

T.C.

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**FARKLI İŞLEM GÖRMÜŞ KURU MEYVELERDE SU
AKTİVİTESİNİN DEĞİŞİMİ ÜZERİNE
ARAŞTIRMALAR**

Saadet KOÇ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Uygun AKSOY

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Ana Bilim Dalı Kodu: 501.01.01

Sunuş Tarihi: 14.08.2009

Bornova- İZMİR

2009

Saadet KOÇ tarafından Yüksek Lisans tezi olarak sunulan “Farklı İşlem Görmüş Kuru Meyvelerde Su Aktivitesinin Değişimi Üzerine Araştırmalar” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 14/08/2009 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı : Prof.Dr. Uygun AKSOY

Raportör Üye : Yard. Doç. Dr. H. Zafer CAN

Üye : Doç. Dr. Ali İSLAM

ÖZET**FARKLI İŞLEM GÖRMÜŞ KURU MEYVELERDE
SU AKTİVİTESİNİN DEĞİŞİMİ ÜZERİNE
ARAŞTIRMALAR**

KOÇ, Saadet

Yüksek Lisans Tezi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Uygun AKSOY

Ağustos, 2009, 64 sayfa

Kurutulmuş meyve üretimi ve ticareti açısından önemli bir yere sahip olan ülkemiz, özellikle güneşte kurutulmuş incir, kayısı ve üzüm bakımından Dünya’da lider konumdadır. Araştırma, bu ürünlerde kaliteyi özellikle depolama sırasında ortaya çıkabilecek bozulmaları ve mikotoksin oluşumunu etkileyen önemli bir faktör olan su aktivitesinin (a_w), meyvenin su içeriği ve sıcaklıkla olan ilişkilerini incelemekte ve farklı işlem görmüş kuru meyvelerde uygulanan işlemlerin etkilerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Çalışmada her birinden 30 örnek olmak üzere farklı nem düzeyine sahip natürel (işlenmemiş) (%11.959-26.051) ve işlenmiş (%13.931-27.712) incir, kükürtlü (%23.127-32.845) ve natürel (kükürtlenmemiş) (%19.113-25.587) kayısı ve potasyum karbonat (potasa) eriyiğine bandırılarak (%9.389-19.641) ve bandırılmadan kurutulan natürel (bandırılmamış) (%11.743-19.393) çekirdeksiz üzüm örnekleri alınarak 15, 25 ve 35 °C deki su aktivitesi değerleri ve üründeki su miktarı incelenmiştir. Elde edilen nem ve su aktivitesi değerleri incelenen kuru meyveler açısından kuru incirin ve natürel kuru kayısının daha riskli ürünler olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Sözcükler: Kuru incir, kuru kayısı, kuru üzüm, su aktivitesi, sıcaklık.

ABSTRACT**RESEARCHES ON CHANGES OF WATER
ACTIVITY IN DRIED FRUIT EXPOSED TO
DIFFERENT TREATMENTS**

KOC, Saadet

MSc in Horticulture Department

Supervisor: Prof. Dr. Uygun AKSOY

August, 2009, 64 pages

Turkey possess a significant place in the world dried fruit production and trade and is a leader especially in respect to sun-dried figs, apricot and raisins. The research aims to investigate the relationship between water activity (a_w), a parameter that affects quality lossess especially during storage and mycotoxin formation, fruit moisture content and temperature and to asses the effect of different processes that dried fruit undergo on these relationships. The experiment is designed to determine the water content (%) and water activity levels in 30 samples with different moisture contents at 15, 25 and 35 °C in each variable: natural (unprocessed) (11.959 % - 26.051 %) or processed (13.931 % - 27.712 %) figs, sulphur treated (23.127 % - 32.845 %) or natural (untreated) (19.113 % - 25.587 %) apricots and raisins dipped in potassium carbonate (9.389% - 19.641 %) or undipped (11.743 % - 19.393 %) raisins. Obtained result display increased risks in respect to dried figs and naturally dried apricots.

Keywords: Dried fig, dried apricot, raisin, water activity, temperature.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında, çalışmamı yönlendiren ve her türlü desteği gösteren sayın hocam Prof. Dr. Uygun AKSOY'a, laboratuvar çalışmalarım sırasında yardımcı olan Dr. Fatih ŞEN ve Uzm. Dr. K. Betül Meyvacı'ya çalışmalarım boyunca katkılarını esirgemeyen ve su aktivitesi ölçüm cihazını temin eden TARİŞ İncir, Üzüm, Pamuk ve yağlı Tohumlar Tarım Satış Kooperatifleri Birlikleri'ne, meyve temininde yardımcı olan Franko Meyve İhracat Tic. ve San. A.Ş. ve Bozkurt Tarım Ürünleri Tic. ve A.Ş.'ye teşekkürlerimi sunuyorum. Ayrıca her zaman yanımda olan ve varlıkları ile bana güç veren aileme ve tüm arkadaşlarıma teşekkür ediyorum.

Ağustos 2009

Saadet KOÇ

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vii
TEŞEKKÜR.....	ix
ŞEKİL DİZİNİ.....	xv
ÇİZELGE DİZİNİ	xvii
1.GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ.....	8
2.1. Türkiye Kuru Meyve Üretimi ve İhracatı	8
2.2 Kuru Meyve Kalitesi	8
2.2.1. İncir.....	8
2.2.1.1. Kuru incirde sınıflandırma ve özellikleri	8
2.2.1.1.1. Gruplar	9
2.2.1.1.2. Tipler.....	9
2.2.1.2. Genel özellikler	9
2.2.1.3. Grup özellikleri	10
2.2.1.3.1. İşlenmemiş (natürel)	10
2.2.1.3.2. İşlenmiş	10
2.2.2. Kuru kayısı	10
2.2.2.1. Sınıflandırma	11
2.2.2.2. Gruplar	11
2.2.2.3. Tipler.....	11
2.2.2.4. Genel özellikler	11
2.2.2.5. Su içeriği	13
2.2.2.6. Grup özellikleri.....	13
2.2.2.6.1. Natürel kuru kayısıların grup özellikleri.....	13
2.2.2.6.2. Kükürtlü kuru kayısıların grup özellikleri	13
2.2.3. Çekirdeksiz kuru üzüm.....	13
2.2.3.1. Sınıflandırma	13
2.2.3.2. Gruplar	13
2.2.3.4. Genel özellikler	14
2.2.3.5. Sınıf özellikleri	14
2.2.3.5.1. Ekstra.....	14

2.2.3.5.2. I. Sınıf	14
2.2.3.5.3. II.Sınıf.....	14
2.2.3.5.4. Endüstriyel sınıf	16
2.2.3.6. Boy özellikleri.....	16
2.3 Su Aktivitesi	17
2.3.1 Tanımı	17
2.3.2 Su aktivitesi ölçüm yöntemleri	25
2.4 Kuru Meyve Sektörünün Sorunları	29
3. MATERYAL ve METOD	35
3.1 Materyal.....	35
3.1.1 Natürel incir.....	35
3.1.2 İşlenmiş incir.....	35
3.1.3 Natürel kayısı.....	36
3.1.4 Kükürtlü kayısı.....	37
3.1.5 Bandırılmamış (Natürel) üzüm	37
3.1.6 Bandırılmış üzüm	38
3.1.7 Örneklerin Nem Miktarları, pH, Suda Erir Kuru Madde (SKM) Miktarı Ve Titre Edilebilir Asit (TA) Değerleri	39
3.2 Metod	40
3.2.1 Örneklerin hazırlanması	40
3.2.2 Ham maddenin kimyasal özelliklerinin belirlenmesi	40
3.2.3 Farklı nem düzeyindeki örneklerin hazırlanması	40
3.2.4 Su aktivitesi (a_w)	41
3.2.5 Nem (Su) miktarı (%).....	41
3.2.6 İstatistiki değerlendirme.....	42
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	43
4.1 Ürünlerde Sıcaklık-Nem- a_w ilişkisi.....	43
4.1.1 Kuru incir	43
4.1.2 Kuru kayısı	46
4.1.3 Kuru üzüm.....	49
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	53
KAYNAK DİZİNİ	58
EKLER	60

Ek 1 Farklı Nem ve Sıcaklıktaki Natürel ve İşlenmiş İncirde a_w Değerleri.....	61
Ek 2 Farklı Nem ve Sıcaklıktaki Natürel ve Kükürtlü Kayısıda a_w Değerleri.....	62
Ek 3 Farklı Nem ve Sıcaklıktaki Bandırılmamış (Natürel) ve Bandırılmış Üzümde a_w Değerleri	63
ÖZGEÇMİŞ	64

ŞEKİL DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Gıdaların genel sorpsiyon izotermi	20
2.2. Gıdalarda bozulmaya neden olan reaksiyonların ve mikroorganizma faaliyetlerinin hızları üzerine su aktivitesinin etkisi	25
3.1. Natürel incir	35
3.2. İşlenmiş incir	36
3.3. Natürel kayısı	36
3.4. Kükürtlü kayısı	37
3.5. Bandırılmamış (natürel) üzüm	38
3.6. Bandırılmış üzüm	38
3.7. Hazırlanan örneklerde su aktivitesi ölçümü	41
3.8. Meyve örneklerinde su miktarının saptanması	42
4.1. Natürel ve işlenmiş incirde farklı nem değerlerinin su aktivitesi ile ilişkisi	43
4.2. İşlenmiş incir meyvelerinde farklı sıcaklıklarda nem seviyeleri ile su aktivitesi ilişkisi	45
4.3. Natürel incir meyvelerinde farklı sıcaklıklarda nem seviyeleri ile su aktivitesi ilişkisi	46
4.4. Natürel ve kükürtlü kayısıda farklı nem değerlerinin su aktivitesi ile ilişkisi	47
4.5. Kükürtlü kayısı meyvelerinde farklı sıcaklıklarda nem seviyeleri ile su aktivitesi ilişkisi	48
4.6. Natürel kayısı meyvelerinde farklı sıcaklıklarda nem seviyeleri ile su aktivitesi ilişkisi	49

