları arasında değişmektedir. Ülkemiz açısından önemli bir ihraç ürünü olan kayısının büyük bir bölümünü Malatya kayısı oluşturmaktadır. Bir kaynağa göre, ülkemizde üretilen taze kayısıların %95'i Malatya ilinde kurutulmaktadır (Pala vd. 1994). Erdoğan et al. (2003) ise Malatya yöresinin Türkiye'nin taze kayısı üretiminin %60' ını, kuru kayısı üretiminin ise yaklaşık % 80' ini gerçekleştirdiğini bildirmişlerdir.

Türkiye kurutmalık kayısı ticaretinde dünyada ilk sırada yer alırken, ülkemizde sofralık kayısı ticareti ise yok denecek kadar azdır. Dünyada sofralık kayısı ticaretinin %95' i İspanya, Yunanistan, İtalya ve Fransa gibi Akdeniz ülkeleri tarafından gerçekleştirilmektedir (Kaşka 1994).

2.2 Rehidrasyon

Tekrar nemlendirme (rehidrasyon) nemi uzaklaştırılarak kurutulmuş ürünlere tekrar nem kazandırmak amacı ile uygulanan bir işlemdir. Nemi uzaklaştırılmış (dehidre) ürünler tüketilmeden ya da başka ürünlere işlenmeden önce, mutlaka az veya çok tekrar

nemlendirilmektedir (Rastogi et. al. 2004). Gıdaların tekrar nemlendirilmesi; kuru materyal tarafından suyun emilmesi, ürünün şişmesi, çözünen maddelerin nemlendirme çözültisi tarafından özütlenmesi olmak üzere 3 aşamada gerçekleşmektedir (Krokida and Marinos-Kauris 2001). Tekrar nemlendirme sırasında suyun absorpsiyonu ile kütlede artış olurken, aynı anda şekerler, asitler, mineraller ve vitaminler gibi çözünen maddelerin ıslatma çözültisine geçmesi ile bir miktar kütle kaybı da olmaktadır. Bu durum; ürünün kimyasal kompozisyonu, kurutma öncesi uygulamalar, ürün formülasyonu, kurutma teknikleri ve kurutma koşulları, kurutma sonrası işlemler gibi bazı iç faktörlerden ve daldırma çözültisi kompozisyonu, gibi bazı dış faktörlerden etkilenmektedir (Rastogi et. al. 2004).

2.2.1. Rehidrasyon Modelleri

II. Fick kanununun tek yönlü difüzyon için matematiksel ifadesi aşağıdaki gibidir (McCabe ve Smith 1976):

$$D \frac{1}{r^m} \frac{\partial}{\partial r} \left[r^m \left(\frac{\partial M}{\partial r} \right) \right] = \frac{\partial M}{\partial t} \quad (2.2)$$

Burada D, difüzyon katsayısıdır (m^2/s),

Fick' in II yasasının yassı dilim için $m=0$, silindir için $m=1$, küre için $m=2$ alınarak değişik geometriler için seriye açılım şeklindeki çözümü (Treybal 1981) :

$$m=0 \text{ için } \frac{M - M_e}{M_o - M_e} = \frac{8}{\pi^2} \left(e^{-a_1\beta} + \frac{1}{9} e^{-9a_1\beta} + \frac{1}{25} e^{-25a_1\beta} + \dots \right) \quad (2.3)$$

$$m=1 \text{ için } \frac{M - M_e}{M_o - M_e} = 0.692.e^{-5.78\beta} + 0.131e^{-30.5\beta} + 0.0534e^{-74.9\beta} + \dots \quad (2.4)$$

$$m=2 \text{ için } \frac{M - M_e}{M_o - M_e} = 0.608.e^{-9.87\beta} + 0.152.e^{-39.5\beta} + 0.067e^{-88.8\beta} \quad (2.5)$$

Burada , yassı dilim için $\beta=D.t/L^2$, silindir ve küre için $\beta=D.t/r^2$

M: Herhangi bir andaki nem içeriği

M_e : Denge nem içeriği

M_o = Başlangıç nem içeriği (t=0 anındaki)

$a=(\pi/2)^2$

L= dilimin yarı kalınlığı, m

r= yarıçap, m

D= katı içinden nem difüzyon hızı, m^2/s

Difüzyon yavaş kuruyan/nem alan materyallerin karakteristik davranışdır. Katı yüzeyinden çevreye suyun kütle transfer direnci genellikle ihmal edilir ve bütün kuruma/rehidrasyon hızını katıdaki difüzyon kontrol eder. Böylece yüzeydeki nem içeriği denge değerindedir veya denge değerine çok yakındır. Sıcaklıkla difüzyon katsayısı arttığandan, katıdaki sıcaklığın artmasıyla kuruma hızı artar (Geankoplis 1993).

Kayısların rehidrasyonu sırasında zamanla nem içeriğini ifade etmek için literatürde yaygın olarak Peleg modeli, Eksponansiyel model ve Weibull modeli kullanılmaktadır.

Ampirik modeller arasında ilki Peleg (1998) tarafından teklif edilen ve farklı tür gıdaların hidrasyonuna uygulanabilen iki parametrelili bir modeldir (Peleg 1988, Sanjua'n *et al.* 2001, Turhan vd. 2002, Pascual *et al.* 2006). Rehidrasyon sırasında ağırlık kazanımı için kullanılan Peleg'in kinetik model aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$M = M_o + \frac{t}{k_1 + k_2 t} \quad (2.6)$$

Burada W, t zamanında tanenin ağırlığı, W_o suya daldırılmamış örneğin başlangıç ağırlığı, k_1 kinetik sabit (kg kuru madde/kg su) ve k_2 modelin ikinci parametresidir (kg kuru madde/kg su). Bu modele göre zaman sonsuza giderken W_e denge nem içeriği;

$$M_e = M_o + \frac{1}{k_2} \quad (2.7)$$

Birinci derece (exponansiyel) rehidrasyon modelinde aşağıdaki eşitlik kullanılır (Kaptso *et al.* 2008)

$$M = K - (K - M_o) \exp(-k_1 t) \quad (2.8)$$

Burada $K = k_o/k_1$ kinetik sabitlerin oranıdır, k_o ve k_1 sıfırıncı derece ve birinci derece kinetik sabitlerdir. Çok uzun rehidrasyon zamanında dengeye ulaşıldığında nem içeriği W_e ;

$$M_e = K = \frac{k_o}{k_1} \quad (2.9)$$

Rehidrasyon veya kurutma prosesi için Weibull modeli aşağıdaki eşitlikle verilmektedir (Machado *et al.* 1998).

$$M = M_e + (M_o - M_e) \exp\left(-\left(\frac{t}{\beta}\right)^\alpha\right) \quad (2.10)$$

Burada α Weibull modelinin şekil parametresi β ise skala parametresidir.

2.3. Literatür çalışmaları

Kurutulmuş mangoların (Maldonado *et al.* 2010) rehidrasyon kinetikleri 3 farklı sıcaklıkta çalışılmıştır: 25, 40 ve 60 °C. Bunun yanında, meyveye termal olarak dehidre edilmeden önce ön işlem olarak, sakaroz ya da glikoz ile uygulanan ozmo dehidrasyon prosesinin, rehidrasyonu nasıl etkilediği üzerine de çalışılmıştır. Rehidrasyonun Fickian difüzyonu ile açıklanabildiği ve buradan efektif difüzyon katsayısının 40 °C' de, 25 ve

60 °C' deki sıcaklıklardan büyük olduğu görülmüştür. Dolayısıyla, ön işleme tabi tutulmamış örneklerin 40 °C' deki rehidrasyon sürecinde, ağırlık artışı, su kazanımı ve katı kaybı optimal değerlerde elde edilmiştir. Görülmüştür ki, mangonun rehidrasyon kinetiği, sakarozla gerçekleştirilen ozmodehidrasyon ön işleminden etkilenmemiştir.

Dadali vd. (2008) mikrodalgada kurutulmuş ıspanağın rehidrasyon kinetiğine, kurutma koşullarının (mikrodalga çıkış gücü ve örnek miktarı) ve rehidrasyon sıcaklığının etkisini anlamak amaçlanmıştır. Kinetik parametrelerini belirlemek için, rehidrasyon verileri Peleg ve Weibull modellerine yerleştirilmiştir. Önerilen bu iki model arasında, Peleg modelinin uygulanan rehidrasyon koşullarına daha uygun olduğu görülmüştür. Peleg modelindeki kinetik hız sabiti ve mikrodalga çıkış gücünün örnek miktarına oranı; ve denge nem miktarı ve mikrodalga çıkış gücünün örnek miktarına oranı hesaplanmış ve eksponansiyel eşitlikler verilmiştir. Bunun yanında Arrhenius eşitliği kullanılarak rehidrasyon kinetiği için aktivasyon enerjisi hesaplanmış ve 23,84 kJ mol⁻¹ bulunmuştur.

Falade ve Abbo (2007) 50-80 °C arasında değişen kurutma sıcaklığı ve çeşitliliğinin hurma ağacı meyvesinin havayla kurutulmasına etkisi incelenmiştir. Sonuçlar, kurutmanın azalan hız periyotlarında gerçekleştiğini göstermiştir. Dahası, çeşitlilik ve 15-45 °C arasında değişen rehidrasyon sıcaklığı 1:25 w/w su oranında tutulan meyve de incelenmiştir. Hava kurutma ve rehidrasyon esnasındaki nem transferi Fick' in difüzyon modeli uygulanarak tanımlanmıştır ve efektif yayınma ve aktivasyon enerjileri hesaplanmıştır. Hava kurutması ve rehidrasyon esnasında sıcaklığın yayınmaya etkisi Arrhenius bağıntısı ile sırasıyla 35.17-44.02, ve 30.29-40.29 kJ/mol aralığında açıklanmıştır.

Pascual vd. (2006) havayla kurutulmuş *Morchella esculenta* (kuzu mantarı) mantarlarının rehidrasyonu farklı sıcaklıklarda (15, 20, 25, 30, 45, 55 ve 70 °C) çalışılmıştır. Kinetikleri tanımlamada iki çeşit model kullanılmıştır: Plakalar için difüzyon modeli ve iki amprik model, Peleg ve Weibull. Üç model rehidrasyon prosesini uygun olarak tanımlamıştır. Denge nem bileşimi, sadece Peleg modelindeki rehidrasyon sıcaklığı ile karşılaştırılınca istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar

göstermiştir. Modellerdeki kinetik parametreler sıcaklığa bağımlıdır. Bu etki Arrhenius bağıntısı ile açıklanabilir. Üç model için ortalama aktivasyon enerjisi 1592 kJ kg^{-1} dir.

Lee vd. (2006) dondurularak kurutulmuş meyveleri (avokada, kivi, elma, muz ve patates) oda sıcaklığındaki suya yatırılarak rehidre edilmiş ve rehidrasyon karakteristikleri üzerine çalışılmıştır. Örneklerin, meyvelerin türüne ve olgunluk, dondurma şartları gibi birçok diğer faktöre göre orijinal nem miktarlarının %90' nını geri kazandıkları görülmüştür.

3. MATERYAL ve METOD

3.1. Materyal

Bu çalışmada materyal olarak Malatya ilinden temin edilen kükürtlü ve kükürtsüz Hacıhaliloğlu aşu kayısıları kullanılmıştır. Tam olgunluğa gelen kayısılar temin edilmiş ve deney sürelerince nem kaybetmemeleri için buzdolabında +4 °C' de muhafaza edilmiştir.

3.2. Metot

Kurutulmuş kayısıların rehidrasyon yetenekleri üzerine, farklı kurutma sıcaklığı, farklı ön işlem uygulama, farklı sıcaklıkta rehidrasyon ve farklı rehidrasyon ortamı kullanımının etkisi incelendi.

Farklı sıcaklıkta kurutmanın etkisini inceleyebilmek amacıyla, kayısılar, laboratuvar tipi kurutucuda, 3 farklı sıcaklıkta (55, 65, 75 °C) ve güneşte, ön işlemsiz ve SO₂' li kükürtlendikten sonra kurutuldu.

Farklı ön işlem uygulamanın etkisini inceleyebilmek amacıyla, kayısılar %2 Etil Oleat %5 K₂S₂O₅ , %2 Etil Oleat %5 Na₂S₂O₅, %5 K₂S₂ O₅ ve %5 Na₂S₂O₅ gibi kükürtleme çözeltilerine daldırıldı ve 20 dakika çözelti içinde bekletilip yüzeylerinin kurulandıktan sonra güneşte ve laboratuvar tipi kurutucuda 75 °C 'de kurutuldu.

Farklı şekilde kurutulan kayısılar, incelenen parametreye bağlı olarak gruplandıktan sonra %10 ve %20' lik glikoz ve sakaroz çözeltileri ile 25, 45 ve 60 °C' deki distile suda rehidre edildi. Deneyler sırasında örneklerin kütleleri ve çözeltilerin brix değerleri periyodik olarak ölçüldü. Kütle 0.0001 gr hassasiyetli terazide tartılarak belirlendi.

Deneyleerde kullanılan kayısının başlangıç nem içerikleri 80 °C' lik etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar (24 saat) bekletilmesi ile belirlenmiştir. Ayrıca kullanılan kayısının başlangıç brix, pH, kül ve toplam asitliği 3 paralelli olarak belirlenmiş sonra aritmetik ortalamaları alınmıştır.

Paralelli yürütülen deneysel çalışmada, nem ölçümlerindeki gözlenen % rölatif sapmalar ise Çizelge 3.1 ' de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Kayısının rehidrasyon sırasındaki nem değerlerinin rölatif sapmaları

	75 °C	65 °C	55 °C	Güneş
SO ₂	5,12	3,89	5,79	3,32
Ön İşlemsiz	9,36	5,09	9,42	6,33
% 5 K ₂ S ₂ O ₄	6,53			7,41
% 5 Na ₂ S ₂ O ₄	9,94			7,44
% 5 K ₂ S ₂ O ₄ %2 EO	7,88			2,70
% 5 Na ₂ S ₂ O ₄ %2 EO	9,21			3,99
% 10 Glikoz Çöz. SO ₂	6,54			6,41
% 20 Glikoz Çöz. SO ₂	9,77			5,23
% 10 Glikoz Çöz. Ön İşlemsiz	7,77			6,12
% 20 Glikoz Çöz. Ön İşlemsiz	6,19			8,99
% 10 Sakkaroz Çöz. SO ₂	3,64			2,98
% 20 Sakkaroz Çöz. SO ₂	5,77			3,14
% 10 Sakkaroz Çöz. Ön İşlemsiz	3,99			4,30
% 20 Sakkaroz Çöz. Ön İşlemsiz	3,31			6,15
45 °C 'de SO ₂	8,52			3,39
45 °C 'de Ön İşlemsiz	7,30			5,12
60 °C 'de SO ₂	9,15			3,64
60 °C 'de Ön İşlemsiz	5,94			7,98

Çizelge 3.1'den görüldüğü üzere tüm deneyleerde paralel deneyleerin ortalamadan sapmaları mühendislikte kabul edilebilir sınır olan % 10' un altında kaldığı için üç paralelli yürütülen deneyleerde ölçümlerin ortalamaları kullanılmıştır.