4.7. Ağartılmış ve ağartılmamış (natürel) üzümde farklı nem değerlerinin su aktivitesi ile ilişkisi	50
4.8. Bandırılmış üzüm meyvelerinde farklı sıcaklıklarda nem seviyeleri ile su aktivitesi ilişkisi.....	51
4.9. Bandırılmamış (natürel) üzüm meyvelerinde farklı sıcaklıklarda nem seviyeleri ile su aktivitesi ilişkisi	52

ÇİZELGE DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Dünya çekirdeksiz kuru üzüm üretimi (x1000 ton).....	2
1.2. Çekirdeksiz kuru üzüm ihraç eden ülkeler ve miktarları	3
1.3. Kuru meyve ihracatı yapılan ülkeler (2006 yılı, ton).....	4
1.4. Sezonlar itibariyle kuru incir üretim ve ihracat verileri	4
1.5. Sezonlar itibariyle çekirdeksiz kuru üzüm üretim ve ihracat verileri	5
1.6. Sezonlar itibariyle kuru kayısı üretim ve ihracat verileri	5
2.1. Kuru üzümlerin tane sayısına göre boyları.....	16
2.2. Kuru meyvelerin denge nem içeriklerine ilişkin adsorpsiyon verileri.....	21
2.3. Kuru meyvelerin denge nem içeriklerine ilişkin desorpsiyon verileri.....	22
2.4. Gıdalarda önemli bazı mikroorganizmaların faaliyeti için yaklaşık minimum su aktivite değerleri	24
2.5. Bazı ürün guruplarının su aktivite değerleri.....	24
2.6. Bazı ülkelerin kuru incir için aflatoksin ve kuru üzüm için okratoksin sınır değerleri	31
2.7. Mikotoksin oluşturan bazı funguslar, geliştikleri ve mikotoksin oluşturdıkları su aktivitesi değerleri.....	34
3.1. Kuru incir örneklerinin nem miktarları, pH, su erir kuru madde (SKM) miktarı ve titre edilebilir asit (TA) değerleri	39

- 3.2. Kuru kayısı örneklerinin nem miktarları, pH, su erir
kuru madde (SKM) miktarı ve titre edilebilir asit
(TA) değerleri 39
- 3.3. Kuru üzüm örneklerinin nem miktarları, pH, su erir
kuru madde (SKM) miktarı ve titre edilebilir asit
(TA) değerleri 39

1. GİRİŞ

Kurutulmuş meyve üretimi ve ticareti açısından önemli bir yere sahip olan ülkemiz, özellikle güneşte kurutulmuş incir, kayısı ve üzüm bakımından Dünya’da lider konumdadır.

Dünya üzerinde halen 10 milyon hektar bağ alanından 60–70 milyon ton üzüm elde edilmektedir. Üzüm üretiminin %83-85’i şarap yapımında, %10-12’si sofralık, %5’i kuru üzüm olarak kullanılmaktadır. Bağ alanlarının %71’i Avrupa’da, %15’i Asya’da, %9’u Amerika, %4’ü Afrika ve %0,6’sı Avustralya’dadır. İspanya, İtalya, Fransa, Rusya, Türkiye, Portekiz, Arjantin, Romanya, Amerika ve Yugoslavya bağcılıkta önde gelen on ülkedir. Bağ alanları açısından 5. sırada yer alan Türkiye’de toplam üretim alanının %28’i Ege Bölgesi’nde, %24’ü Güney Bölgesinde, diğer %20’lik kısım ise Orta Anadolu’da yer almaktadır. Türkiye toplam üzüm üretiminin %43’ü Ege Bölgesinde yapılmaktadır. Ülkemizdeki üretimin %41.7’si kuru üzüm, %35.4’ü sofralık, %5.5’i şaraplık ve %8.8’i üzüm bazlı farklı gıdaların yapımında kullanılmaktadır. Ülkemizde bağ alanlarında son yıllarda büyük artışların olduğu istatistiksel verilerle ortaya konduğu bilinmektedir (İlter ve Altındişli, 2008).

Türkiye, ürettiği üzümün önemli kısmını güneşte kurutma yoluyla kuru üzüm olarak değerlendirmektedir. Dünya çekirdeksiz kuru üzüm üretiminde ülkemiz ABD ile birlikte ilk iki sırayı paylaşmakta ve üretiminin % 87 sini ihraç etmektedir. İç tüketim ise toplam üretimin %13’ü kadardır. Başta İngiltere, Almanya, Hollanda, İtalya ve Avrupa ülkeleri olmak üzere 80 ülkeye ihracat yapılmaktadır (Çizelge 1.2) (Aksoy vd., 2008).

Çizelge 1.1 Dünyada çekirdeksiz kuru üzüm üretimi (x1000 ton).

Yıllar	Türkiye	Avustralya	İran	Yunanistan	Amerika	Güney Afrika	Şili	Toplam1000 T
1996/97	185.0	40.0	95.0	38.0	232.0	35.0	27.0	652.5
1997/98	210.0	40.0	95.0	40.0	301.0	32.0	28.0	746.5
1998/99	250.0	40.0	102.0	40.0	218.0	34.0	28.0	712.3
1999/00	190.0	32.5	120.0	35.0	284.4	38.0	32.0	731.9
2000/01	250.0	25.0	112.0	35.0	350.0	29.0	32.0	833.0
2001/02	200.0	25.0	102.0	39.8	350.0	35.0	30.0	781.8
2002/03	210.0	29.0	107.0	20.0	318.8	33.0	34.0	751.8
2003/04	200.0	30.0	95.0	15.0	239.2	27.4	47.8	654.4
2004/05	250.0	24.0	90.0	35.0	175.0	37.0	44.0	655.0
2005/06	220.0	25.0	80.0	20.0	231.0	21.5	44.0	641.5
2006/07	256.0	23.0	*	25.0	208.0	31.5	44.0	587.5
2007/08	200.0	14.5	70.0	5.0	240.0	28.7	25.0	723.0

Kaynak: Aksoy vd., 2008

Kuru üzümde olduğu gibi ülkemiz, kuru incir üretiminde de dünya lideri konumundadır. Türkiye’de bulunan 10 milyon incir ağacının yaklaşık 2/3’ü Aydın ve İzmir illerinde bulunmaktadır. Bölgede yetiştirilen bahçelerin büyük bölümü Sarılop çeşidi ile kurulu olup, elde edilen ürün tümüyle kurutmalık olarak değerlendirilmektedir (Aksoy vd., 2008).

Dünya kuru incir üretiminin %50-55’ini gerçekleştiren Türkiye, ürettiği miktarın % 85-90’ını ihraç etmektedir. İhracatın %70’i Avrupa Birliği pazarlarına yapılmaktadır. Üretim ve ihracat fiyat durumuna bağlı olarak değişmekle beraber iç tüketim miktarının yıllık 8–10 bin ton civarında olduğu belirtilmektedir (Aksoy vd., 2008).

Çizelge 1.2 Kurutulmuş çekirdeksiz üzüm ihraç eden ülkeler ve miktarları.

ÜLKELER	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07
Türkiye	205.497	206.168	193.093	239.414	203.000	266.001
Amerika	118.000	102.000	102.500	100.500	95.000	96.500
İran	84.200	90.000	83.000	70.000	60.000	*
Şili	25.000	23.000	28.668	30.000	40.000	46.000
Yunanistan	25.000	17.500	11.000	12.000	13.000	20.000
Güney Afrika	24.000	22.713	26.000	28.000	16.000	20.000
Avustralya	9.000	9.000	9.000	8.000	8.500	6.000
TOPLAM	490.697	470.381	453.261	487.914	435.500	454.501

Kaynak: Anonim, 2007.

Dünyada 60 ülkede kayısı üretimi yapılmaktadır. 14 ülkede kuru kayısı üretimli yapılıyor olmasına rağmen sadece 5 ülkede üretim ekonomik öneme sahip bulunmaktadır. Dünya kuru kayısı üretiminin yaklaşık %70-80'i Türkiye tarafından yapılmaktadır. İran, Pakistan, Suriye, Cezayir, Amerika, Avustralya, Şili, Fas ve Güney Afrika Cumhuriyeti kuru kayısı üretimi yapan diğer ülkelerdir (Çizelge 1.3) (Aksoy vd., 2008).

Çizelge 1.3 Kuru meyve ihracatı yapılan ülkeler (2006 yılı, ton).

Ülkeler	Fransa	Almanya	İtalya	İspanya	İsviçre	Hollanda	Rusya	İngiltere	ABD	Avustralya	Diğerleri	Toplam
Kuru incir	7.409	6.879	4.885	2.343	2.135	2.033	1.821	-	-	-	16.598	44.103
Kuru Üzüm	8.753	28.269	3.707	-	-	18.785	-	34.945	-	5.041	26.187	135.687
Kuru kayısı	5.014	5.494	-	-	-	-	3.880	5.233	13.395	-	27.539	60.555

Kaynak: Anonim, 2008

Sezonlar itibariyle kuru incir, kuru üzüm ve kuru kayısı üretim ve ihracat miktar ve değerleri aşağıdaki çizelgelerde sunulmuştur (Çizelge 1.4, 1.5, 1.6).

Çizelge 1.4 Sezonlar itibariyle kuru incir üretim ve ihracat verileri.

Sezonlar itibariyle kuru incir üretim ve ihracat			
Sezon	Üretim	İhracat	Değer (1.000)
2002/03	52.462	37.142	78.942
2003/04	54.571	40.847	76.953
2004/05	55.631	47.753	87.331
2005/06	56.327	48.745	104.617
2006/07	60.393	52.412	124.387
2007/08	48.012	27.271	133.973

Kaynak: Anonim, 2008

Çizelge 1.5 Sezonlar itibariyle çekirdeksiz kuru üzüm üretim ve ihracat verileri.