Farklı şekilde kurutulmuş kayısının rehidrasyon davranışlarını en iyi ifade eden modeli araştırmak için literatürde yaygın olarak kullanılan Peleg, Weibull ve exponansiyel modelin uygunluğu incelendi. Modellerin uyumluluğu determinasyon katsayısı (R²) ile model katsayılarının istatistiksel anlamlılığı t-test ile araştırıldı (p<0,001).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Rehidrasyonda kullanılan kuru kayısıların başlangıç nem içerikleri Çizelge 4.1' de, taze kayısının başlangıç brix' i, pH, kül ve toplam asitliği Çizelge 4.2' de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Rehidrasyon öncesi kayısıların başlangıç nem içerikleri, g su/ g kuru madde

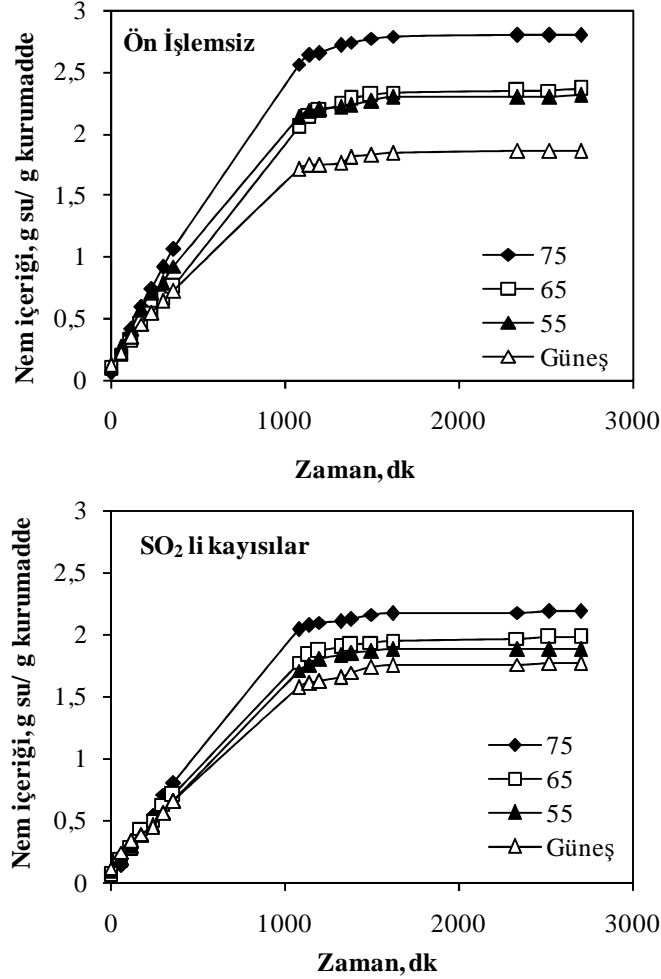
	Ön işlemsiz	SO ₂ ' li grup
75 °C	0,055956	0,039603
65 °C	0,082560	0,062518
55 °C	0,101193	0,088476
güneş	0,115470	0,116279
	75 °C' de	Güneşte
	kurutulanlar	kurutulanlar
%5 K ₂ S ₂ O ₅	0,045584	0,138283
%5 Na ₂ S ₂ O ₅	0,065072	0,153273
%5 K ₂ S ₂ O ₅ + EO	0,049459	0,096131
%5 Na ₂ S ₂ O ₅ + EO	0,056530	0,094840

Çizelge 4.2 Kayısının başlangıç brix, pH, kül ve titrasyon asitliği

	Yaş Kayısı
Brix (%)	24,1
pH	4,7
Kül (%)	0,5120956
Titrasyon Asitliği (%)	0,2804

Başlangıç nem içerikleri kullanılarak, rehidrasyon süresince elde edilen ağırlık değerlerinden, kuru temel nem içeriği değerleri elde edilmiş ve deneysel veri olarak bu değerler kullanılmıştır.

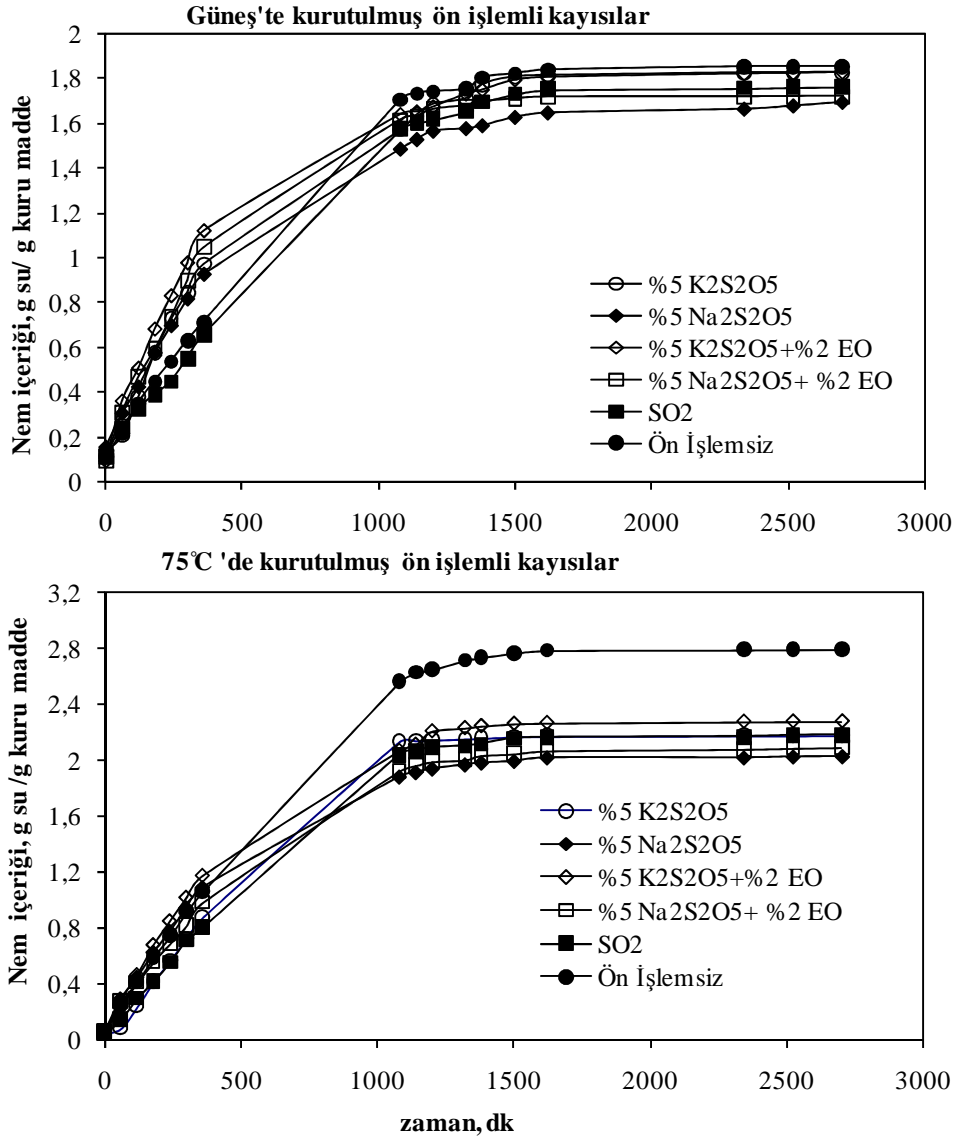
Farklı sıcaklıkta kurumanın rehidrasyona etkisini incelemek amacıyla, ön işlemsiz olarak ve SO₂ ile kükürlendikten sonra güneşte ve laboratuvar tipi kurutucuda 3 farklı sıcaklıkta (55,65,75 °C) kurutulan kayısıların saf suda rehidrasyonları sırasında zamanla nem içeriğindeki değişim Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil.4.1 Farklı sıcaklıklarda kurutulan ön işlemsiz ve SO₂' li kayısıların zamanla nem içeriğindeki değişim

Şekil 4.1' den görüldüğü üzere yüksek sıcaklıkta kurutulan kayısılar daha hızlı ve daha fazla nem aldığı görülmektedir. Yüksek sıcaklıkta kuruyan gıdaların daha fazla nem alması literatürde sık görülen bir durumdur (Dadali *et al.* 2008; Giri, Prasad 2007). Ancak farklı sıcaklıkta kurutmanın dengeye ulaşma süresi üzerine bir etkisi olmadığı görülmektedir. Yine Şekil 4.1' den görülen diğer bir sonuç ise aynı sıcaklıklarda ön işlemsiz kayısıların SO₂' li kayıslara göre daha fazla nem aldığıdır.

Farklı ön işlem uygulamanın kayısının rehidrasyon yeteneğine etkisini incelemek amacıyla ön işlemsiz, bi sülfite, etil oleat + bisülfite ve SO₂ ile muamele edilmiş kayıların rehidrasyon sırasında zamanla nem içeriklerindeki değişim Şekil 4.2' de verilmiştir.



Şekil 4.2 Farklı ön işlem görmüş kayısların rehidrasyon sırasında zamanla nem içeriklerindeki değişim

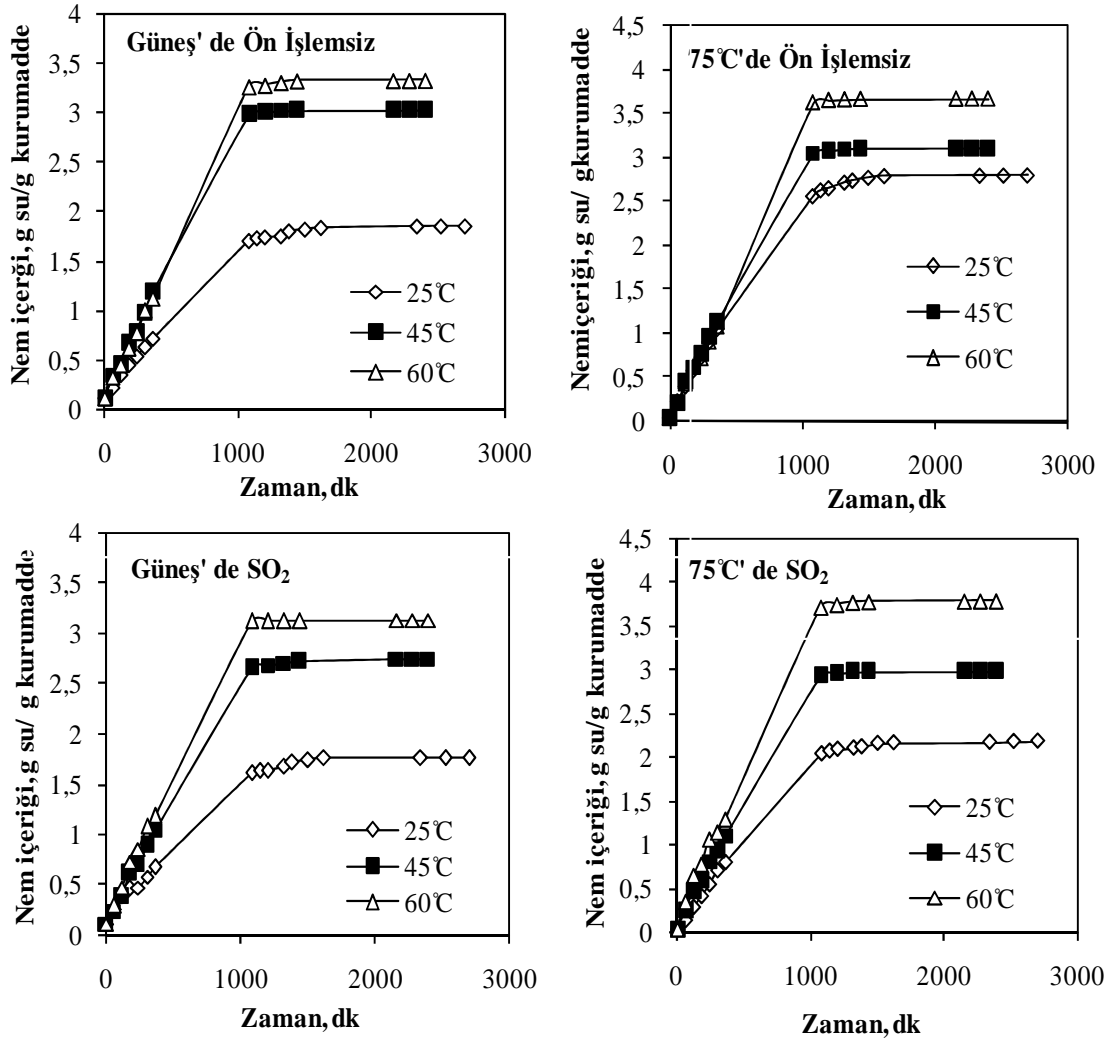
Güneşte ve 75 °C' de kurutulan kayıslar benzer trend göstermişlerdir. Ön işlemlerin sıralaması her ikisinde de aynı olmasına rağmen 75 °C' de kurutulan kayıslarda daha net gözlenen değişime göre, ön işlemsiz kurutulan kayısların çok daha iyi rehidrasyon

yeteneğine sahip olduğu görülmüş ve ön işlemlilere göre daha fazla nem alarak eski haline daha fazla dönebilme yeteneği göstermiştir. Şekil 4.2' de, farklı ön işlemler birbiriyle mukayese edildiğinde genel olarak potasyum meta bisülfid'in hem SO₂ hem de sodyum meta bi sülfid ön işlemine göre daha iyi rehidrasyon yeteneği gösterdiği, etil oleat ile birlikte meta bi sülfid uygulamanın sadece meta bi sülfite göre daha iyi sonuç gösterdiği görülmektedir. Farklı ön işlem görerek kurutulan kayısılar rehidrasyon yeteneklerine göre sıralandığında; K₂S₂O₅ + EO > K₂S₂O₅ > SO₂ > Na₂S₂O₅ + EO > Na₂S₂O₅ şeklinde bir sonuç elde edilmektedir.

Farklı sıcaklıktaki rehidrasyonun kayısının rehidrasyon yeteneğinin etkisini incelemek amacıyla güneş' de ve 75 °C 'de kurutulan ön işlemsiz ve SO₂ ön işlemlili kayısılar oda sıcaklığında, 45 °C ve 60 °C' deki saf su içinde rehidre edilmişlerdir. Farklı sıcaklıkta yapılan rehidrasyon işleminde zamanla nem içeriğindeki değişim Şekil 4.3' de verilmiştir.

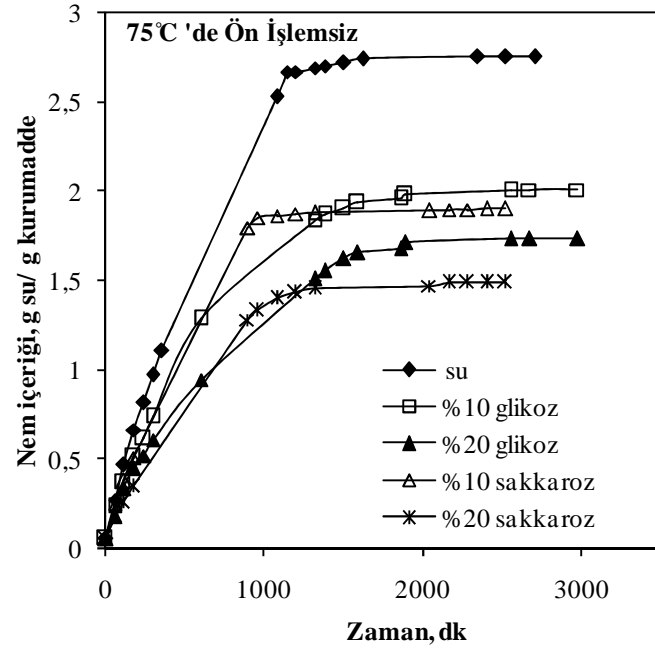
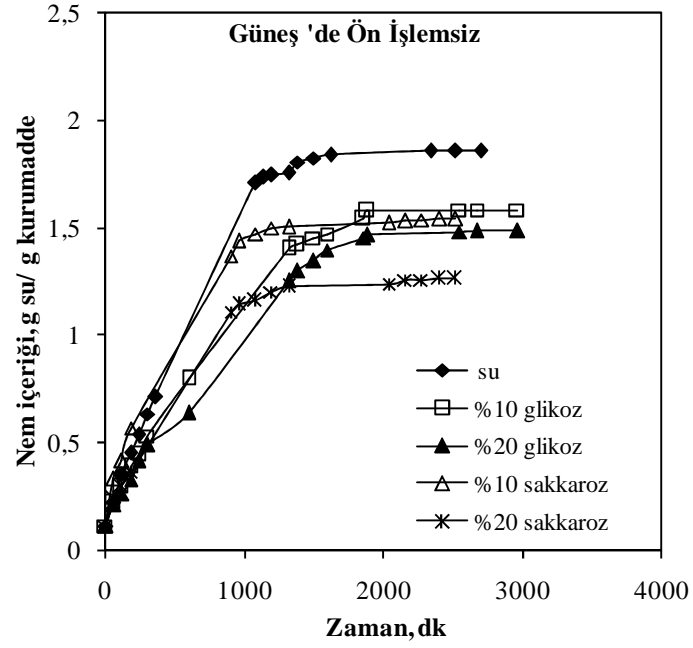
Şekil 4.3' den görüldüğü üzere rehidrasyon ortamının sıcaklığının artmasıyla kayısılar daha fazla nem kazanmışlardır. Suyun sıcaklığının artmasıyla kinetik enerjisinin artması nedeniyle su moleküllerinin kayısı içine difüzyonu da hızlandığından kayısılar yüksek sıcaklıkta daha fazla nem almışlardır. Ortam sıcaklığının artması nem kazanma düzeyini etkilese de dengeye ulaşma süresini etkilememiştir. Rehidrasyon sıvısının sıcaklığındaki artış, önceki grafiklerde gözlenen sonuçları değiştirmemiş, yüksek sıcaklıkta kuruyan ve ön işlem görmeden kuruyan kayısılar daha fazla nem kazanarak eski hallerine daha fazla dönebilme yeteneği göstermişlerdir.

Kuru kayısının rehidre edilmesiyle reçel yapılmasının araştırıldığı bir çalışmada da benzer bir sonuç ortaya konulmuştur (Üstün vd. 1999).

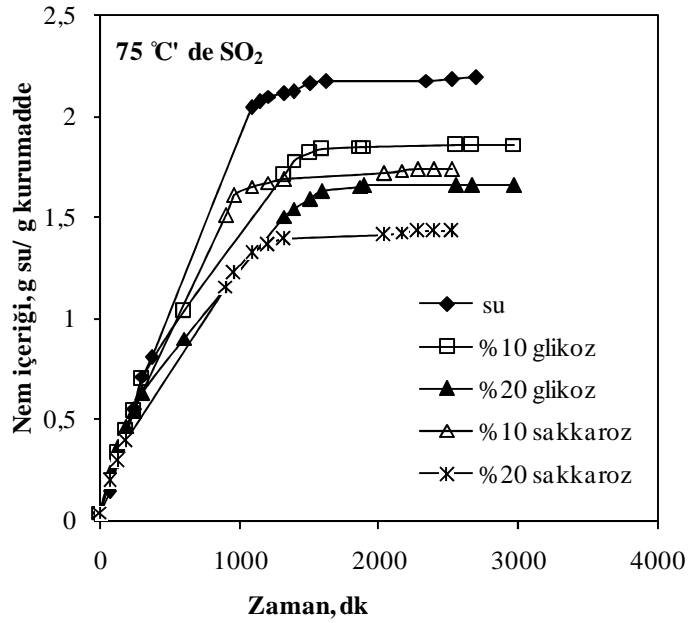
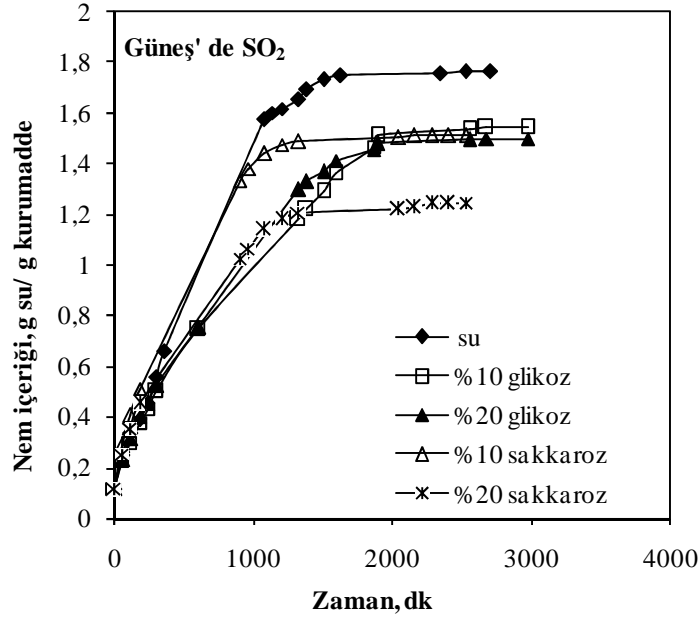


Şekil 4.3. Kayısının rehidrasyon yeteneğine farklı sıcaklıktaki rehidrasyon ortamının etkisi

Kayısıların farklı rehidrasyon sıvılarında rehidrasyon yeteneklerini incelemek amacıyla yapılan çalışmada, ön işlemsiz ve SO₂ ön işleminden sonra güneş' de ve 75 °C' de kurutulmuş kayısılar oda sıcaklığındaki %10 ve %20 lik glikoz ve sakaroz çözeltilerinde rehidre edilmişlerdir. Şeker çözeltilerinde rehidrasyon sırasında zamanla nem içeriğindeki değişim ön işlemsiz kayısılar için Şekil 4.4' de, SO₂'li kayısılar için ise Şekil 4.5' de görülmektedir.



Şekil 4.4 Ön işlemsiz kurutulan kayısıların şeker çözeltilerindeki rehidrasyonu sırasında zamanla nem içeriğindeki değişim



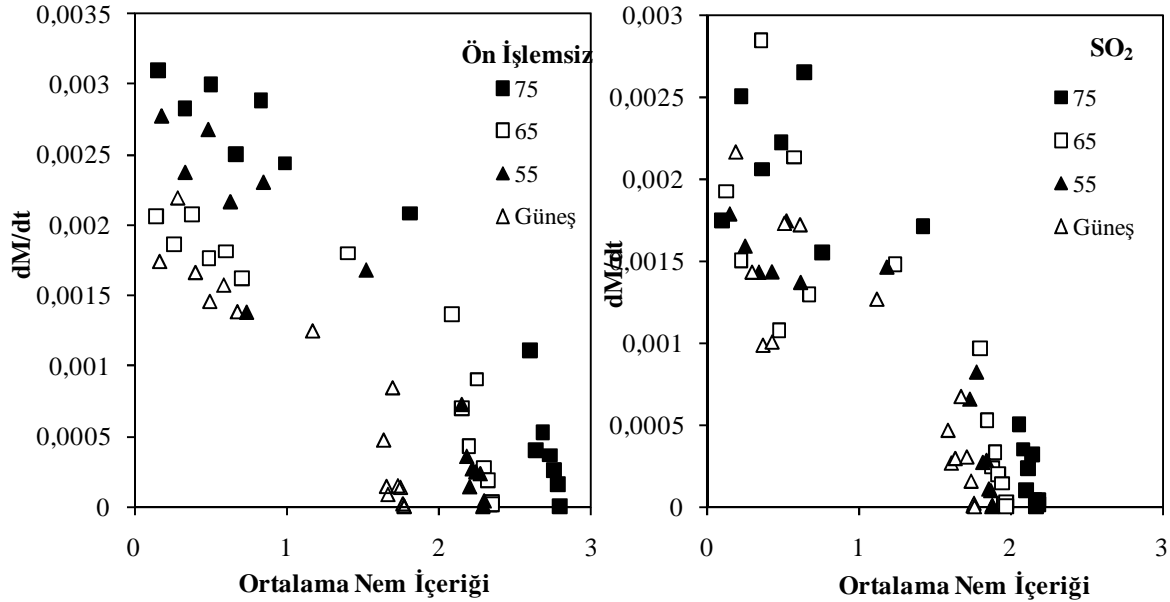
Şekil 4.5 SO₂ ile kükürlenerek kurutulan kayısıların şeker çözeltilerindeki rehidrasyonu sırasında zamanla nem içeriğindeki değişim

Şekil 4.4 ve 4.5' den görüldüğü üzere rehidrasyon ortamı olarak şeker çözeltileri kullanılarak rehidrasyon yapıldığında kayısı saf suya kıyasla daha az nem almaktadır. Ayrıca çözeltideki şeker konsantrasyonu arttıkça rehidrasyon kabiliyeti azalmaktadır.

Şeker çözeltileri birbiri ile mukayese edildiğinde glikoz çözeltilerinin, sakaroz çözeltilerine göre daha iyi sonuç verdiği gözlenmiştir.

4.1. Rehidrasyon Hızları

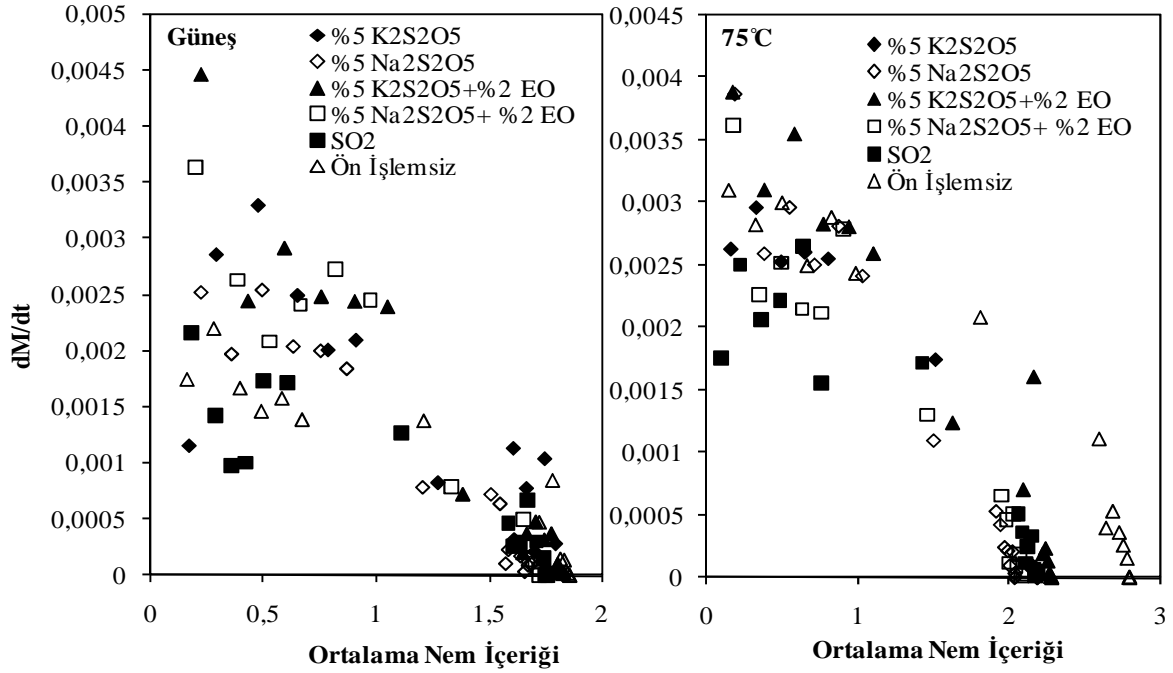
Farklı sıcaklıkta, farklı ön işlem uygulanarak kurutulan kayısların farklı sıcaklıkta ve farklı ortamlarda rehidrasyonu' nun incelendiği çalışmada rehidrasyon hızlarını belirlemek için, zamanla nem içeriğindeki değişimin zamana göre nümerik diferansiyelinin alınmasıyla rehidrasyon hızları elde edildi. Rehidrasyon hızının elde edildiği zaman aralığına ait ortalama nem içerikleri belirlendikten sonra rehidrasyon hızına karşı grafiğe geçirildi. Şekil 4.6' da farklı sıcaklıklarda kurutulan Şekil 4.7 'de farklı ön işlem gördükten sonra kurutulan kayısların saf suda rehidrasyonu sırasında rehidrasyon hızları verilmiştir.