Sezonlar itibariyle çekirdeksiz kuru üzüm üretim ve ihracat verileri			
Sezon	Üretim (ton)	İhracat (ton)	Değer (1000 \$)
2002/03	210.000	206.608	170.389
2003/04	200.000	193.093	221.714
2004/05	250.000	239.414	250.126
2005/06	220.000	202.814	244.614
2006/07	274.000	266.000	316.960
2007/08	200.000	144.108	231.369

Kaynak: Anonim, 2008

Çizelge 1.6 Sezonlar itibariyle kuru kayısı üretim ve ihracat verileri.

Sezonlar itibariyle kuru kayısı üretim ve ihracat verileri			
Sezon	Üretim (ton)	İhracat (ton)	Değer (1.000 \$)
2002/03	65.000	47.378	123.542
2003/04	75.000	66.115	152.615
2004/05	45.000	55.490	165.059
2005/06	124.000	78.530	148.222
2006/07	62.111	83.390	177.034
2007/08	79.000	68.872	196.678

Kaynak: Anonim, 2009

Kuru incir sektöründe, genellikle bir yıllık dönem için ürün satılmakta ertesi üretim yılına genellikle stok olmaksızın girilmektedir. Kuru üzüm ve kuru kayısıda ise, ürün bir yıl veya daha uzun süreyle kontrolsüz depo koşullarında saklanabilmektedir. Kuru meyveler, düşük su içerikleri nedeni ile dayanıklı ürünler olarak kabul edilse de depolama sırasında ortaya çıkan depo zararlıları, mikrobiyal gelişmeler ve mikotoksin oluşumu gibi sorunlar, depo koşullarına bağlı olarak saklama süresini ve ürün kalitesini büyük ölçüde etkilemektedir.

Mikotoksinler, bulaşık gıdaları tüketen insan ve hayvanlarda sağlık riski oluşturdıklarından uluslar arası ticarete giderek önem kazanmaktadır. Mikotoksin oluşturan önemli funguslar *Aspergillus*, *Penicillium* ve *Fusarium* türlerine aittir. Toksikjenik fungusların gelişmesi ve mikotoksin oluşturmalarında etkili faktörlerin başında su aktivitesi gelmektedir. Ancak sınır değerler etmene, substrata ve ortam koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Tüm bunların yanında fungusların gelişme ve toksin oluşturma için ihtiyaç duydukları su aktivitesi değerleri arasında da farklılıklar vardır. Örneğin aflatoksikjenik *A. flavus*'un gelişimi için gerekli olan a_w değeri 0.78-0.84 aralığında iken toksin oluşturmaları için gerekli olan değer 0.83-0.87, *Penicillium verrucosum*'da ise gelişme değeri 0.81-0.83 iken toksin oluşumu için olması gereken değer 0.83-0.90 aralığındadır (Sabancı, 2003).

Ülkemiz kurutulmuş meyve ihracatında özellikle kuru incirde aflatoksin ve okratoksin A (Aksoy vd., 2003), kuru üzümde ise okratoksin A sorunu yaşamaktadır (Aksoy vd., 2007; Meyvacı vd. 2005). Kuru incirlerde ayrıca fumonisin riski bulunduğu yapılan bazı çalışmalarla ortaya konmuştur (Aksoy vd., 2006). Alıcı ana pazarın AB ülkeleri olması nedeni ile uygulanan sınır değerler birçok ülkeye göre daha düşük olduğundan ihracatta kuru incirlerde aflatoksin sorunu bulaşanlara yönelik bildirimlerde ilk sırada yer alırken kuru incir ve üzümdeki okratoksin A daha ender olarak ortaya çıkmaktadır.

Araştırma, kuru incir, üzüm ve kayısıda, özellikle depolama sırasında ortaya çıkabilecek bozulmaları ve mikotoksin oluşumunu önemli ölçüde etkileyen su aktivitesinin (a_w), meyvenin su içeriği ve sıcaklıkla olan ilişkilerini incelemekte ve uygulanan işlemlerin meyve kalitesi üzerine etkilerini ortaya koymayı

amaçlamaktadır. Böylece hassas su aktivitesi ölçüm olanağı bulunmayan işletmelerde meyve su (nem) içeriği belirlenerek su aktivite değerleri hesaplanabilecek ve farklı ürün tipleri açısından riskli değerler ortaya konabilecektir. Bu amaçla, farklı nem düzeyine sahip natürel (işlenmemiş) ve işlenmiş incir, kükürtlü ve natürel (kükürtlenmemiş) kayısı ve potasyum karbonat (potasa) eriyiğine bandırılarak ve bandırılmadan kurutulan natürel (bandırılmamış) çekirdeksiz üzüm örneklerinin farklı sıcaklıklardaki su aktivitesi değerleri incelenmiştir. Ortaya çıkan değişimler, uygulanan işlemlerin etkisi ve olası mikotoksijenik fungus gelişimi ve mikotoksin oluşumu açısından irdelenmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

2.1. Türkiye Kuru Meyve Üretimi ve İhracatı

Ülkemiz, dünya kuru meyve üretimi ve ticareti açısından lider ülkelerden biridir. Kurutulmuş meyveler içinde kuru üzüm, kuru incir ve kuru kayısı açısından Türkiye dünyada ilk sırada yer almaktadır. Türkiye 2007 yılında 898 milyon dolarlık kuru meyve ihracatı gerçekleştirmiştir. Bu ihracatın 326 milyon dolarını çekirdeksiz kuru üzüm, 240 milyon dolarını kurutulmuş kayısı, 162 milyon dolarını ise kurutulmuş incir oluşturmaktadır. İhracatın yapıldığı ülkelerin başında kuru üzüm için 34.945 ton ile İngiltere, kuru incir için 7.409 ton ile Fransa, kuru kayısı için ise 13.395 ton ile ABD gelmektedir. Daha önceki yılların üretim ve ihracat rakamlarına bakıldığında kurutulmuş üzüm ve incire ait değerler arasında ciddi farklılıklar görülmezken, kurutulmuş kayısıda yıldan yıla başlıca ilkbahar geç donlarının zararlarından kaynaklanan farklılıklar göze çarpmaktadır (Anonim, 2008). Kurutulmuş incirde Aydın ve İzmir, kuru üzümde Manisa ve İzmir, kurutulmuş kayısıda ise Malatya ve yakın çevresindeki iller önemli üretim alanıdır. İşleme sektörü ise sırasıyla İzmir, Aydın, Manisa ve Malatya'da yoğunlaşmaktadır.

2.2 Kuru Meyve Kalitesi

2.2.1. İncir

Kuru incir, *Ficus carica* L. türüne giren ağaçların olgun meyvelerinin hasat edildikten sonra doğal veya yapay yollarla kurutulmasıyla elde edilen, doğrudan yada işlendikten sonra insan tüketimine sunulan üründür (Anonim, 2006).

2.2.1.1. Kuru incirde sınıflandırma ve özellikler

İncirler TS 541 standardına göre işlenip işlenmeme durumlarına göre gruplara, işleme şekillerine göre tiplere, kalite özelliklerine göre sınıflara, 1 kg'daki tane sayısına göre de boylara ayrılır.

2.2.1.1.1. Gruplar

Kuru incirler; işlenmemiş (natürel) ve işlenmiş olmak üzere iki gruba ayrılır (Anonim, 2006).

2.2.1.1.2. Tipler

İşlenmiş kuru incirler işlenme şekillerine göre; Çukulat, Lokum, Layer, Pulled, Protoben, Lerida, Makaroni, Bağlama ve Garland olmak üzere dokuz tipe ayrılır. Bunların dışındaki tipler kendi adlarıyla piyasaya sunulur (Anonim, 2006).

2.2.1.2. Genel özellikler

TS 541 standardına göre kuru incirler aşağıda bildirilen özellikleri taşımaktadır;

Bütün olmalıdır (kuru incirin sap ve göz (ostiolum) uçları kesilmiş olabilir). Ayrıca, kuru incir pazarlama ve işleme özelliklerine uygun şekilde yarılmış olabilir (Örnek, layer),

Sağlam olmalı, çürüyerek, kötüleşerek tüketime uygunsuz ürünler oluşmamalı,

Anormal dış rutubet ihtiva etmemeli,

Yabancı tat ve koku olmamalı,

Gelişmenin hangi safhasında olursa olsun, ayrıca fümige edilsin veya başka yöntemlerle dezenfekte edilmiş olsun, canlı veya ölü böcek, kemiriciler ile diğer parazitler olmamalı,

Bozulmuş, güneş yanıklı, yırtık, yarık olmamalı,

Aşırı kuru özellik göstermemeli,

Temiz, gözle görülebilir yabancı madde içermemeli,

Küf ve fermente belirtisi bulunmamalıdır.

Rutubet miktarı % 26'dan fazla olmamalıdır.

Kuru incirlerin taşıdıkları özellikler ve gelişme durumları ayrıca aşağıdaki şartlara uygun olmalıdır;

–Taşıma ve işleme şartlarına dayanıklı olmalıdır.

–Gideceği yere ulaştığında tatmin edici durum (pazar isteklerini karşılamaya elverişli durum) göstermelidir.

Kuru incirler, dezenfeksiyon veya koruyucu maddelerle muamele edilirse, bu işlem imalatçı ve ithalatçı ülkenin yönetmeliklerine uygun şekilde yapılmalıdır.

2.2.1.3. Grup özellikleri

2.2.1.3.1. İşlenmemiş (natürel)

İşlenmemiş kuru incirler, sap ve göz kısımlarının kesilmesi dışında hiç bir işleme tâbi tutulmamış olmalıdır. İşlenmemiş kuru incirlerde sap ve göz kısımları kesilmiş olabilir (Anonim, 2006).