Şekil 4.6 Farklı sıcaklıkta kurutulan kayısların rehidrasyon hızları

Rehidrasyon hızı grafiklerinde, zamanla nem içeriği grafiklerinde elde edilen sonuçlarla aynı bulgular elde edilmiştir. Kayısının daha fazla nem almasında önemli bir parametre

olan kurutma sıcaklığı, rehidrasyon hızı grafiklerinde de belirgin bir şekilde yüksek çıkmıştır. Şekil 4.6' dan görüldüğü üzere yüksek sıcaklıkta kuruyan kayısların rehidrasyon hızları daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca ön işlemsiz kayısların rehidrasyon hızı SO₂ ön işleminden sonra kurutulan kayıslardan daha yüksek bulunmuştur.

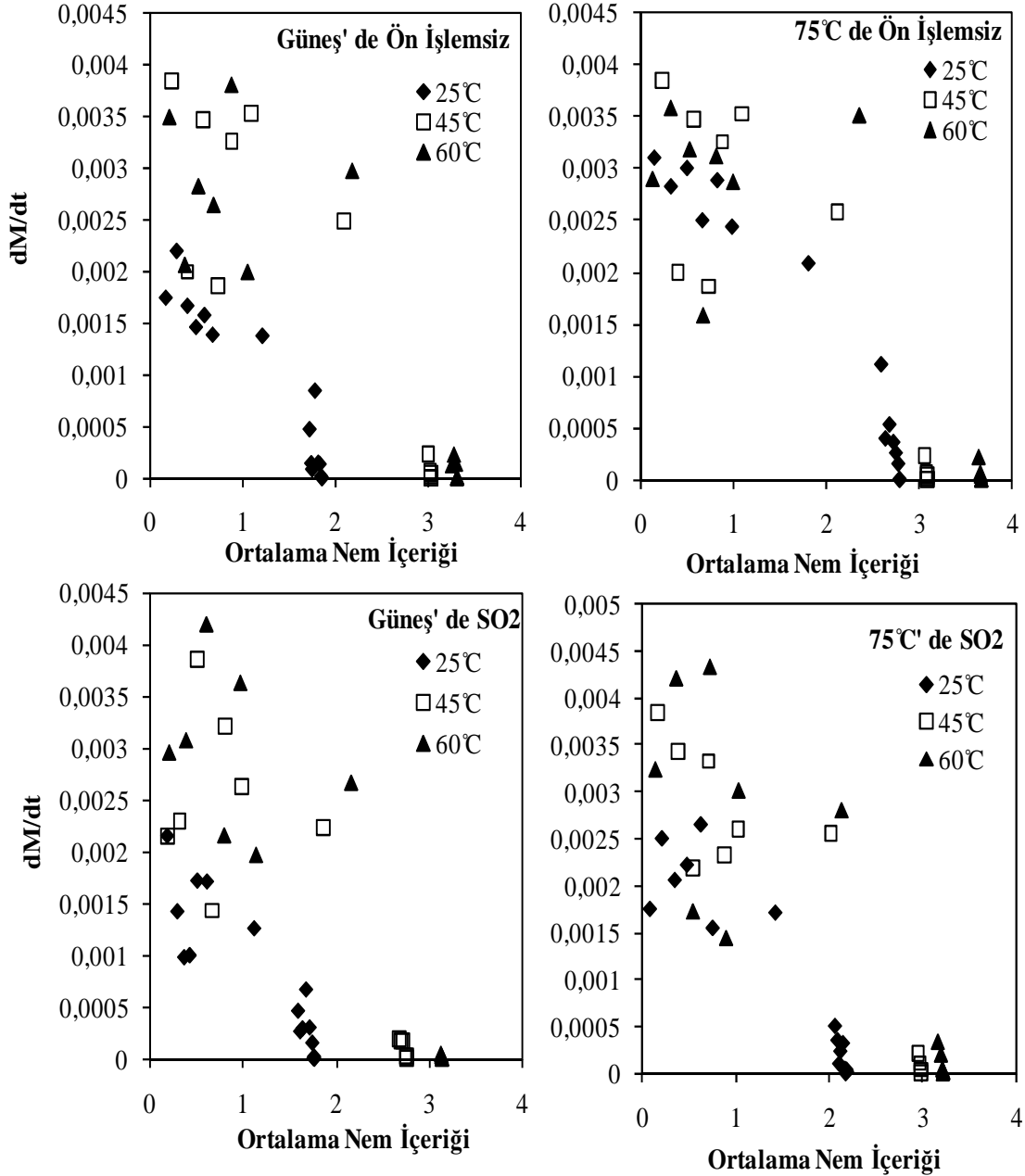


Şekil 4.7 Farklı ön işlem gören kurutulmuş kayısların rehidrasyon hızları

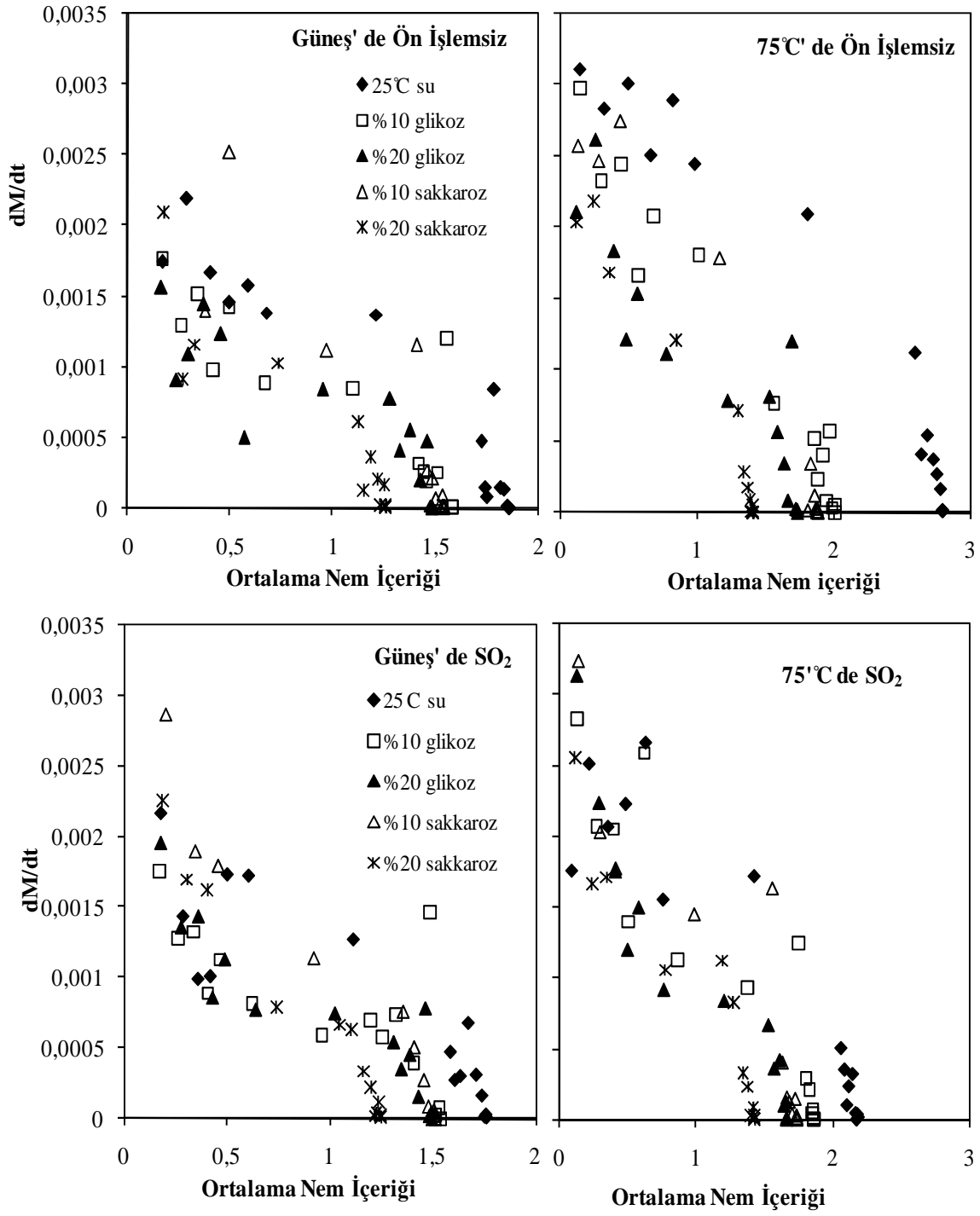
Şekil 4.8' de farklı rehidrasyon ortamı sıcaklığı Şekil 4.9' da ise farklı rehidrasyon ortamlarının rehidrasyon hızına etkileri verilmiştir. Şekillerden görüldüğü üzere rehidrasyon ortamının sıcaklığı arttıkça rehidrasyon hızı artmakta, kullanılan şeker çözeltilerinin konsantrasyonu arttıkça rehidrasyon hızı azalmaktadır.

Şekil 4.6-4.9' dan görüldüğü üzere tüm rehidrasyon hızı grafiklerinde, kayısının nem içeriği arttıkça rehidrasyon hızı azalmaktadır. Kayısının nem içeriğindeki artış rehidrasyon süresinin artışı ile paralel gelişen bir olgudur. Meyvenin nem içeriğinin artması ile (artan rehidrasyon süresi ile) çevre ile arasındaki nem konsantrasyonu farkı azalmaktadır. Nem transferinde yürütücü kuvvet olan su konsantrasyonu farkının

azalması meyveye geçen su miktarını da azaltmaktadır. Meyvenin nem içeriğindeki artışa paralel olarak rehidrasyon hızının sürekli azalma eğiliminde olması rehidrasyon prosesinin azalan rehidrasyon döneminde ve katı içi difüzyon mekanizması kontrolünde gerçekleştiğinin göstergesidir.



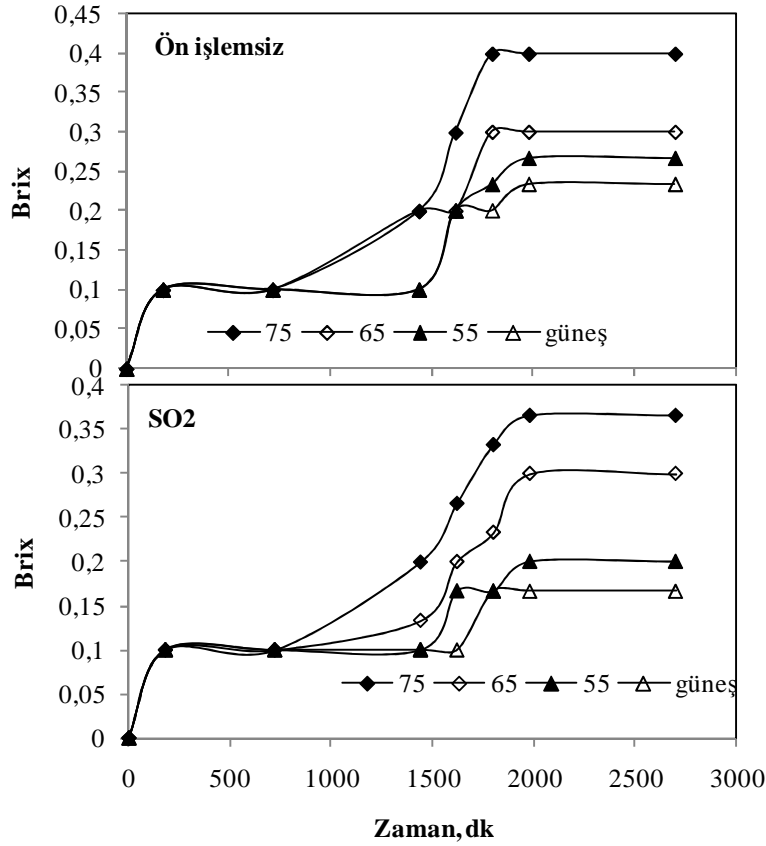
Şekil 4.8 Güneşte ve laboratuvar tipi kurutucuda 75 °C' de ön işlemsiz ve SO₂ ile muamele edilerek kurutulan kayısıların farklı sıcaklıkta rehidre edilmeleri sırasında rehidrasyon hızları



Şekil 4.9. %10 ve %20' lik Glikoz ve Sakkaroz çözeltilerinde rehidre edilen kayısların rehidrasyon hızları