2.2.1.3.2. İşlenmiş

İşlenmiş kuru incirler, teknolojik işlemlerle veya elle doğal görünüşleri çeşitli modellere göre şekillendirilmiş olmalıdır (Anonim, 2006).

2.2.2. Kuru kayısı

Kuru kayısı, *Armeniaca vulgaris* Lam (*Prunus armeniaca* L.) türüne giren ağacın sağlam, olgun meyvelerinin güneşte veya bilinen diğer metotlardan biri ile kurutulmuş, kükürtlenmiş veya kükürtlenmemiş olan ürünler.

Kuru kayısılar piyasada:

- Bütün, çekirdekli,
- Bütün, çekirdeksiz,
- Yarım, kurutulmadan önce uzunlamasına iki parçaya bölünmüş,
- Parça, çeşidine uygun renkte olan ancak şekli, boyu, kalınlığı muntazam olmayan sağlam kayısıların parçaları şeklinde bulunur.

2.2.2.1. Sınıflandırma

TS 485 standardına göre kuru kayısılar, piyasaya arz ediliş durumlarına göre gruplara, hazırlama şekillerine göre tiplere, kalite özelliklerine göre sınıflara, 1 kg'daki dane sayısına göre de boylara ayrılır.

2.2.2.2. Gruplar

Kuru kayısılar; natürel, kükürtlenmiş olmak üzere iki gruba ayrılır.

2.2.2.3. Tipler

Kuru kayısılar; çekirdekleri çıkartılmış (bütün, şekerpare), çekirdekleri çıkartılmamış (bütün), uzunlamasına iki parçaya ayrılmış (yarım) olmak üzere üç tipe ayrılır.

2.2.2.4. Genel özellikler

Kuru kayısıların her sınıfında bulunması gereken özellikler aşağıda verilmiştir:

- Gelişmenin hangi safhasında olursa olsun canlı böcek, ölü böcek, ölü böcek kalıntısı ve kemiricilerden arı,

–Aşırı ıslaklıktan ari,

–Yabancı koku ve/veya tattan ari olmalıdır.

Toleranslarla ilgili özellikler aşağıdaki gibi olmalıdır:

–Meyve bütün olmalıdır. Ayrıca çekirdeği çıkarılmış veya kesilmiş (yarım ya da parça) olabilir.

–Sağlam olmalı, tüketime uygun olmayacak derecede çürümüş veya bozulmuş ürün için tolerans tanınmaz.

–Ürün yeteri kadar olgunlaşmış meyveden hazırlanmalıdır.

–Temiz olmalı, çıplak gözle görülebilir her türlü yabancı maddeden tamamıyla ari olmalıdır.

–Etli olmalı, ürün elastiki veya yumuşak etli ve çekirdek yatağı çok az rutubetli olmalıdır.

–Üründe böceklerin, kemiricilerin ve diğer parazitlerin gözle görülebilir zararları olmamalıdır.

–Ürün fermantasyona uğramamış olmalıdır

–Üründe gözle görülebilir küf olmamalıdır.

Kuru kayısılar aşağıdaki şartlara uygun yapıda olmalıdır:

–Ürün taşımaya ve teknolojik işlemeye dayanıklı olmalıdır.

Ürün teslim mahalline uygun durumda ulaştırılabilmelidir.

2.2.2.5. Su içeriği

Su içeriği, yeniden yumuşatılmış (rehidratasyon) kuru kayısılar hariç % 22'den fazla olmamalıdır. Ancak, koruyucu maddeler kullanılmış ise bu oran en çok (kükürtlüler için) % 25 olabilir. Su vermek suretiyle yeniden yumuşatılmış kuru kayısılarda % 37'den fazla rutubet olmamalıdır (Anonim, 2002b).

2.2.2.6. Grup özellikleri

2.2.2.6.1. Natürel kuru kayısıların grup özellikleri

Natürel kuru kayısılar, kükürt dioksit ile muamele edilmemiş olmalıdır.

2.2.2.6.2. Kükürtlenmiş kuru kayısıların grup özellikleri

Kükürtlenmiş kuru kayısılar, kurutmadan önce veya kurutmadan sonra kükürtlenmiş olmalı, bunlarda kükürt dioksit (SO₂) oranı 2000 mg/kg'ı geçmemelidir.

2.2.3. Çekirdeksiz kuru üzüm

Vitis vinifera L. türüne giren çekirdeksiz taze üzümün kurutulmuş meyveleridir.

2.2.3.1. Sınıflandırma

Kuru üzümün hazırlanma şekillerine göre gruplara, renklerine ve iriliklerine göre tiplere, özelliklerine göre de sınıflara ayrılır.

2.2.3.2. Gruplar

Kuru üzüm, ağartılmış (kurutulmadan önce veya kurutulduktan sonra kükürt dioksit muamelesi ile ağartılmış) ve ağartılmamış (bandırılmış ve bandırılmamış (Natürel)) olmak üzere iki gruba ayrılırlar.

2.2.3.4. Genel özellikler

TS 3411 standardına göre çekirdeksiz kuru üzümün genel özellikleri aşağıdaki gibidir:

Kuru üzümler sağlam, bütün, temiz olmalıdır. Yabancı tat ve koku bulunmamalıdır (hafif kükürt kokusu ve hafif yağ tadı yabancı koku ve tat sayılmaz).

Kuru üzümlerin su içeriği % 13'den az % 18'den fazla olmamalıdır (Ancak alıcı istekleri belgelenmek suretiyle bu miktarlar artırılabilir).

Kuru üzümlerin işlenmesinde kullanılan katkı maddeleri ürünün raf ömrünü ve özelliklerini bozmayan ve özel mevzuatında bildirilen maddeler olmalıdır.

Kuru üzümlerde gerektiğinde kütlece % 1,0'den fazla olmamak üzere malın özelliklerini bozmayan ve yemeklik bitkisel sıvı yağlar kullanılabilir.

Kuru üzümlerde tolerans dışında gözle görülebilir yabancı madde bulunmamalıdır.

2.2.3.5. Sınıf özellikleri

2.2.3.5.1. Ekstra

Bu sınıfa giren kuru üzümler aşağıdaki özellikleri taşımalıdır (Anonim, 2002a):

Ürünler, çeşidinin özelliklerini taşımalıdır.

Ürünler tat, lezzet, koku, yapı ve tipik renk bakımlarından en iyi özellikleri taşımalıdır.

Ürünler yeterince olgun taze üzümlerden en iyi şekilde hazırlanmış olmalıdır.

Ürünler boylanmış olmalıdır.

Ürünler, renk ve irilik yönünden bir örnek olmalıdır.

Bu sınıf kuru üzümler her türlü özürden ari olmalıdır. Ancak, ürünün genel görünüşünü; kalitesini, kalitenin korunmasını ve ambalâj içinde piyasaya arzını etkilemeyen hafif yüzeysel kusurlar bulunabilir.

Su içeriği en çok % 16 olmalıdır.

2.2.3.9.2. I. Sınıf

Bu sınıfa giren kuru üzümler aşağıda verilen özellikleri taşımalıdır (Anonim, 2002a):

Ürünler çeşidinin özelliklerini taşımalıdır.

Ürünler tat, lezzet, koku, yapı ve tipik renk bakımlarından iyi özelliklere sahip olmalıdır.

Ürünler boylanmış olmalıdır.

Bu sınıf kuru üzümlerde, ürünün genel görünüşünü, kalitesini, kalitenin korunmasını ve ambalâj içerisinde piyasaya arzını etkilemeyen toleranslarla ilgili kusurlar olabilir.

Su içeriği en çok % 16 olmalıdır.

2.2.3.5.3. II. Sınıf

TS 3411 standardına göre bu sınıfa giren kuru üzümler daha üst sınıflara girmek için yeterli kaliteye sahip olmayan, ancak yukarıda bildirilen asgari özellikleri taşıyan kuru üzümlerdir.

Bu sınıfa giren kuru üzümler aşağıdaki özellikleri taşımalıdır:

Bunlar, çeşidinin özelliklerine benzer özellikleri taşımalıdır.

Oldukça iyi tat, lezzet, koku, yapı ve renkte olmalıdır.

Oldukça iyi olgunlaşmış taze üzümlerden hazırlanmış olmalıdır.

Bu sınıfa giren kuru üzümler boylanmış olmalıdır.

Su içeriği en çok % 16 olmalıdır.

2.2.3.5.4. Endüstriyel sınıf

Bu sınıfa giren kuru üzümler, topan ve kalburaltı ile diğer sınıflara giremeyecek kadar özürlü olan kuru üzümlerden oluşur (Bu sınıfta diğer sınıflardan % 10 oranında bulunabilir). Su içeriği en çok % 18 olmalıdır (Anonim, 2002a).

2.2.3.6. Boy özellikleri

Her kalite sınıfı için uygun olan boylama 100 g'daki azamî tane sayısına göre yapılır. Bu boylar Çizelge 2.1.'deki gibi olmalıdır.

Çizelge 2.1. Kuru üzümlerin tane sayısına göre boyları (Anonim, 2002a).

Jumbo (Çok İri)	Standard* (İri)	Medium (Orta)	Small (Küçük)	İnce Small (Çok Küçük)
100g'daki tane adedi	100g'daki tane adedi	100g'daki tane adedi	100g'daki tane adedi	100g'daki tane adedi
300'e kadar	301-370	371-500	501-650	651+
* Standard boyda çekirdeksiz kuru üzümlerin en az % 98'i, 7 mm'lik kalburun üzerinde kalacak irilikte olmalıdır.				

2.3 Su Aktivitesi

2.3.1 Tanımı

Su aktivitesi, değişik kaynaklarda farklı tanımlamalarla yer almaktadır. Birçok kaynakta gıdalardaki mikrobiyal büyüme ve kimyasal reaksiyonlar için kullanılabilir su miktarının ölçümü olarak belirtilmektedir (Belitz and Grosch, 1999; Jay, 2000; Rockland and Beuchat, 1987; Troller and Christian, 1978).

Su aktivitesi (a_w), ürün içerisindeki suyun buhar basıncının (p) aynı sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncına (p_o) oranıdır. Su aktivitesi değeri 0.0 ile 1.0 arasında değişmektedir. Nispi denge nemi (Equilibrium Relative Humidity (ERH)) ise havanın buhar basıncının doymunluk buhar basıncına oranıdır. Buhar ve sıcaklık eşitliği sağlandığında ürünlerdeki su aktivitesi, etrafındaki havanın nispi denge nemine eşittir. Su aktivitesi 100 ile çarpıldığında yüzde bağıl nem miktarını vermektedir.

$$a_w = p / p_o = \text{ERH} (\%) / 100$$

Su aktivitesi bazen ürünlerdeki bağlı ya da serbest su miktarı olarak da tanımlanmaktadır. Serbest su, enerjisini azaltacak hiç bir kuvvetin olmadığı su olarak tanımlanmamalıdır. Su aktivitesi, suyun ne kadar güçle bağlandığını ölçer ve suyun sistemden hareket ettirilmesi ile ilgili faktörlerle ilişki kurar. Bağlı su tam olarak hareketsiz su olmalıdır. Su aktivitesi değeri ile ürün nem (su) içeriği kavramları birbirine karıştırılmamalıdır. Ürünün su içeriği tek başına mikrobiyal ve kimyasal olaylarda kullanılabilecek bir parametre değildir, ürün içerisindeki toplam su miktarı hakkında bilgi verir. Su aktivitesi ise, aynı sıcaklıktaki ürün içerisindeki suyun buhar basıncının saf suyun buhar basıncına oranı, başka bir deyişle örnekteki nem değerinin havanın nispi denge nemi ile dengeye geldiği noktadır. Bu denge noktasında, ürün ile hava arasında herhangi bir nem alış veriş gerçekleşmemektedir (Fontana, 2000).

“Raoult” yasasının, bir çözeltinin su aktivitesinin; çözülmüş maddenin niteliğine ve miktarına bağlı olarak değiştiğini açıklamada kullanılabileceği bazı

araştırmacılarca belirtilmektedir (Kaplow, 1970; Bone, 1973; Ross, 1975; Cuhang and Toledo, 1976; Cauie, 1981). Cemeroğlu (2003) ise, Raoult yasasına göre eşitliği aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$$a_w = n_w / n_w + n_s$$

a_w : Su aktivitesi

n_w : Çözeltide suyun mol fraksiyonu

n_s : Çözeltideki çözünmüş maddenin mol fraksiyonu

Çözeltideki suyun ve çözünmüş maddenin kütle fraksiyonu üzerinden hesaplanmak istenirse aşağıdaki eşitlikten faydalanılır (Kaplow, 1970; Bone, 1973; Cemeroğlu, 2003):

$$a_w = (m_w/M_w) / [(m_w/M_w) + (m_s/M_s)]$$

a_w : Su aktivitesi

m_w : Çözeltide suyun kütle fraksiyonu

M_w : Suyun molekül ağırlığı

m_s : Çözünmüş maddenin kütle fraksiyonu

M_s : Çözünmüş maddenin molekül ağırlığı

Gıdaların bileşiminden yararlanılarak su aktivitesinin hesaplanması mümkündür. Daha kesin sonuç alabilmek için bu amaçla çeşitli eşitlikler geliştirilmişse de (Ross, 1975; Toledo, 1994) hesaplamalar yoluyla yeterli sonuçlara ulaşmak mümkün olmamıştır. Bu eşitliklerin çoğunda sadece sulu fazda çözünmüş maddelerin dikkate alınması, çözünmeyen maddelerin göz ardı edilmiş olması uygun sonuçların ortaya çıkmasını engellemektedir. Halbuki nişasta ve proteinler gibi çözünebilir nitelikte olmayan bazı polimerlerin su bağlayabilme özellikleri nedeni ile su aktivitesinin düşmesinde rol oynadıkları bilinmektedir (Cemeroğlu, 2003).

Kaynama ve donma noktalarının da su aktivitesi değerlerinin hesaplanmasında uygun veri niteliğinde olduğu birçok araştırmacı tarafından kabul edilmiştir (Miracco et al., 1981; Chrife et al., 1981; Rey and Labuza, 1981). Özellikle taze meyve ve sebzelerin su aktivitesi değerinin hesaplanmasında kullanılmak üzere çeşitli araştırmacılar tarafından donma başlangıç derecesini temel alan eşitlikler geliştirilmiştir. Ferro Fontan ve Chirife (1981) donma noktası depresyonu (ΔT_f) ile su aktivitesi arasındaki ilişkiyi aşağıdaki eşitlikte tanımlanmıştır:

$$-\ln a_w = 9.6934 \times 10^{-3} \times \Delta T_f + 4.761 \times 10^{-6} \times (\Delta T_f)^2$$

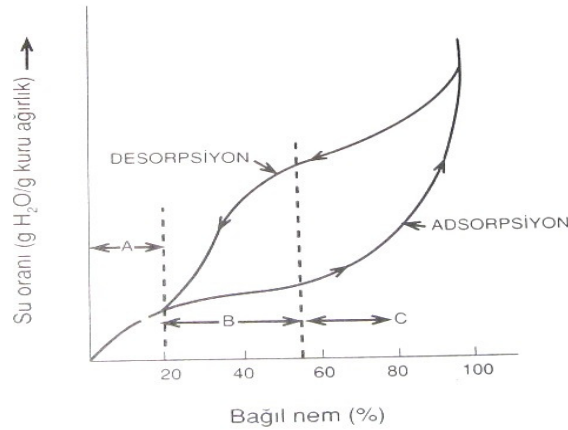
a_w : Su aktivitesi

ΔT_f : Donma noktası depresyonu

Prothon ve Ahrne (2004)'nin kurutulmuş elmalarda osmotik dehidrasyon süresince nem içeriği ve su aktivitesi arasındaki korelasyonu açıklayan çalışmada Guggenheim, Anderson ve De Boer (GAB) modelini seçmişlerdir. Nem içerikleri, farklı sıcaklık ve zamanlarda ölçülen su aktivitesi değerleri ile osmotik dehidrasyon süreci çalışılmış ve 25°C, 45°C ve 55°C'de iyi sonuç alınmıştır. Model, 65°C'de 0.970 a_w değerinde de başarılı sonuçlar vermiştir ancak daha üst a_w seviyelerinde sonuçlarda sapmalar gözlenmiştir.

Gıdalar, yüksek su oranına sahipken gıdaların su aktiviteleri saf suyun su aktivitesi olan $a_w = 1.0$ değerine çok yakındır. Gerçekten yaş meyve ve sebzelerin su aktiviteleri çoğunlukla $a_w = 0.970-0.996$ arasında bulunmaktadır. Ortalama değerler üzerinden ifade edilirse; meyvelerin su aktiviteleri sebzelerinkinden biraz daha düşüktür. Örneğin 42 meyvenin su aktivite değerleri ortalamasının $a_w = 0.983$ olduğu, buna karşın 39 sebzenin su aktivite ortalamasının $a_w = 0.990$ düzeyinde bulunduğu saptanmıştır (Chirife and Ferro Fontan, 1982; Cemeroğlu, 2003). Gıdaların su içeriği kuru ağırlık bazında %50'nin altına düşünce su aktivite değerleri de çeşitli fiziksel ve kimyasal faktörlerin etkisiyle hızla düşmektedir. Aynı şekilde su içeriği kuru ağırlık bazında %50'nin altındayken gıdalardaki su 3 farklı fiziksel nitelikte bulunmakta olup bu durum Şekil 2.1 üzerinde (A), (B), ve

(C) bölgeleri olarak işaretlenmiştir (Labuza et al., 1970). Şekil 2.1’ de gösterilen (A) bölgesindeki su, gıda yüzeyindeki tek katlı su moleküllerinden oluşan “monomoleküler su filmi” dir. Monomoleküler su filminin gıdalardaki oranı kuru ağırlık bazına göre yaklaşık %5-10 düzeyindedir. (A) bölgesinde adsorbe edilmiş olan su, sıvı fazda değildir ve bağlı olduğu grubun bir ögesi gibi davranır. Bu nedenle suda çözünebilen bileşikler için artık çözücü olma niteliğini kaybetmiştir. Bu, suyun bağlandığı yerden koparılıp uzaklaştırılması için suyun buharlaştırma ısısına ek olarak yüzeyde tutulmasını sağlayan adsorbsiyon ısısının da verilmesi gerektiğinden buharlaşma ısı saf suyun buharlaşma hızından daha yüksektir. Her gıdadaki monomoleküler su filmi, gıdayı oksidasyondan koruyan bir örtü işlevi görmektedir. (B) bölgesi, monomoleküler katman üzerinde çok sıralı olarak bulunan su molekülü katmanıdır (multimoleküler katman). Bu katmandaki su, gittikçe azalan bir adsorpsiyon gücüyle bağlanmış olduğundan tekli katmana göre daha gevşek niteliktedir. Bu bölgede gıdanın su içeriğindeki hafif bir değişimin denge bağıl neminde (su aktivitesinde) önemli bir değişmeye neden olur. (C) bölgesindeki su, gıdanın gözenekli yapısı içinde kondanse olmuş (yoğunlaşmış) suyu temsil etmektedir. Bu su, serbest su niteliğindedir. Suda çözünebilir maddeler için çözücü özelliği vardır ve kurutma sırasında kolaylıkla buharlaşıp uzaklaşabilmektedir. Cemeroglu (2003), çekirdeksiz kuru üzüm, kuru kayısı ve kuru incir meyvelerinin farklı sıcaklıklarda denge nemi ve adsorpsiyon (Çizelge 2.2.) ve desorpsiyon verilerini (Çizelge 2.3.) geniş bir aralıkta vermektedir.