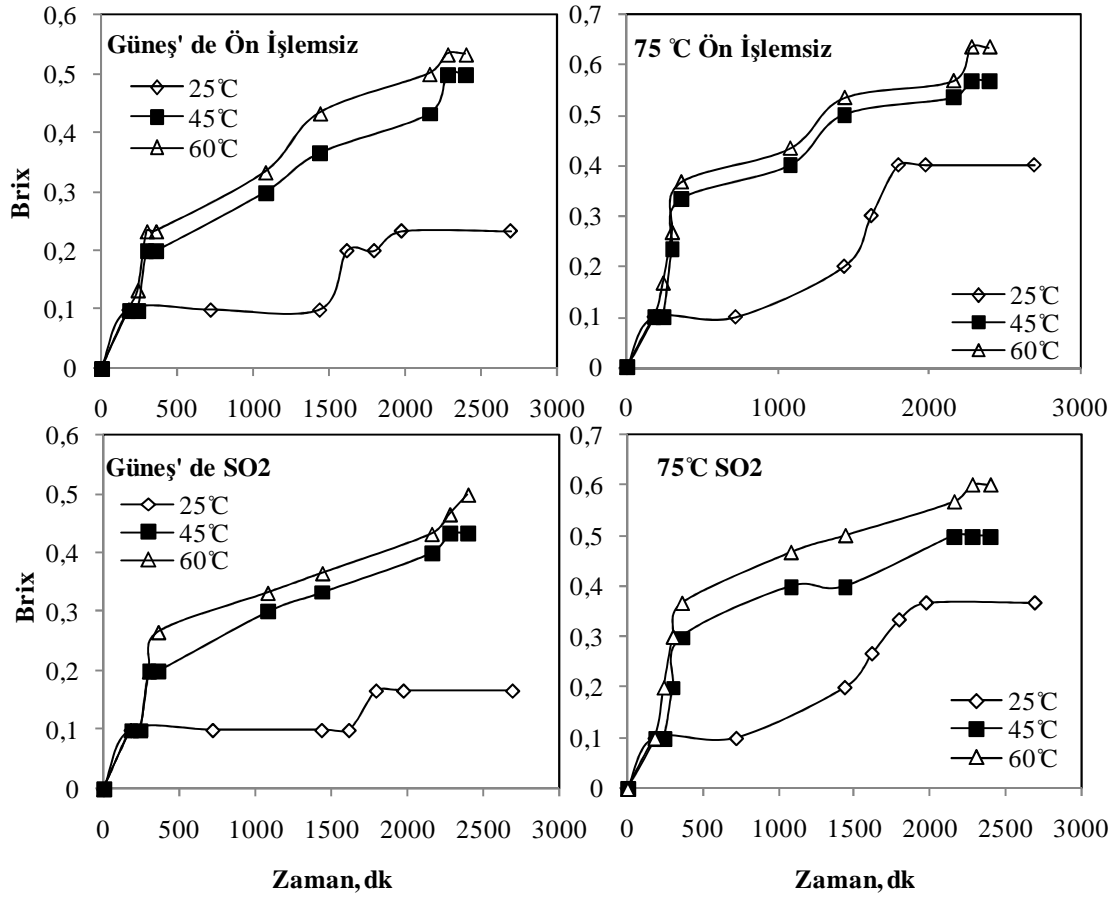
4.2. Rehidrasyon Süresince Rehidrasyon Sıvısının Brix' i

Farklı sıcaklıklarda, farklı ön işlemler gördükten sonra kurutulmuş kayıpların farklı sıcaklık ve konsantrasyondaki ortamlarda rehidrasyonu sırasında meyveden rehidrasyon sıvısına katı madde geçişinin olup olmadığını görebilmek amacıyla deneysel çalışma boyunca rehidrasyon sıvısının periyodik olarak brix' i ölçülmüştür. Ölçülen brix değerlerinin zamana karşı grafiğe geçirilmesiyle Şekil 4.10' da farklı sıcaklıkta kurumanın Şekil 4.11' de ise farklı sıcaklıkta rehidrasyonun brix' e etkisi verilmiştir.



Şekil. 4.10 Farklı sıcaklıkta kurutulmuş kayıpların rehidrasyonu sırasında rehidrasyon sıvısının brix' i

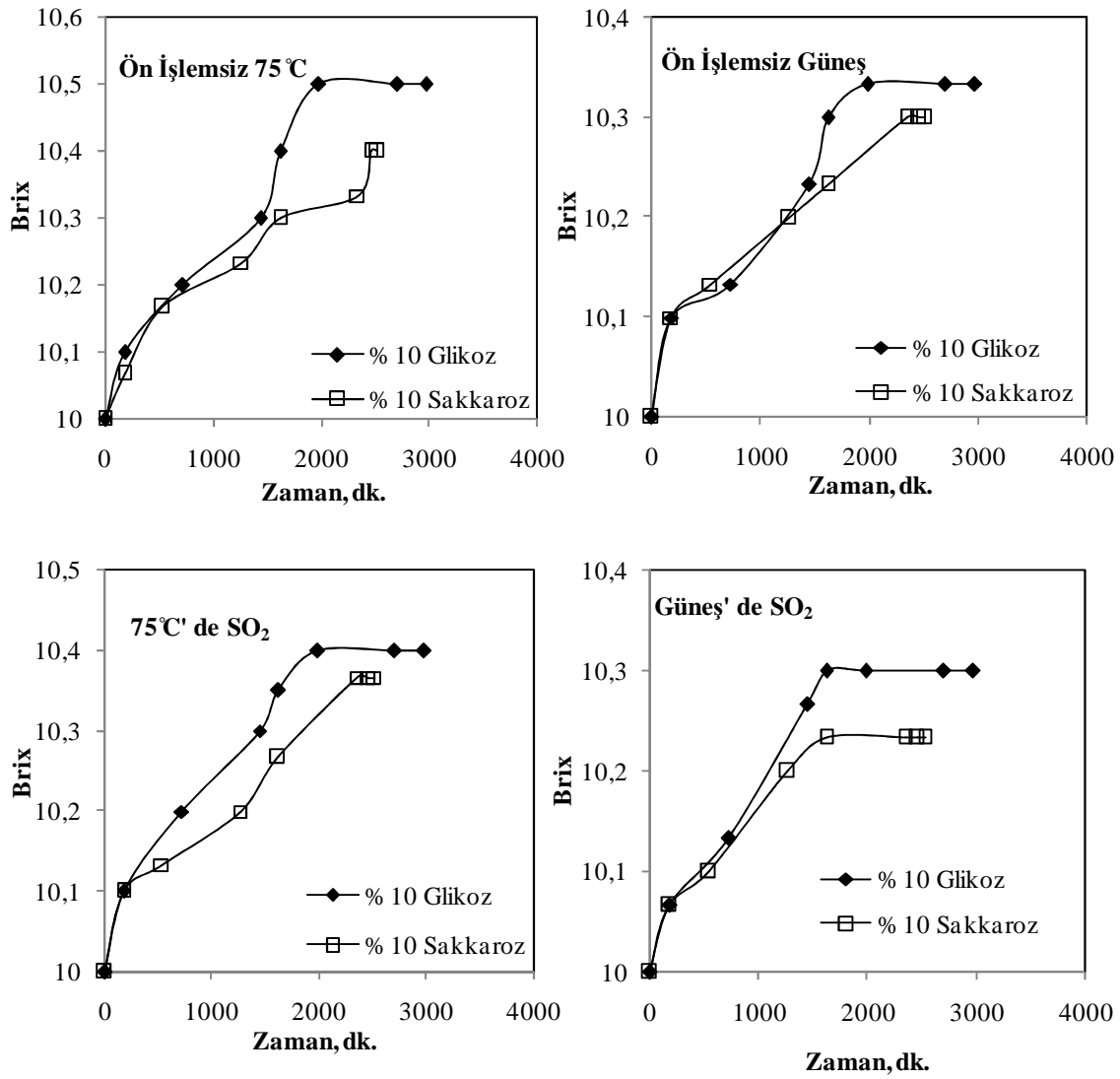
Şekil 4.10' dan görüldüğü üzere rehidrasyonun ilk günü önemsiz düzeyde 2. günden itibaren ise meyveden suya katı geçişi başlamıştır ancak brix değerleri oldukça düşük kaldığından bu geçiş önemsizdir.



Şekil. 4.11 Ön işlemsiz ve SO₂ ile muamele edildikten sonra güneşte ve 75 °C' de kurutulan kayısıların farklı sıcaklıkta rehidrasyonu sırasında rehidrasyon sıvısının brix' i

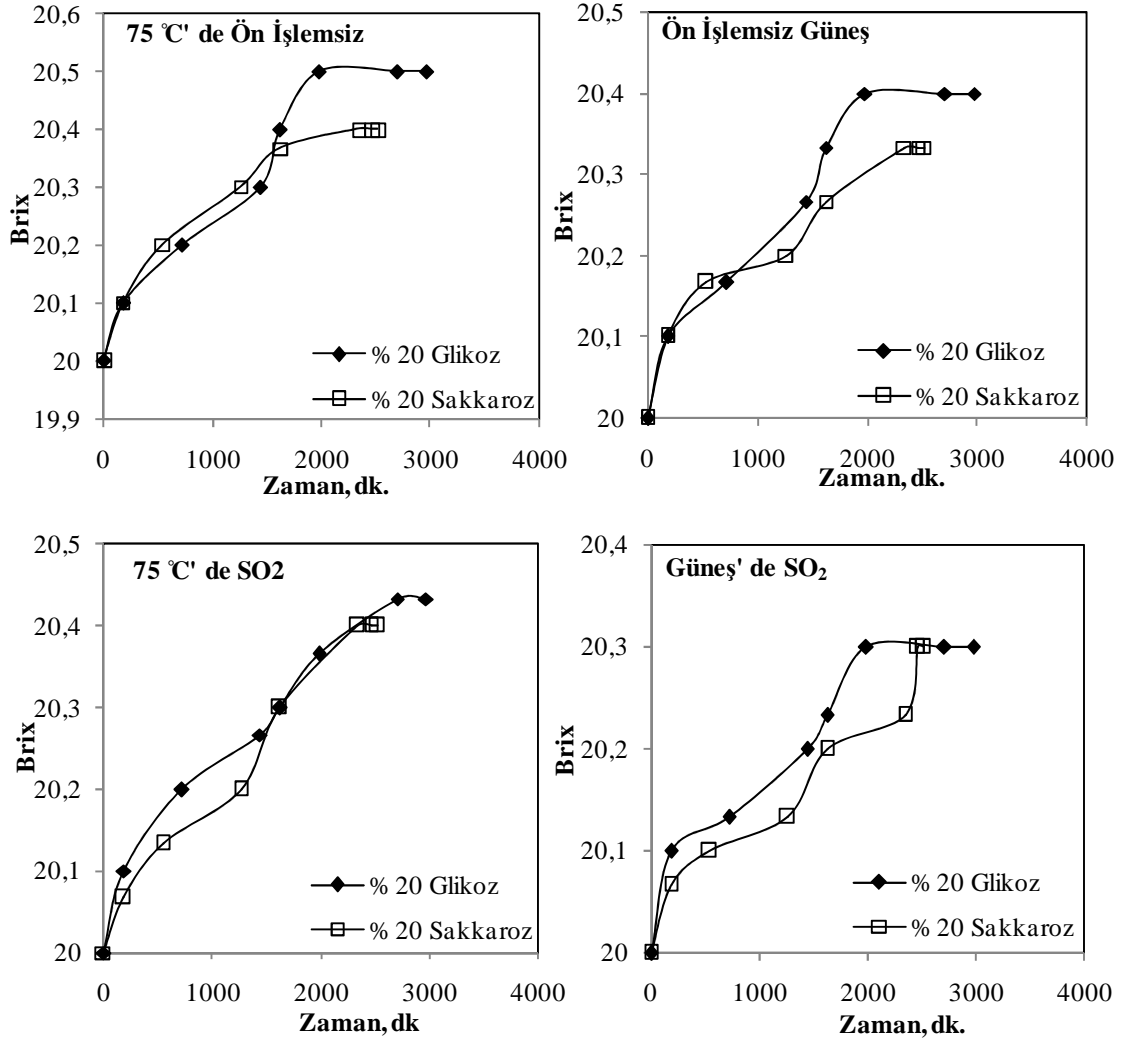
Şekil 4.11' den görüldüğü üzere yüksek sıcaklıklarda dahi kayısıdan rehidrasyon sıvısına geçen katı miktarı önemsiz düzeyde kalmıştır. Rehidrasyon sıvısı güneşte kurutulan kayısılarda en fazla 0,5 Brix' e ulaşılırken 75 °C' de kurutulan kayısılarda en çok 0,6 brix' e ulaşmıştır.

%10 ve % 20'lik şeker çözeltilerinde rehidrasyon sırasında çözeltilerin briks değerlerinin zamanla değişimleri %10' luk çözeltiler için Şekli 4.12' de %20' lik çözeltiler için ise Şekil 4.13' de verilmiştir.



Şekil. 4.12 Ön işlemsiz ve SO₂ ile muamele edildikten sonra güneşte ve 75 °C' de kurutulan kayısının %10 glikoz ve %10 sakkaroz çözeltilerin' de rehidrasyonu sırasında rehidrasyon sıvısının brix' i

Şekil 4.12' den görüldüğü üzere kayısının şeker çözeltilerinde rehidrasyonu sırasında ise %10' luk çözeltilerde rehidrasyon sıvısı en fazla 10,5 brix değerine ulaşmıştır.



Şekil. 4.13 Ön işlemsiz ve SO₂ ile muamele edildikten sonra güneşte ve 75 °C' de kurutulan kayısının %20 glikoz ve %20 sakkaroz çözeltilerin' de rehidasyonu sırasında rehidasyon sıvısının brix' i

Şekil 4.13' den görüldüğü üzere kayısının şeker çözeltilerinde rehidasyonu sırasında ise %20 'lik çözeltilerde rehidasyon sıvısı en fazla 20.5 brix değerine ulaşmıştır. Ayrıca her iki şekilden de görüldüğü üzere glikoz çözeltilerinde brix artışı sakkaroz çözeltilerinden daha fazla gerçekleşmiştir.

Rehidasyon sıvısının briksin' de ki bu önemsiz değişimler bize kayısının rehidasyonu sırasında sadece rehidasyon sıvısından kayısıya olan su geçişinin önemli olduğunu, meyveden suya katı geçişinin ise dikkate alınmayacak kadar düşük olduğunu göstermektedir.

Rehidrasyon hızı grafiklerinde gözlenen azalan trend kayısı içine nemin katı içi difüzyon kontrolünde geçtiğini göstermekte idi. Brix grafiklerinde katı geçişinin de önemsiz olduğunun görülmesiyle kayısı için sadece nem difüzyon katsayısının hesaplanmasının uygun olduğu görülmüştür.

4.3. Rehidrasyon Sırasında Difüzyon Katsayısı

Denklem 2.2' nin tek bir teriminin alınmasıyla basitleştirilmesi ve lineerleştirilmesi sonucunda difüzyon katsayısı aşağıdaki eşitlikten hesaplanabilir. Zamana karşı boyutsuz nem' in ln' i grafiğe geçirildiğinde elde edilen doğrunun eğimi difüzyon katsayısını verir.

$$\ln(MR) = \ln(8 / \pi^2) - D_{eff} (\pi^2 / 4L^2) t \quad (2.11)$$

Ön işlemler ve ön işlemiz olarak farklı sıcaklıklarda kurutulan kayısının farklı sıcaklıklarda ve farklı ortamlarda rehidrasyonu sırasında nem difüzyon katsayısını hesaplamak amacıyla t-lnMR grafikleri çizildi. Elde edilen doğru denklemlerinin eğimlerinden kalınlıktaki değişim ihmal edilerek difüzyon katsayıları hesaplandı. Sonuçlar Çizelge 4.3' de verildi.