Şekil 2.1 Gıdaların genel sorpsiyon izotermi (Cemeroglu, 2003).

Çizelge 2.2. Kuru meyvelerin denge nem içeriklerine* ilişkin adsorpsiyon verileri.

Sıcaklık (°C)	Su aktivitesi	Çekirdeksiz üzüm	İncir	Kayısı
15 °C	0.113	5.7	6.0	3.6
	0.234	6.4	6.7	3.8
	0.333	7.9	7.4	4.9
	0.431	9.8	10.4	6.0
	0.559	15.6	14.9	11.2
	0.607	19.0	17.8	14.7
	0.741	32.2	29.9	25.7
	0.756	34.0	32.1	26.8
30 °C	0.859	57.3	54.7	49.7
	0.113	3.0	3.0	2.4
	0.216	3.2	3.6	2.8
	0.324	5.2	4.7	3.7
	0.432	8.4	8.3	5.6
	0.514	12.5	11.7	8.6
	0.560	16.0	14.2	11.3
	0.691	28.9	25.1	20.5
45 °C	0.751	38.1	34.0	28.4
	0.836	58.5	52.8	47.1
	0.112	2.0	2.0	1.1
	0.195	3.3	2.8	1.2
	0.311	5.0	4.0	2.1
	0.432	8.5	7.5	4.8
	0.469	10.5	9.2	5.6
	0.520	12.3	11.5	8.0
	0.640	21.7	20.2	15.1
	0.745	35.3	30.9	29.9
	0.817	50.0	44.2	44.5

*Nem içerikleri, kuru ağırlık bazına göre verilmiştir (Cemeroğlu, 2003).

Çizelge 2.3. Kuru meyvelerin denge nem içeriklerine* ilişkin desorpsiyon verileri.

Sıcaklık (°C)	Su aktivitesi	Çekirdeksiz üzüm	İncir	Kayısı
15 °C	0.113	5.7	6.0	3.6
	0.234	6.4	6.7	3.8
	0.333	7.9	7.4	4.9
	0.431	9.8	10.4	6.0
	0.559	15.6	14.9	11.2
	0.607	19.0	17.8	14.7
	0.741	32.2	29.9	25.7
	0.756	34.0	32.1	26.8
	0.859	57.3	54.7	49.7
30 °C	0.113	3.0	3.0	2.4
	0.216	3.2	3.6	2.8
	0.324	5.2	4.7	3.7
	0.432	8.4	8.3	5.6
	0.514	12.5	11.7	8.6
	0.560	16.0	14.2	11.3
	0.691	28.9	25.1	20.5
	0.751	38.1	34.0	28.4
	0.836	58.5	52.8	47.1
45 °C	0.112	2.0	2.0	1.1
	0.195	3.3	2.8	1.2
	0.311	5.0	4.0	2.1
	0.432	8.5	7.5	4.8
	0.469	10.5	9.2	5.6
	0.520	12.3	11.5	8.0
	0.640	21.7	20.2	15.1
	0.745	35.3	30.9	29.9
	0.817	50.0	44.2	44.5

* Nem içerikleri; kuru ağırlık bazına göre verilmiştir (Cemeroğlu, 2003).

Ürünün içeriği, konsantrasyon ve çeşidi, su aktivitesi (a_w) değeri üzerinde etki yapan başlıca faktördür (Fennema, 1996; Nielsen, 1994). Genel olarak, mol fraksiyonunun Raoult Kuralına göre, sistemdeki çözünen miktarı arttığında tahmin edilebilir su aktivitesi değeri azalır (Fennema, 1996; Holtzclaw and Robinsons, 1988; Troller and Christian, 1978).

Sakkaroz birçok gıda ürününün içinde bulunur ve tatlandırıcı ya da nem tutucu olarak kullanılır (Triebold and Aurand, 1963; Troller and Christian, 1978). Reçel, marmelat, meyve şurupları ve diğer tatlı gıda ürünlerinde, raf ömrü

stabilitesini sağlayabilmek için sakkarozun a_w değerini düşürücü özelliğinden faydalanılarak mikrobiyal gelişim ve istenmeyen kimyasal reaksiyonların oranının düşürülmesinde kullanılmaktadır (Gabriel, 2008).

Gıda maddelerine ilişkin bazı olaylar bileşenler arasındaki interaksiyonlarla açıklanabilir. Örneğin, sakkaroz içeren bir sisteme asit ilave edilmesi şeker inversiyonuna neden olur (Andrews et al., 2002; Bennion, 1985; McWilliams, 1993). Invert sakkaroz, invert olmamış sakkarozla göre a_w değerini daha çok düşürme etkisine sahiptir (Fennema, 1996). Gabriel (2008), pH değeri fikse edilmiş yüksek briks değerindeki gıda solüsyonlarının, düşük briks değerindekilerden daha düşük a_w değerine sahip olduğunu belirtmektedir.

Meyve türleri içinde bazıları glikoz ve fruktoz bakımından bazıları ise sakkarozca zengindir. Karaçalı (2006), incir meyvesinin % 5.5 glikoz ve % 4.0 fruktoz içerdiğini, sakkarozun bulunmadığını, üzüm meyvesinde de glikoz ve fruktoz oranının birbirine eşit ve % 8.1 ve % 8.0 olduğunu, kayısıda ise % 1.9 glikoz, %0.4 fruktoz ve %4.4 sakkaroz bulunduğunu bildirmektedir.

Sistem içerisinde suyun aktivitesini kontrol eden ozmotik, kapillar ve matriks gibi birçok faktör vardır. Bu faktörlerin ürünlerdeki etkileşimi sonucunda suyun enerjisi düşer ve saf suya kıyasla örnek üzerindeki buhar basıncı azalır. Ozmotik ve matriks interaksiyonlarının çeşitli derecelерinden dolayı su aktivitesi, bağlı sudan ziyade suyun enerji durumunun sürekliliğini tanımlar. Su aktivitesi değerini ölçerek ve kontrol ederek;

- Hangi mikroorganizmaların bozulma ya da bulaşma yapabileceği tahmin edilebilir.
- Gıdaların kimyasal stabiliteleri sürdürülebilir hale getirilir.
- Enzimatik olmayan kararma reaksiyonları ve kendiliğinden gelişen oto katalitik yağ oksidasyon reaksiyonları minimize edilebilir.
- Besin içerisindeki enzim aktivitesi ve vitamin korunur.

- Tekstür ve raf ömrü gibi fiziksel özellikler optimize edilir (Fontana, 2000).

Genel olarak $a_w = 0.6$ 'nın altında tüm mikroorganizmaların faaliyetinin sona erdiği kabul edilmektedir. Fakat mikroorganizmalar su aktivitesine duyarlılıkları açısından farklılıklar göstermektedir. Örneğin gıdalarda bozulma etmeni olan bakterilerin çoğu $a_w = 0.90$ 'ın altında faaliyette bulunmazlarken, küflerin faaliyetlerinin sona erdiği su aktivitesi alt sınırının $a_w = 0.70-0.75$ arasında kabul edilmektedir. Bununla birlikte $a_w = 0.65$ düzeyinde iken dahi faaliyette bulunan bazı kserofitik küfler vardır. Mayaların faaliyetleri için ise minimum su aktivitesinin $a_w = 0.88$ düzeyinde olması gerektiği bildirilmektedir (Çizelge 2.4.) (Troller, 1980; Cemeroğlu, 2003).

Çizelge 2.4. Gıdalarda önemli olan bazı mikroorganizmaların faaliyeti için yaklaşık minimum su aktivite değerleri.

Mikroorganizmalar	a_w	Mikroorganizmalar	a_w
Guruplar		Guruplar	
Bozulma yapan bakterilerin çoğu	0.90	Halofilik bakteriler	0.75
Bozulma yapan mayaların çoğu	0.88	Kserofilik bakteriler	0.61
Bozulma yapan küflerin çoğu	0.80	Ozmofilik bakteriler	0.61

Kaynak: Cemeroğlu, 2003.

Çizelge 2.5'de gıda guruplarından bazılarında su aktivite değerleri gösterilmiştir.

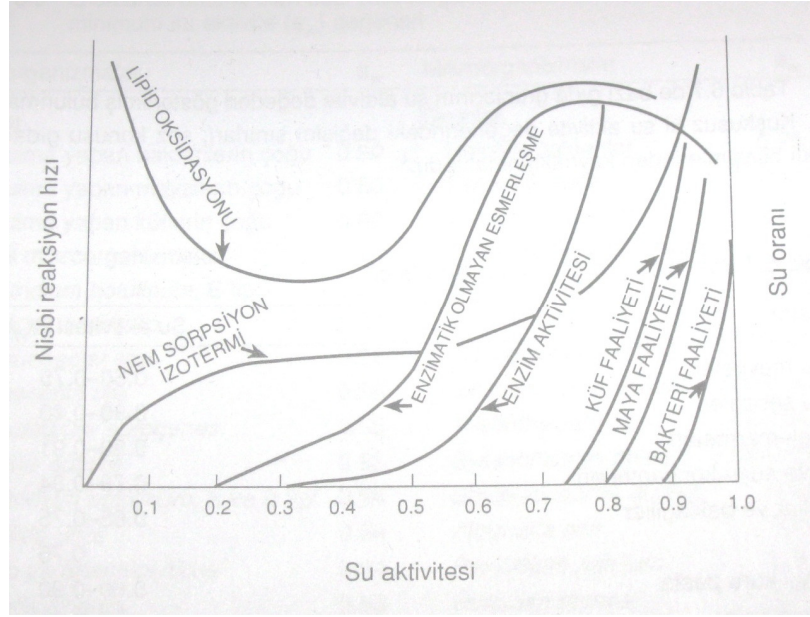
Çizelge 2.5. Bazı ürün guruplarının su aktivite değerleri.

Gıdalar	a_w
Kuru meyveler	0.60-0.75
Kuru sebzeler	0.30-0.40
Tahıllar ve baklagiller	0.65-0.75

Kaynak: Cemeroğlu, 2003.

Su aktivitesi, kuru meyvelerde renk açısından da önem taşır. Enzimatik olmayan kararırma reaksiyonlarının artma olasılığı, a_w değerinin artması ile olur

(0.60–0.70 aralığı maksimum değerlerdir). Genel olarak a_w değerindeki düşüşün artması kararma reaksiyonlarını azaltır. Yağ oksidasyonu orta derecedeki a_w değerlerinde minimum değerlerdedir, a_w değerinin artması ya da azalması durumunda yağ oksidasyonu artar. Bu şekildeki yıkımlar ciddi tat ve koku değişimlerine ve yağda eriyen vitaminlerin azalmasına neden olurlar (Aktaş ve Polat, 2007). Gıda sistemindeki suda eriyen vitaminlerin yıkımı ise a_w değerinin artışıyla artar (Şekil 2.2) (Kırk, 1981).



Şekil 2.2. Gıdalarda bozulmaya neden olan reaksiyonların ve mikroorganizma faaliyetlerinin hızları üzerine su aktivitesinin etkisi (Cemeroğlu, 2003).

2.3.2 Su aktivitesi ölçüm yöntemleri

Su aktivitesi değerinin hesaplanması ile ilgili olarak birçok eşitliğin bulunmasına rağmen en doğru yöntem deneysel yolla sonuca ulaşmaktır. Su aktivitesinin deneysel yolla saptanmasında uygulanan yöntemler genel olarak “gravimetrik” ve “higrometrik” metotlar olarak iki temel gruba ayrılmaktadır. Gravimetrik yöntemde, su aktivitesi saptanacak olan ve başlangıç su oranı bilinen gıda örneği; sabit sıcaklıkta ve sabit nemdeki bir hücrede tutularak nem

bakımından dengeye erişmesi beklenir. Dengeye erişip, erişmediği periyodik olarak tartım yapılmak suretiyle izlenir. Gıda örneğinin söz konusu koşullarda (sabit nem ve sabit sıcaklık) dengeye erişmiş olduğu sabit bir ağırlığa ulaşmış bulunmasıyla anlaşılır. Gıdaların çoğunda sabit ağırlığa ulaşma süresi 24–48 saat civarındadır. Dengeye eriştikten sonra yapılan tartımla toplam ağırlık değişimi belirlenir. Nihayet başlangıç su içeriği ve saptanan ağırlık değişimi yardımıyla gıdanın “denge su içeriği” hesaplanır. Böylece sabit sıcaklık ve sabit nemli bir atmosferde gıdanın “denge su içeriğinin” hangi düzeyde olduğu deneysel verilere göre saptanmış olur. Bu gıdanın belirlenmiş olan bu “denge su içeriğindeyken” sahip olduğu su aktivite değeri aşağıdaki eşitlikteki gibi hesaplanır:

$$a_w = ERH / 100$$

a_w : Gıdanın “denge su içeriği” düzeyinde su içerdği zamanki su aktivitesi

ERH: Gıdanın içinde bulunduğu atmosferin denge bağıl nem düzeyi

(Cemeroğlu, 2003)

Gravimetrik yöntemlerle su aktivitesi tayininde en önemli nokta gıda örneğinin yerleştirildiği hücre atmosferinin bağıl neminin sabit tutulmasıdır (Cemeroğlu, 2003).

Higrometrik yöntemlerin ilkesi; su aktivitesi ölçülecek olan ve içermekte olduğu su oranı bilinen gıda örneğinin çok küçük miktarda tepe boşluğu bulunan bir hücreye yerleştirilmesi, tepe boşluğundaki bağıl nem ile örnek arasında bir dengenin oluşturulmasının beklenmesinden sonra tepe boşluğu bağıl neminin (veya su buharı basıncının) ölçülmesine dayanmaktadır. Bu yöntemde denge oluşumu önceden belirlenmiş bir bağıl nem atmosferinde değil, gıda örneğinin çevresinde kendiliğinden oluşan bağıl nemin sabit bir düzeye erişmesiyle izlenmektedir. Bu nedenle çok duyarlı bağıl nem ölçümü yapabilen higrometrelere

ve bu higrometrelerin kalibrasyonu için “referans nemli ortam” oluşturmaya ihtiyaç duyulur (Cemeroğlu, 2003).

Su aktivitesi değerinin ölçülmesi amacı ile kullanılan aletleri 5 grupta toplamak mümkündür (Fontana, 2002):

1. Polimer higrometre (Hair and polymer hygrometers): Saçın ya da polimerin uzunluğu nem ile birlikte değişir. Saç/polimer yüzde bağıl nemi direkt olarak veren bir yazıcıya ya da okuyucuya bağlıdır (Fontana, 2002).

2. Donma noktası depresyonu (Freezing point depression):

$$a_w = p_{buz} / p_{süpersoğuksu} \text{ (Fontana, 2002).}$$

3. İsopiestik denge (Isopiestic equilibration): Referans materyalin (mikro kristal selüloz) soğurma izotermi belirlenir. Örnek 24–48 saat vakumlu desikatörde referans materyalle dengeye getirilir. Referans materyalin nem içeriği belirlenir ve referans kullanılarak a_w izoterm eğrisi belirlenir (Fontana, 2002).

4. Elektrik higrometre (Electric hygrometers): Dayanıklı veya iletken sensörleri kullanarak bağıl nemi ölçen ve su aktivitesi değerini veren diğer bir yöntemdir. Bu sensörler higroskopik polimerlerden yapılmakta olup denge bağıl neminde sinyal vermektedir. Ticari olanlar 0.015 hata payı ile okuma yapabilmektedir. Bu aletler bağıl nemi elektrik sinyalleri ile bildirmektedir. Sensörler mutlaka bilinen tuz standartları ile kalibre edilmelidir. Ek olarak, ERH örneğin su aktivitesine eşittir (sensör ve örneğin sıcaklığı eşit olduğu zaman). Doğru ölçümler için sıcaklığın kontrolü ve doğru ölçümü önemlidir. Bu yöntemin tasarımı basit ve ucuzdur (Fontana, 2002).

5. Soğutulmuş ayna yardımı ile çiğ noktası sensörleri (Chilled mirror dew point sensor): Bu sistemde örnek, sensör bloğunun karşısındaki örnek kabına yerleştirilir. Sensör bloğunun içinde çiğ noktası sensörü, infrared termometre ve fan bulunur. Çiğ noktası sensörü, havanın çiğ noktası sıcaklığını, infrared termometre de örneğin sıcaklığını ölçer. Bu ölçümlerden tepe boşluğunun (headspace) bağıl nemi hesaplanır (saturasyon buhar basıncının çiğ noktası

sıcaklığının örnekle aynı sıcaklıktaki doymuş buhar basıncına oranı). Örneğin su aktivitesi ve havanın bağıl nem değeri eşit olduğunda boşluğun nem değeri örneğin su aktivitesi değerini verir. Fan eşitliğin hızlanmasını sağlar ve çığ noktası sensörünün geçirgenlik katmanını kontrol eder. Bu yöntemle su aktivitesi değeri 5 dakikadan daha az bir sürede 0.003 hata payı ile okunur. Sıcaklığa dayalı olarak ölçüm yapıldığından kalibrasyona ihtiyaç duyulmamaktadır (Fontana, 2002).

Lertworasirikul ve Tipsuwan (2008), sıcak hava ile kurutma aşamasında kısmi olarak kurutulmuş nişastalı krakerlerin nem ve su aktivitesi değerlerinin tahmini üzerine yaptıkları çalışmada MFNN-NARX modelinin uygun olduğu saptanmıştır. Bu modelde kurutma sıcaklığı, örnek sıcaklığı ve nispi nem dış girdi olarak, nem içeriği ve örneğin a_w değeri durum girdisi olarak kullanılır, 10 dakika kurutma süresi sonundaki nem içeriği ve su aktivitesi tahmini değerini ortaya koymak için kullanılabileceği görülmüştür.

Cao ve arkadaşlarının (2007) yapmış olduğu çalışmada glikoz, laktoz, sodyum klorür ve maltodekstrin sırasıyla %8, %4, %2 ve %7.5'lik konsantrasyonlarda a_w düşürücü ajan olarak seçilmiştir. Mikrobiyal analizler, 0.69–0.70 a_w ve %23.01 nemdeki ürünlerin güvende olduğunu göstermiştir. Suyu uçurulan *Brassica parachinensis*, askorbik asit ve klorofil kaybına uğramış ve depolama süresi boyunca kahverengileşme görülmüştür. Işık almayan ortamdaki vakumlu paketlenme ile askorbik asit ve klorofilin korunması sağlanmış, kahverengileşme durdurulmuştur. Dehidre edilen *Brassica parachinensis*'lerin 4°C'de muhafaza edilmesinin 20-37°C'de muhafaza edilmesinden daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Lavelli ve arkadaşlarının (2007) havuçlarda yapmış olduğu çalışmada su aktivitesinin karotenoid stabilitesi üzerine etkisini incelemiştir. Çalışma sonuçlarında işleme ve depolama aşamasında karotenoid miktarının yüksek tutulması istenmektedir. Suyun tamamen hareket ettirilmesinin yerine havuçların kısmi dehidrasyonu aşağıdaki prosedüre göre önerilmektedir:

a) % 6–11 nem ve 0.31–0.54 a_w değerine düşürülmesi. Bu su aktivitesi aralığında mikrobiyal büyüme durur, enzimatik aktivite ve enzimatik olmayan kararma minimum düzeydedir ve maksimum karotenoid stabilitesi sağlanır.

b) Alternatif olarak da, %11–12 nem ve 0.54–0.75 a_w değerine düşürülmesi. Bu a_w aralığında mikrobiyal gelişim aralığı ve enzimatik aktivite halen minimum düzeydedir, ancak karotenoid stabilitesi ile ilgili sorunlar ve enzimatik olmayan kararmaların oluşması devam etmektedir.