Çizelge 4.3' den görüldüğü gibi yüksek sıcaklıklarda kurutulan meyveler daha hızlı nem aldıklarından suyun difüzyon katsayısı daha yüksek çıkmıştır. Kurutma sıcaklığındaki düşüşle bağlantılı olarak nem alışı hızı azaldığından difüzyon katsayıları da azalmaktadır. Şeker çözeltileri ile yapılan rehidrasyonda kayısı daha az nem aldığından difüzyon katsayıları daha düşük çıkmıştır. Şeker konsantrasyonu arttıkça meyve ile ortam arasındaki nem konsantrasyonu farkı azaldığından kütle transferinde yürütücü kuvvet azaldığından suyun difüzyon katsayısı da buna paralel olarak azalmıştır.

Ön işlem uygulama mukayese edildiğinde, ön işlemsiz kurutulan kayısılar diğer ön işlemlere göre daha fazla su alarak eski hallerine daha iyi dönebilme özelliği

gösterdiklerinden ön işlemsiz kayıslarda suyun difüzyon katsayısı tüm ön işlem uygulamalarına göre daha yüksek bulunmuştur. Ön işlemler kendi aralarında mukayese edildiğinde ise potasyum meta bi sülfitin sodyum meta bi sülfite göre daha iyi olduğu, potasyum meta bisülfit ve etil oleat ön işlemi ile SO₂ uygulamanın kayısının nem almasında en iyi sonuçları veren 2 ön işlem olduğu Çizelge 4.3' den görülmektedir.

Çizelge 4.3 Kayısının rehidrasyonu sırasında nem difüzyon katsayıları

	Deff, m ² /s			
	75 °C	65 °C	55°C	Güneş
SO ₂	3,171 x 10 ⁻¹⁰	2,977 x 10 ⁻¹⁰	2,713 x 10 ⁻¹⁰	2,534 x 10 ⁻¹⁰
Ön işlemsiz	3,226 x 10 ⁻¹⁰	3,084 x 10 ⁻¹⁰	2,770 x 10 ⁻¹⁰	2,707 x 10 ⁻¹⁰
% 5 K ₂ S ₂ O ₅	3,146 x 10 ⁻¹⁰			2,379 x 10 ⁻¹⁰
% 5 Na ₂ S ₂ O ₅	2,835 x 10 ⁻¹⁰			2,349 x 10 ⁻¹⁰
% 5 K ₂ S ₂ O ₅ + EO	3,189 x 10 ⁻¹⁰			2,615 x 10 ⁻¹⁰
% 5 Na ₂ S ₂ O ₅ + EO	2,893 x 10 ⁻¹⁰			2,560 x 10 ⁻¹⁰
% 10 Glikoz SO ₂	1,755 x 10 ⁻¹⁰			1,697 x 10 ⁻¹⁰
% 10 Glikoz Ön İşlemsiz	1,848 x 10 ⁻¹⁰			1,705 x 10 ⁻¹⁰
% 20 Glikoz SO ₂	1,273 x 10 ⁻¹⁰			1,164 x 10 ⁻¹⁰
% 20 Glikoz Ön İşlemsiz	1,295 x 10 ⁻¹⁰			1,199 x 10 ⁻¹⁰
% 10 Sakaroz SO ₂	1,713 x 10 ⁻¹⁰			1,686 x 10 ⁻¹⁰
% 10 Sakaroz Ön İşlemsiz	1,733 x 10 ⁻¹⁰			1,691 x 10 ⁻¹⁰
% 20 Sakaroz SO ₂	1,245 x 10 ⁻¹⁰			1,148 x 10 ⁻¹⁰
% 20 Sakaroz Ön İşlemsiz	1,269 x 10 ⁻¹⁰			1,155 x 10 ⁻¹⁰
45 °C' de SO ₂	3,488 x 10 ⁻¹⁰			3,420 x 10 ⁻¹⁰
45 °C' de Ön İşlemsiz	3,537 x 10 ⁻¹⁰			3,466 x 10 ⁻¹⁰
60 °C' de SO ₂	3,833 x 10 ⁻¹⁰			3,607 x 10 ⁻¹⁰
60 °C' de Ön İşlemsiz	3,935 x 10 ⁻¹⁰			3,805 x 10 ⁻¹⁰

4.4. Rehidrasyonun Modellenmesi

Farklı sıcaklıklarda ve farklı ön işlem görerek kurutulan kayısların rehidrasyonları sırasında elde edilen zamanla nem içeriği değerlerinin literatürde yaygın olarak kullanılan Peleg, Weibull ve exponansiyel modellerle ifade edilebilirliği araştırıldı. Statistica for Windows programı ile yapılan model çalışmasından her bir modelin

katsayıları belirlendi. Katsayıların anlamlılığı t-test ile $p < 0.001$ anlam düzeyinde araştırıldı. Modellerden hesaplanan değerlerin deneysel veriyle uygunluğu ise R^2 ile belirlendi. Farklı sıcaklıkta kurutulan kayısılar için sonuçlar Çizelge 4.4' de, farklı ön işlem uygulandıktan sonra kurutulan kayıslara ait sonuçlar Çizelge 4.5' de, şeker çözeltisinde rehidre edilen kayısılar Çizelge 4.6-4.9' da, farklı sıcaklıkta rehidre edilen kayısılar için sonuçlar ise Çizelge 4.10' da verilmiştir.

Çizelge 4.4 Farklı sıcaklıkta kurutulan Kayısının Rehidrasyon için Modelleme sonuçları

	Ön işlemsiz grupların rehidrasyonu				SO ₂ ' li grupların rehidrasyonu			
	75 °C	65 °C	55 °C	Güneş	75 °C	65 °C	55 °C	Güneş
k ₁ (Peleg)	189,66	263,03	254,80	368,59	262,62	329,93	374,59	392,34
k ₂ (Peleg)	0,2641	0,2697	0,3906	0,4719	0,3532	0,3656	0,3917	0,4131
Me (Peleg)	3,0470	2,8065	2,1630	1,7592	2,2595	2,1126	1,9738	1,9048
α-Weilbul	1,3799	1,4852	1,3046	1,4850	1,3840	1,5215	1,6512	1,5951
β-Weilbul	539,04	652,06	517,35	554,65	544,88	607,33	616,10	621,94
Me (Weibull)	2,7557	2,5320	1,9818	1,5902	2,0456	1,8979	1,7574	1,7103
k ₁	0,0018	0,0016	0,0019	0,0018	0,0018	0,0017	0,0016	0,0016
Me (Exponansiyel)	2,7371	2,4971	1,9710	1,5781	2,0304	1,8768	1,7374	1,6906
Me (deneysel)	2,7560	2,5326	1,9821	1,5903	2,0458	1,8980	1,7574	1,7104
R ² -Peleg	0,9674	0,9622	0,9732	0,9607	0,9688	0,9589	0,9494	0,9536
R ² -Weibull	0,9972	0,9984	0,9987	0,9979	0,9990	0,9987	0,9980	0,9982
R ² - exp	0,9776	0,9675	0,9851	0,9703	0,9785	0,9658	0,9544	0,9591

Çizelge 4.5 Ön işlem gören kayısının rehidrasyon için modelleme sonuçları

	%5 K ₂ S ₂ O ₅		%5 Na ₂ S ₂ O ₅		%5 K ₂ S ₂ O ₅ +EO		%5 Na ₂ S ₂ O ₅ + EO	
	75 °C	Güneş	75 °C	Güneş	75 °C	Güneş	75 °C	Güneş
k ₁ (Peleg)	237,47	161,62	146,86	277,65	139,15	343,94	188,00	224,42
k ₂ (Peleg)	0,2865	0,4197	0,3586	0,5997	0,2177	0,3540	0,3416	0,4128
Me (Peleg)	2,7161	2,2233	2,4864	1,5768	3,7630	2,1736	2,4885	2,1115
α -Weilbul	1,7563	0,9876	0,9981	1,1664	1,3857	1,2033	1,1630	1,1152
β -Weilbul	528,54	407,70	427,24	427,17	525,07	705,17	483,55	489,01
Me (Weibull)	2,4067	2,1076	2,3590	1,4801	3,4212	2,0180	2,3010	1,9637
k ₁	0,0018	0,0025	0,0023	0,0023	0,0019	0,0014	0,0020	0,0020
Me (Exponansiyel)	2,3873	2,1081	2,3591	1,4774	3,4036	1,9919	2,2934	1,9583
Me (deneysel)	2,4067	2,1107	2,3632	1,4803	3,4214	2,0306	2,3024	1,9660
R ² -Peleg	0,9468	0,9910	0,9919	0,9827	0,9724	0,9845	0,9824	0,9841
R ² -Weibull	0,9997	0,9982	0,9992	0,9989	0,9985	0,9963	0,9982	0,9965
R ² - exp	0,9555	0,9981	0,9992	0,9952	0,9838	0,9878	0,9935	0,9939

Çizelge 4.6 %10 glikoz çözeltisinde rehidre edilen kayıslar için modelleme sonuçları

%10 GLİKOZ ÇÖZELTİSİNDE REHİDRASYON												
	Ön işlemsiz		SO ₂		%5 K ₂ S ₂ O ₅		%2EO + %5K ₂ S ₂ O ₅		%5 Na ₂ S ₂ O ₅		%2EO + %5Na ₂ S ₂ O ₅	
	75 °C	Güneş	75 °C	Güneş	75 °C	Güneş	75 °C	Güneş	75 °C	Güneş	75 °C	Güneş
k ₁ (Peleg)	271,18	467,83	306,40	596,35	219,82	270,30	279,61	277,20	294,90	361,29	277,79	324,96
k ₂ (Peleg)	0,3864	0,5260	0,4035	0,4626	0,4478	0,5327	0,4713	0,5421	0,5477	0,6558	0,4392	0,5953
Me (Peleg)	2,1494	1,5784	2,0135	1,6237	1,9618	1,7417	1,8180	1,6699	1,6106	1,4395	1,9336	1,5138
α -Weilbul	1,1364	1,3322	1,1935	1,1228	1,0139	0,9863	1,0891	0,9622	1,0268	0,9801	1,0442	1,0255
β -Weilbul	597,56	650,73	610,58	870,74	485,69	503,60	539,50	516,45	521,69	536,40	574,19	521,14
Me (Weibull)	2,0098	1,4447	1,8553	1,5149	1,8406	1,6413	1,6992	1,5811	1,5222	1,3602	1,8099	1,4212
k ₁	0,0017	0,0016	0,0016	0,0012	0,0021	0,0020	1,6950	0,0019	0,0019	0,0019	0,0017	0,0019
Me (Exponansiyel)	1,9999	1,4322	1,8439	1,4982	1,8400	1,6419	0,0018	1,5833	1,5209	1,3612	1,8067	1,4202
Me (deneysel)	2,0139	1,4454	1,8577	1,5420	1,8440	1,6460	1,7019	1,5880	1,5259	1,3660	1,8167	1,4247
R ² -Peleg	0,9888	0,9748	0,9826	0,9926	0,9851	0,9821	0,9885	0,9907	0,9897	0,9834	0,9885	0,9863
R ² -Weibull	0,9994	0,9949	0,9950	0,9923	0,9902	0,9856	0,9972	0,9933	0,9948	0,9860	0,9934	0,9916
R ² - exp	0,9961	0,9799	0,9887	0,9891	0,9902	0,9856	0,9958	0,9929	0,9947	0,9859	0,9930	0,9914

Çizelge 4.7 %20 glikoz çözeltisinde rehidre edilen kayıslar için modelleme sonuçları

%20 GLİKOZ ÇÖZELTİSİNDE REHİDRASYON												
	Ön işlemsiz		SO ₂		%5 K ₂ S ₂ O ₅		%2EO +%5 K ₂ S ₂ O ₅		%5 Na ₂ S ₂ O ₅		%2EO +%5 Na ₂ S ₂ O ₅	
	75 °C	Güneş	75 °C	Güneş	75 °C	Güneş	75 °C	Güneş	75 °C	Güneş	75 °C	Güneş
k ₁ (Peleg)	359,80	657,04	329,05	504,80	362,11	487,05	434,35	562,02	428,20	511,28	369,85	427,72
k ₂ (Peleg)	0,4346	0,5070	0,4648	0,5031	0,4932	0,5527	0,5540	0,6647	0,5585	0,7773	0,6127	0,6436
Me (Peleg)	1,8554	1,4887	1,7769	1,6019	1,6712	1,5337	1,4775	1,2672	1,4882	1,2065	1,4130	1,3645
α -Weilbul	1,1118	1,2654	1,0877	1,1720	1,2048	1,1386	1,2371	1,0341	1,1944	1,0132	1,0884	1,0648
β -Weilbul	672,34	837,59	606,48	741,65	596,02	688,52	614,19	692,02	614,69	596,20	541,04	585,44
Me (Weibull)	1,7319	1,3744	1,6521	1,4904	1,5414	1,4297	1,3523	1,1846	1,3719	1,1372	1,3104	1,2735
k ₁	0,0015	0,0012	0,0017	0,0014	0,0017	0,0015	0,0016	0,0015	0,0016	0,0017	0,0018	0,0017
Me (Exponansiyel)	1,7213	1,3515	1,6461	1,4756	1,5326	1,4199	1,3435	1,1822	1,3636	1,1365	1,3073	1,2704
Me (deneysel)	1,7410	1,3832	1,6580	1,4989	1,5429	1,4363	1,3534	1,1967	1,3737	1,1433	1,3125	1,2777
R ² -Peleg	0,9905	0,9822	0,9863	0,9875	0,9814	0,9845	0,9728	0,9768	0,9803	0,9817	0,9784	0,9814
R ² -Weibull	0,9967	0,9908	0,9922	0,9947	0,9952	0,9909	0,9872	0,9763	0,9924	0,9840	0,9858	0,9864
R ² - exp	0,9941	0,9796	0,9906	0,9891	0,9885	0,9870	0,9783	0,9760	0,9860	0,9839	0,9843	0,9855

Çizelge 4.8 % 10 sakaroz çözeltilisinde rehidre edilen kayıslar için modelleme sonuçları

% 10 SAKKAROZ ÇÖZELTİSİNDE REHİDRASYON												
	Ön işlemsiz		SO ₂		%5 K ₂ S ₂ O ₅		%2EO + %5 K ₂ S ₂ O ₅		%5 Na ₂ S ₂ O ₅		%2EO + %5 Na ₂ S ₂ O ₅	
	75 °C	Güneş	75 °C	Güneş	75 °C	Güneş	75 °C	Güneş	75 °C	Güneş	75 °C	Güneş
k ₁ (Peleg)	184,57	181,47	216,34	254,08	222,89	228,70	188,18	224,36	242,34	305,68	221,28	343,95
k ₂ (Peleg)	0,4339	0,6021	0,4736	0,6065	0,5454	0,6551	0,5965	0,6758	0,6100	0,8146	0,6133	0,6886
Me (Peleg)	2,0279	1,5395	1,8271	1,5300	1,6233	1,4790	1,5394	1,4036	1,4813	1,2218	1,4828	1,3069
α -Weilbul	1,3753	1,0076	1,1992	1,1101	1,1300	1,0867	1,1061	1,0720	1,2312	1,1768	1,0980	1,7242
β -Weilbul	414,52	382,13	467,49	443,32	429,53	379,88	341,53	365,62	403,44	394,64	389,29	449,09
Me (Weibull)	1,9035	1,4798	1,7355	1,4624	1,5460	1,4157	1,4673	1,3427	1,4041	1,1681	1,4161	1,2165
k ₁	0,0024	0,0026	0,0022	0,0023	0,0024	0,0026	0,0029	0,0027	0,0025	0,0025	0,0026	0,0023
Me (Exponansiyel)	1,8994	1,4797	1,7299	1,4596	1,5430	1,4144	1,4664	1,3418	1,4015	1,1665	1,4145	1,2129
Me (deneysel)	1,9035	1,4815	1,7364	1,4638	1,5469	1,4162	1,4675	1,3431	1,4042	1,1682	1,4167	1,2165
R ² -Peleg	0,9640	0,9880	0,9780	0,9841	0,9832	0,9840	0,9828	0,9845	0,9749	0,9768	0,9841	0,9438
R ² -Weibull	0,9988	0,9974	0,9985	0,9989	0,9997	0,9991	0,9995	0,9991	0,9998	0,9988	0,9996	0,9989
R ² - exp	0,9850	0,9974	0,9931	0,9969	0,9970	0,9979	0,9980	0,9983	0,9932	0,9947	0,9981	0,9661

Çizelge 4.9 %20 sakaroz çözeltisinde rehidre edilen kayısılar için modelleme sonuçları

%20 SAKKAROZ ÇÖZELTİSİNDE REHİDRASYON												
	Ön işlemsiz		SO ₂		%5 K ₂ S ₂ O ₅		%2EO + %5 K ₂ S ₂ O ₅		%5 Na ₂ S ₂ O ₅		%2EO + %5Na ₂ S ₂ O ₅	
	75 °C	Güneş	75 °C	Güneş	75 °C	Güneş	75 °C	Güneş	75 °C	Güneş	75 °C	Güneş
k ₁ (Peleg)	289,92	341,01	302,96	299,36	159,05	337,50	261,13	312,86	300,69	297,56	272,56	375,46
k ₂ (Peleg)	0,5415	0,6875	0,5697	0,7475	0,6525	0,8873	0,6931	1,0011	0,6064	1,0142	0,7208	0,8770
Me (Peleg)	1,5790	1,2713	1,4890	1,2707	1,4429	1,1175	1,3047	0,9848	1,4430	1,0365	1,2628	1,0695
α -Weilbul	1,3168	1,2962	1,1793	1,0359	0,9246	1,0296	0,8691	0,8714	1,3556	1,0983	1,1708	1,1020
β -Weilbul	523,72	556,11	532,66	442,29	302,10	421,15	457,17	389,78	484,32	319,18	392,11	455,42
Me (Weibull)	1,4941	1,2177	1,4214	1,2251	1,3945	1,0770	1,2720	0,9593	1,3601	0,9946	1,1975	1,0273
k ₁	0,0020	0,0019	0,0020	0,0023	0,0034	0,0024	0,0021	0,0025	0,0022	0,0030	0,0025	0,0022
Me (Exponansiyel)	1,4861	1,2099	1,4141	1,2241	1,3954	1,0764	1,2810	0,9632	1,3548	0,9942	1,1958	1,0252
Me (deneysel)	1,4946	1,2186	1,4240	1,2277	1,3956	1,0788	1,2871	0,9646	1,3602	0,9946	1,1977	1,0286
R ² -Peleg	0,9731	0,9811	0,9833	0,9882	0,9917	0,9893	0,9978	0,9946	0,9683	0,9797	0,9787	0,9851
R ² -Weibull	0,9991	0,9994	0,9989	0,9985	0,9975	0,9990	0,9972	0,9959	0,9997	0,9951	0,9993	0,9991
R ² - exp	0,9879	0,9895	0,9944	0,9983	0,9967	0,9988	0,9925	0,9916	0,9859	0,9940	0,9952	0,9974

Çizelge 4.10. Farklı sıcaklıkta rehidre edilen kayısılar için modelleme sonuçları

	45 °C				60 °C			
	Ön işlemsiz		SO ₂ li kaysılar		Ön işlemsiz		SO ₂ 'li kaysılar	
	75 °C	Güneş	75 °C	Güneş	75°C	Güneş	75 °C	Güneş
k ₁ (Peleg)	287,71	315,73	279,14	333,77	262,37	275,32	222,24	274,52
k ₂ (Peleg)	0,0853	0,0970	0,1013	0,1031	0,0629	0,0837	0,0785	0,0977
Me (Peleg)	3,3453	3,0692	3,1410	2,9031	3,9752	3,5175	3,9858	3,2985
α -Weilbul	1,7426	1,7231	1,5574	1,6012	1,8901	1,7148	1,5304	1,6407
β -Weilbul	556,67	550,51	538,75	562,98	598,53	561,29	549,61	531,03
Me (Weibull)	3,1415	2,8923	2,9871	2,7521	3,6849	3,3076	3,7861	3,1299
k ₁	0,0016	0,0017	0,0017	0,0016	0,0016	0,0017	0,0017	0,0017
Me (Exponansiyel)	3,0814	2,8398	2,9415	2,7019	3,5974	3,2469	3,7264	3,0823
Me (deneysel)	3,1415	2,8923	2,9872	2,7522	3,6849	3,3076	3,7864	3,1299
R ² -Peleg	0,9910	0,9921	0,9944	0,9939	0,9852	0,9912	0,9932	0,9933
R ² -Weibull	0,9983	0,9988	0,9951	0,9982	0,9959	0,9954	0,9922	0,9969
R ² - exp	0,9534	0,9559	0,9643	0,9630	0,9387	0,9525	0,9628	0,9606

Çizelge 4.4-4.10' dan görüldüğü üzere tüm modeller %90 'ın üstünde uyumlu olmasına rağmen tüm deneysel şartlar için Weibull modelinin diğer modellerden daha yüksek R² göstererek kayısının rehidrasyon davranışını açıklamada yüksek güvenirlikle kullanılabilirliği görüldü. Ayrıca Weibull modeli ile elde edilen denge nem içeriği değerlerinin deneysel elde edilen değerlere çok yakın olduğu da çizelgelerden görülen bir diğer sonuçtur.

5. SONUÇLAR

Kayısuların rehidrasyon yetenekleri üzerine, farklı kurutma sıcaklığı, farklı ön işlem uygulama, farklı sıcaklıkta rehidrasyon ve farklı rehidrasyon ortamı kullanımının etkisi incelendiği çalışmada aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

- ▶ Yüksek sıcaklıkta kurutulan kayısuların daha hızlı ve daha fazla nem aldığı görülmektedir. Ancak farklı sıcaklıkta kurutmanın dengeye ulaşma süresi üzerine bir etkisi olmadığı görülmüştür.
- ▶ Ön işlemsiz kurutulan kayısuların çok daha iyi rehidrasyon yeteneğine sahip olduğu görülmüş ve ön işlemlilere göre daha fazla nem alarak eski haline daha fazla dönebilme yeteneği göstermiştir. Ayrıca aynı sıcaklıkta kurutulan ön işlemsiz kayısuların, SO₂' li kayıslara göre daha fazla nem kazandığı görülmüştür
- ▶ Farklı ön işlemler birbiriyle mukayese edildiğinde genel olarak potasyum meta bisülfid'in hem SO₂ hem de sodyum meta bi sülfid ön işlemine göre daha iyi rehidrasyon yeteneği gösterdiği, etil oleat ile birlikte meta bi sülfid uygulamanın sadece meta bi sülfite göre daha iyi sonuç gösterdiği görülmektedir. Farklı ön işlem gören kurutulan kayıslar rehidrasyon yeteneklerine göre sıralandığında; K₂S₂O₅+EO > K₂S₂O₅ > SO₂> Na₂S₂O₅ +EO> Na₂S₂O₅ şeklinde bir sonuç elde edilmektedir.
- ▶ Rehidrasyon ortamının sıcaklığının artmasıyla kayıslar daha fazla nem kazanmışlardır. Suyun sıcaklığının artmasıyla su moleküllerinin kinetik enerjisinin arttığından kayısı içine difüzyon hızlanmakta ve kayıslar yüksek sıcaklıkta daha fazla nem almaktadırlar. Ortam sıcaklığının artması nem kazanma düzeyini etkilese de dengeye ulaşma süresini etkilememiştir. Yüksek sıcaklıkta kuruyan ve ön işlem görmeden kuruyan kayıslar daha fazla nem kazanarak eski hallerine daha fazla dönebilme yeteneği göstermiştir.

► Rehidrasyon ortamı olarak şeker çözeltileri kullanılarak rehidrasyon yapıldığında kayısı saf suya kıyasla daha az nem almaktadır. Ayrıca çözeltideki şeker konsantrasyonu arttıkça rehidrasyon kabiliyeti azalmaktadır. Şeker çözeltileri birbiri ile mukayese edildiğinde glikoz çözeltilerinin, sakaroz çözeltilerine göre daha iyi sonuç verdiği gözlenmiştir.

► Rehidrasyon hızı grafiklerinde, kayısının nem içeriği arttıkça rehidrasyon hızı azalmaktadır. Kayısının nem içeriğindeki artış rehidrasyon süresinin artışı ile paralel gelişen bir olgudur. Meyvenin nem içeriğinin artması ile (artan rehidrasyon süresi ile) çevre ile arasındaki nem konsantrasyonu farkı azalmaktadır. Nem transferinde yürütücü kuvvet olan su konsantrasyonu farkının azalması meyveye geçen su miktarını da azaltmaktadır. Meyvenin nem içeriğindeki artışa paralel olarak rehidrasyon hızının sürekli azalma eğiliminde olması rehidrasyon prosesinin azalan rehidrasyon döneminde ve katı içi difüzyon mekanizması kontrolünde gerçekleştiğinin göstergesidir.

► Rehidrasyon deneyleri boyunca ölçülen brix değerleri yorumlandığında; kayısıların rehidrasyonu sırasında brix rehidrasyonun ilk günü önemsiz düzeyde 2. günden itibaren ise meyveden suya az miktarda katı geçişi başlamıştır. Ancak brix değerleri oldukça düşük kaldığından bu geçiş önemsizdir. Yüksek sıcaklıklarda dahi kayısıdan rehidrasyon sıvısına geçen katı miktarı önemsiz düzeyde kalmıştır. Rehidrasyon sıvısı güneşte kurutulan kayısılarda en fazla 0,5 Brix' e ulaşılırken 75 °C' de kurutulan kayısılarda en çok 0,6 brix' e ulaşmıştır. %10' luk çözeltilerde rehidrasyon sıvısı en fazla 10,5 brix değerine, %20 'lik çözeltilerde rehidrasyon sıvısı en fazla 20.5 brix değerine ulaşmıştır. Ayrıca glikoz çözeltilerinde brix artışı sakaroz çözeltilerinden daha fazla gerçekleşmiştir. Rehidrasyon sıvısının briksin'de ki bu önemsiz değişimler bize kayısının rehidrasyonu sırasında sadece rehidrasyon sıvısından kayısıya olan su geçişinin önemli olduğunu, meyveden suya katı geçişinin ise dikkate alınmayacak kadar düşük olduğunu göstermektedir.

► Yüksek sıcaklıklarda kurutulan meyveler daha hızlı nem aldıklarından suyun difüzyon katsayısı daha yüksek çıkmıştır. Kurutma sıcaklığındaki düşüşle bağlantılı olarak nem alışı hızı azaldığından difüzyon katsayıları da azalmaktadır. Şeker çözeltileri

ile yapılan rehidrasyonda kayısı daha az nem aldığından difüzyon katsayıları daha düşük çıkmıştır. Şeker konsantrasyonu arttıkça meyve ile ortam arasındaki nem konsantrasyonu farkı azaldığından kütle transferinde yürütücü kuvvet azaldığından suyun difüzyon katsayısı da buna paralel olarak azalmıştır. Ön işlem uygulama mukayese edildiğinde, ön işlemsiz kurutulan kayısılar diğer ön işlemlere göre daha fazla su alarak eski hallerine daha iyi dönebilme özelliği gösterdiklerinden ön işlemsiz kayısılarda suyun difüzyon katsayısı tüm ön işlem uygulamalarına göre daha yüksek bulunmuştur. Ön işlemler kendi aralarında mukayese edildiğinde ise potasyum meta bisülfitin sodyum meta bisülfite göre daha iyi olduğu, potasyum meta bisülfit ve etil oleat ön işlemi ile SO₂ uygulamanın kayısının nem almasında en iyi sonuçları veren 2 ön işlem olduğu görülmektedir.

► Rehidrasyon verisinin literatürdeki modellere uygunluğu incelendiğinde, tüm deneysel şartlar için Weibull modelinin diğer modellerden daha yüksek R² göstererek kayısının rehidrasyon davranışını açıklamada yüksek güvenilirlikle kullanılabileceği görüldü. Ayrıca Weibull modeli ile elde edilen denge nem içeriği değerlerinin deneysel elde edilen değerlere çok yakın olduğu da görülen bir diğer sonuçtur.

6. KAYNAKLAR

- Açkurt, F., 1998, Sağlıklı Beslenmede Kayısının Önemi ve Yeni Kayısı Ürünleri. 1. Kayısı Şurası Sonuç Raporu, Malatya, İnönü Üniversitesi Basımevi S:21-29
- Akça, Y. ve Asma., 1997, B.M., A study on determination of yield and fruit characteristics of certain Turkish dried apricot cultivars and types. XI international symposium on apricot cultivar, Veria Greece, 25-30 Mayıs, pp. 53-54
- Aksay, S., 1996, Kuru kayısı ve İncirden Rehidrasyon Yöntemiyle Orta Nemli Meyve Üretimi, Yüksek lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Anonymous, 2005, Statistical Databases, FAOSTAT-Agriculture, <http://www.fao.org>
- Anonymous, 2003, Kayısı ihtisas borsasının kurulması ve Malatya'nın vadeli işlemlere geçebilmede ekonomik yeterliliği, Malatya Kayısı Araştırma Geliştirme ve Tanıtma Vakfı, Yayın no:4, 138s., Malatya.
- Anonymous, 2002, Tarım İstatistikleri Özeti, Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 1983, Gıda Maddeleri Muayene ve Analiz Yöntemleri. T.C. Tarım Orman ve Köy İsleri Bakanlığı Gıda İsleri Genel Müdürlüğü. Genel Yay Ankara. Haziran No: 62-105
- Asma, B.M., Gültek, A., Kan, T. ve Birhanlı, O., 2005, Kayısıda Kükürt Sorunu. Öz Gayret Ofset. 108 s., Malatya.
- Asma B., 2000, "Kayısı Yetiştiriciliği", İnönü Üniversitesi Yayınları, Malatya. (www.malatya.sitemynet.com).

- Cemeroğlu, B. ve zkan, M., 2004. Kurutma teknolojisi, Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, B. Cemeroğlu (ed), Başkent Klişe Matbaacılık, s. 479-618, Ankara.
- Cemeroğlu, B., ACAR, J., 1986, Meyve Ve Sebze İşleme Teknolojisi Blm.9.Gıda Teknolojisi Derneği, Yayın No:6, Ankara
- Cemeroğlu, G. ve Acar, J., 1980, Fruit and Vegatable Proceeding Technology, Food Tecnology Society, Publish Number:6. Ankara
- Dadali, G., Demirhan, E. , zbek, B., 2008, ‘Effect of drying conditions on rehydration kinetics of microwave dried spinach’. Food and Bioproducts Processing, 86, 235-241,
- Davis, E.G., McBean, D.McG., Rooney, M.L. and Gipps, P.G., 1973, Mechanisms of sulphur dioxide loss from dried fruits in flexible films. Journal of Food Technology, 8, 391-405.
- DİE. 2003, Tarımsal Yapı. Devlet İstatistik Enstitüsü Matbaası. Ankara.
- Diraman, H., Gündüz, H., 1996, Üretim ve Depolama Aşamalarında Kurutulmuş Meyvelerde Görölen Problemler. Standart Dergisi, 418, 106-110.
- Doymaz, İ., 2004, Effect of Pre-treatments using Potassium metabisulphide and alkaline ethhyl oleate on the drying kinetics of apricots, Biosystems Engineering, 89 (3), 281-287.
- Erdoğan, D., Güner, M., Dursun, E., Gezer, İ., 2003, Mechanical harvesting of apricots, Biosystems Engineering, 85 (1), 19-28.
- Falade, K.O., Abbo, E.S. 2007, Air-drying and rehydration characteristics of date palm (Phoenix dactylifera L.) fruits. Journal Food Engineering, 79, 724-730

- Geankoplis, C.J., 1993, Transport Processes and Unit Operations. 3rd Edition, Prentice Hall Inc.
- Gezer, İ., Haciseferoğulları, H., Demir, F., 2002, Some physical properties of Hacıhaliloğlu apricot pit and its kernel, Journal of Food Engineering, 56, 49-57.
- Giri, S.K., Prasad, S., 2007, 'Drying kinetics and rehydration characteristics of microwave-vacuum and convective hot-air dried mushrooms'. Journal of Food Engineering, 78, 512-521,
- Gökçe, K., 1966, Malatya Kayısılarının Kükürtlenmeleri Üzerine Teknik araştırmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 261 Ankara.
- Gülcan, R., Misirli, A., Eryüce, N., Demir, T. ve Sağlam, H., 2001, Kayısı Yetiştiriciliği, 2-12 İzmir.
- Gültek, A., 1993, Kayısının Kükürtlenmesinde Bazı Parametrelerin İncelenmesi ve Kayısıda Aşırı Kükürdün H₂O₂ yöntemi ile giderilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Gün, H., 1998, Sağlıklı Beslenmede Kayısının Önemi ve Yeni Kayısı Ürünleri. 1. Kayısı Şurası Sonuç Raporu, İnönü Üniversitesi Basımevi Malatya.
- Haisman, D.R., 1974, The effect of sulphur dioxide on oxidizing enzyme systems in plant tissues. J. Sci. 37; 389-393.
- Joslyn, M.A. and Breverman, J.B.S., 1954, The chemistry and technology of the pretreatment and preservation of fruit and vegetable products with sulphur dioxide and sulfites. Adv. Food Res. 5; 97-160.
- Kan, T., 2005, Yöresel Olarak Yetiştirilen Kayısı Çeşitlerine Ait Meyvelerdeki Yapısal Değişmelerin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.

- Kaptso, K.G., Njintang, Y.N., Komnek, A.E., Hounhouigan, J., Scher, J., Mbofung, C.M.F., 2008, 'Physical properties and rehydration kinetics of two varieties of cowpea (*Vigna unguiculata*) and bambara groundnuts (*Voandzeia subterranea*) seeds', *Journal of Food Engineering* 86, 91–99.
- Karabulut, I., Topcu, A., Duran, A., Turan, S., Ozturk, B., 2007, 'Effect of hot air drying and sun drying on color values and B-carotene content of apricot (*Prunus armenice* L.). *LWT-Food Science and Technology*, 40 (5), 753-758.
- Karel, M., 1975, Water activity and Food Preservation. In *Principles of Food Science Part II: Physical Principles of Food Preservation*. O.R. Fennema (ed), Marcel Deckker Inc., 237-263, New York.
- Kaska, N., Polat, A. ve Paydas, S., 1989, Akdeniz Bölgesi Kıyı Kesiminde Sofralık Kayısı Yetiştiriciliği Sorunları ve Çözüm yolları. Kayısı Araştırma Geliştirme ve Tanıtma Vakfı Malatya Ticaret Borsası 1. Kayısı sempozyumu Paneli, 8-9 Aralık, Malatya.
- Kaska, N., Onur, C., Onur, S. ve Demirören, S., 1982. Akdeniz Bölgesinde Şeftali, Kayısı ve Erik Yetiştiriciliğinde Sorunlar, Çözüm Yolları ve Yapılması Gereken Araştırmalar Sempozyumu, 9-13 Nisan 1979, Alanya, 469-496.
- Kaşka, N., 1994, Türkiye'de sofralık kayısı yetiştiriciliği, *Standart, Kayısı Özel Sayısı*, Mayıs, 54-60.
- Kılıç, M., Muthukumarappan, K. and Gunasekaran, S., 1997, Kinetics of nonenzymatic browning in cheddar cheese powder during storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 21, 379-393.
- Krokida, M.K. and Marinou-Kauris, D., 2001, Rehydration kinetics of dehydrated products. *Journal of Food Engineering*, 57(1): 1-7.

- Lee, K.T., Farid, M., Nguang, S.K., 2006, 'The mathematical modelling of the rehydration characteristics of fruits'. *Journal of Food Engineering*, 72, 16-23
- Lee, C.M., Lee, T. and Chichester, C.O., 1979, Kinetics of the production of biologically active maillard browned products in apricot and glucose –L-Tryptophan, *Journal of Food Science*, 27(3), 478-482.
- Machado, M. F., Oliveira, F. A. R., Gekas, V. & Singh, P., 1998, Kinetics of moisture uptake and soluble-solids loss by puffed breakfast cereals immersed in water. *International Journal of Food Science and Technology*, 33, 225–237.
- Malatya Valiliği, 1998, Kayısı Araştırma ve Değerlendirme Rapor özeti mart
- Maldonado, S., Arnau, E., Bertuzzi, M.A., 2010, Effect of temperature and pretreatment on water diffusion during rehydration of dehydrated mangoes. *Journal of Food Engineering*, 96(3), 333-341
- McCabe, W.L., Smith, J.C., 1976, *Unit Operations of Chemical Engineering*, 3rd ed.; McGraw- Hill: New York,
- Mujumdar, A.S., 2000, *Drying Technology in Agriculture and Food Sciences*. Science Publishers, Inc.
- Mujumdar, A. S., 1995, *Handbook of Industrial Drying*, Marcel Dekker Inc, 1., New York.
- Nielsen, S.S., Marcy, J.E. and Sadler, G.D., 1993, Chemistry of aseptically processed foods, In *Principles of Aseptic Processing and Packaging*, J.V. Chambers and P.E. Nelson (Eds.), 2nd ed., Food Processors Institute, 257 p., Washington, DC.

- Olgun A. ve Adanacıoğlu, H., 2001, Kayısının yurtiçi tüketimini artırma imkanları, Kayısı Sempozyumu, Nisan 2001, Malatya, Türkiye, s. 97-105.
- Özay, G., 1998, Hasattan- Ambalaja Kayısı İşleme Teknolojilerinin İyileştirilmesi. I. Kayısı Şurası Sonuç Raporu, Malatya İnönü Üniversitesi Basımevi P 12-20
- Özkan, M., 2001, Kuru kayıslardan kükürt dioksitin uzaklaştırılma yöntemleri üzerinde araştırma. Doktora tezi (basılmamış). Ankara Üniversitesi, 113 s., Ankara.
- Özkan, R., Öztürk, K., Kiliñç, A., 2000, İncir ve Kayısların Güneş kolektörlü sistemle Kurutulmaları ve Depolama Teknikleri Üzerine Araştırmalar. Tagem/Gy/97/01/003
- Özkan, M., 1996, Gıdalarda sülfıt uygulamaları. Seminer. Ankara Üniversitesi, 20 s., Ankara.
- Pala., M., Açkurt, F., Löker, M., Saygı, Y.B., 1994, Değişik kayısı çeşitlerinin bileşimi, Standart, Kayısı Özel Sayısı, Mayıs, 64-66.
- Pascual, P. G., Sanjua'n, N., Melis, R., Mulet, A., 2006, 'Morchella esculenta (morel) rehydration process modelling', Journal of Food Engineering 72, 346–353.
- Peleg, M., 1988, An empirical model for the description of moisture sorption curves. Journal of Food Science, 53(4), 1216–1219.
- Rastogi N.K., Nayak, C.A., and Raghavarao K.S.M.S., 2004, Influence of osmotic pre-treatments on rehydration characteristics of carrots. Journal of Food Engineering, 65(2):287-292
- Roberts, A.C., and Mc Weeny, D.C., 1972, The uses of sulphur dioxide in the food industry. J. food Technol. 7; 221-238.

- Sanjua'n, N., Ca'rcel, J. A., Clemente, G., & Mulet, A., 2001, Modelling of the rehydration process of brocolli florets. *European Food Research Technology*, 212, 449–453.
- Singh, R.K., Lund, D.B. and Buelow, F.H., 1983, Storage stability of intermediate moisture apples: Kinetics of quality change. *Journal of Food Science*, 48, 939-944.
- Stadtman, E.R., Barker, H.A., Haas, V. and Mrak, E.M., 1946, Storage of dried fruit: Influence of temperature on deterioration of apricots. *Industrial & Engineering Chemistry Research*. 38, 541-543.
- Strumillo, C., Kudra ,T., 1986, *Drying : principles, Applications and Desing* Gordon and Breach Science Pub. corp.
- Taoukis, P.S., Breene, W.M. and Labuza, T.P., 2005, Intermediate moisture foods. Minnesota Agricultural Experiment Station. Paper No. 14, 969. Web sitesi:http://www.fsci.umn.edu/Ted_Labuza/papers/IMF.pdf. Erişim Tarihi: 10.01.2005.
- Taylor, S.L., 1993, Why Sulfite Alternatives? *Food Tecnology* 47(10), 14
- Taylor, S.L., Higley, N.A and Bush, R.K., 1986, Sulfites in foods: Uses, Analytical methods, residues, fate, exposure assessment, metabolism, toxicity and hypersensitivity. *Adv. Food Res.* 30; 1-76.
- Toğrul, İ.T. and Pehlivan, D., 2003, Modeling of drying kinetics of single apricot, *Journal of Food Engineering* , 58, 23-32.
- Treybal, R.E., 1981, *Mass Transfer Operations*, 3nd Ed. Mc Graw-Hill Inc. Newyork

Turhan, M., Sayar, S., & Gunasekaran, S., 2002, Application of Peleg model to study water absorption in chickpea during soaking. *Journal of Food Engineering*, 53, 153–159.

Türk Standartları Enstitüsü, 2002, Kuru kayısı, TSE 485.

Üstün, Ş., Tosun, İ., Cemeroğlu, B., 1999, *Gıda*(1999) 24(2): 103-111

Wedzicha, B.L., 1987, Review: Chemistry of sulphur dioxide in vegetable dehydration. *Int. J. Food Sci. Technol.* 22; 433-450

Wedzicha, B.L., Lamikanra, O., Herrera, J.C. and Panahi, S., 1984, Recent developments in the understanding of the chemistry of sulphur(IV) oxospecies in dehydration. *Int.J.Food Chem.* 15; 141-155

Witthuhn, R.C., Engelbrecht, S., Joubert, E. and Britz, T.J., 2005, Microbial content of commercial South Africa high-moisture dried fruits. *Journal of Applied Microbiology*, 98(3), 722-726.

Yıldız, F., 1994, Kayısı İşlemede Yeni Teknolojiler. *Standart Dergisi, Kayısı Özel Sayısı*, 67-69

Yücecian, S., 1994, *Standart dergisi*, 33 61-63. Özbek, S., 1978, *Özel Meyvecilik. Çukurova Üniv. Zir. Fak. Yayınları*, 127-132

7. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Murat İNTEPE

Doğum Yeri : AFYON

Doğum Tarihi : 06/03/1986

Medeni Hali :Bekar

Yabancı Dili :İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Afyon Lisesi (2000-2003)

Lisans : Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü- (2003-2007)

Yüksek Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü (2007-2010)

Çalıştığı Kurum/

Kurumlar ve Yıl : Hazer Şekerleme Gıda San. – (2007-2009)

İkbal şekerleme Gıda San. Tic. A.Ş. - (2009-Halen)