2.4 Kuru Meyve Sektörünün Sorunları

Üretim ve ihracat rakamlarına bakıldığında ülkemizin dünyada kuru üzüm, kuru incir ve kuru kayısı açısından ilk sıralarda yer aldığı görülmektedir. Ancak üretim ve depolama sırasında ortaya çıkan sorunlar özellikle ihracatta zaman zaman sorun yaratmaktadır. Kuru meyvelerde en önemli sorunlar olarak ürünün yüksek nem içeriği, taş, saçma, saman ve benzeri bitkisel veya olmayan yabancı maddeler, mekanik zararlar, depo zararlıları, depoda ortaya çıkan rengin koyulaşması veya şekerlenme gibi kalite kayıpları, mikrobiyal gelişmeler ve mikotoksinler dikkat çekmektedir.

Sorunlar arasında mikotoksinler son yıllarda özellikle ana alıcı konumundaki Avrupa Birliği ülkelerinde en önemli sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Mikotoksinler, ipliksi yapıdaki fungusların misellerinden yada daha spesifik olarak küfler tarafından oluşturulan (Hussein and Brasel, 2001) fungal büyüme ve gelişmede biyokimyasal önemi olmayan ancak tüketildiğinde insan ve hayvan sağlığını tehdit edebilen sekonder metabolitlerdir (Moss, 1991). Toksik bir türün, toksik sekonder metabolitlerden bir yada daha fazlasını ürettikleri bilinmektedir. Bütün küflerin toksijenik olmadığı ve tüm sekonder metabolitlerin toksik olmadığı saptanmıştır (Hussein and Brasel, 2001).

Aflatoksin, okratoksin A, fumonisin ve patulin fungusların ürettiği mikotoksinlerden bahçe ürünlerinde yaygın olan sadece bir kaçıdır. Kurutulmuş ve kükürtlenmiş kayıslarda mikotoksinler henüz sorun olarak ortaya çıkmazken

kurutulmuş üzümde okratoksin A, kurutulmuş incirde ise aflatoksin, okratoksin, ve fumonisin mikotoksinleri önemli riskler olarak ortaya çıkmaktadır.

Mikotoksinlerin ortaya çıkış nedenleri arasında fungal popülasyonu veya gelişmesini tetikleyen veya toksin oluşumuna yol açan çok sayıda faktör bilinmektedir. Bunlar arasında en önemlilerinden biri ürünün su aktivitesi değeridir. Su aktivitesi mikrobiyal gelişme için gerekli olan kullanılabilir su miktarını ifade eder. Üründe bulunan su miktarı yüksek olmasına rağmen eğer enerji seviyesi mikroorganizmalar için düşük ise, gelişmelerinde etkili olmaz. Bu durumda organizma ile ortam arasında ozmotik dengesizlik yaratarak mikroorganizmaların gelişmesini engeller ve ölümlerine neden olur. Mikroorganizma gelişmesi yanında su aktivitesi değeri ile ilişkili olan diğer bir önemli olay ise bu canlıların üretmiş oldukları ve insanlar için zararlı olabilen ikincil ürünlerin oluşumudur (Hussein ve Brassel, 2001).

Aflatoksinler, *Aspergillus* cinsinin farklı türleri tarafından üretilen ve üzerinde en fazla çalışma (5000 den fazla yayın var) yapılan mikotoksin grubudur. 1960 yılında Turkey X hastalığının sonucunda izole edilerek tanımlanmıştır (Asao et al., 1963). Çeşitli fungus türleri tarafından üretilen 20'nin üzerinde aflatoksin çeşidi bulunmuştur. Örneğin, AFB₁ ve AFB₂ *Aspergillus flavus* tarafından üretilirken, *Aspergillus parasiticus* AFB₁, AFB₂, AFG₁, AFG₂ üretmektedir (D'Mello and MacDonald, 1997). Aflatoksin grupları arasında da toksisiteleri bakımından farklılıklar görülmektedir. AFB₁, bu gruplar içerisinde en fazla toksik etki gösteren gruptur. Bu özelliğinden dolayı ülkeler sınır değerleri belirtirken AFB₁ diğerlerinden ayrı olarak değerlendirilir. Çizelge 2.6'da Türkiye ve AB ülkelerinde belirlenmiş AFB₁ ve toplam aflatoksin değerleri verilmiştir.

Çizelge 2.6. Bazı ülkelerin kuru incir için aflatoksin ve kuru üzüm için okratoksin sınır değerleri.

Ülke	Aflatoksin	Aflatoksin Sınır değeri (µg/kg)	Okratoksin Sınır değeri (µg/kg)
ABD	B ₁ +B ₂ +G ₁ +G ₂	20	-
AB Ülkeleri *	B ₁	2	10
	B ₁ +B ₂ +G ₁ +G ₂	4	
Türkiye	B ₁	5	10
	B ₁ +B ₂ +G ₁ +G ₂	10	
Codex Alimentarius	B ₁ +B ₂ +G ₁ +G ₂	10**	-
	B ₁ +B ₂ +G ₁ +G ₂	15***	

* AB ülkelerinin sert kabuklular için öngörülen aflatoksin değerleri Codex Alimentarius'ta kabul edilen sınır değerlere göre 2009 yılından itibaren yükseltilmektedir.

** Tüketime hazır fındık, badem ve Antep fıstığı için

*** İşlenecek (toksin düzeyini azalttığı belirlenen işlemlerden geçecek) fındık, badem ve Antep fıstığı için

Okratoksinler ise *Aspergillus* ve *Fusarium* türleri tarafından üretilen diğer bir mikotoksindir. Okratoksinlerin kimyasal yapısının özelliğinden dolayı kümes hayvanlarında böbrek rahatsızlıklarına neden olmaktadır (Lanza et al., 1980; Manning and Wyatt, 1984). Aynı zamanda farelerde akut toksisite göstermekte (Wannemacher et al., 1991), insanlarda tümör oluşumunu hızlandırdığı bilinmektedir (Krogh, 1978). Okratoksin A (OTA) en toksik gruptur. OTA ilk olarak *A. ochraceus* fungusundan izole edilmiştir (Van der Merwe et al., 1965) ancak daha sonraki çalışmalar uygun iklim koşullarında *Penicillium* türlerinin de

sekonder metabolit olarak bu toksini ürettiklerini göstermiştir (Tsubouchi et al., 1985). Okratoksin ile ilgili çalışmaların aflatoksin kadar henüz çok olmayışı, ürün bazında ülkelerin sınır değerler belirmesini geciktirmektedir. Ancak kuru üzüm için 10 ppb sınır değer olarak alınmış ve 2006 Aralık tarihinde bu değer AB tarafından ikinci bir karara kadar koruma altına alınmıştır. AB'nin ortak OTA limiti belirlenen ürün grupları arasında henüz kuru incir bulunmamaktadır. Ancak Almanya, kuru incir 8 ppb sınır değerini uygulamaktadır.

Meyvacı ve arkadaşları (2005) işlenmemiş çekirdeksiz kuru üzümde (Sultani çekirdeksiz) OTA varlığını araştırdıkları çalışmada 1998-2000 yılları arasında yıllık olarak bağ ve paketlenme evlerinden 264 örnek alınmıştır. Örneklerin %32.2'sinde OTA saptanmadığını, %9.8'inde OTA konsantrasyonunun 10 µg/kg'ı aştığı ve geriye kalan %58'lik kısımda da seviyenin 0.026-10 µg/kg arasında olduğu belirlenmiştir. Yıllar arasında ortalama değerler bakımından büyük farklılıklar gözlenmiştir. 1999-2003 yılları arasında alınan 1885 işlenmiş sultaniye çekirdeksiz kuru üzüm örneğinde Okratoksin A varlığının belirlenmesine yönelik bir diğer çalışmada ise, örneklerin % 9.3'ünde OTA saptanamamış, %0.6'sında 10 µg/kg'ı aşmış, kalan %90.3'lük kısımdaki OTA düzeyi ise 0.3-10 µg/kg aralığında bulunmuştur (Aksoy vd., 2007).

Fumonisin farklı *Fusarium* türleri tarafından oluşturulan bir mikotoksindir. *Fumonisinler*, başta *Fusarium verticilloides* ve *Fusarium proliferatum* olmak üzere birçok *Fusarium* türü tarafından üretilmektedir ve tüm dünyada mısır ve mısır ürünlerinde doğal kalıntı şeklinde bulunurlar (Jackson and Jablonski, 2004). *F. moniliforme*, *Fusarium*ların Lisolea gurubunun üyelerinden olmasına rağmen trichothecenes üretmezler, fusarin ve moniliformin gibi toksik metabolitler üretirler (Moss, 1998). *F. moniliforme* mısırlarda Fumonisin B1 üretebilmektedir. Fumonisin B1'in insanlarda kanserojen etki yaptığı belirtilmektedir. *Fusarium* mikotoksinleri fizyolojik olarak aktif bileşiklerle hem akut hem de kronik etkilere sahiptir. Etkilerin düzeyi, dozun düzeyi ve maruz kalma süresi ile ilişkilidir (Aşkun, 2003).

Su aktivitesi ve sıcaklığın mikroorganizmaların gelişimi üzerine etkilerini araştırmak üzere yapılan bir araştırmada ikisi yer fıstığı, biri kahve ekstraktı

olmak üzere üç *A. niger* izole edilmiştir. Sonuçlar üç *A. niger* suşunda 0.97 a_w ve 30°C sıcaklıkta maksimum büyüme oranına sahip olduğunu ve sıcaklığın büyümede a_w 'nin etkisini değiştirdiği bildirilmektedir. 0.85 a_w değeri büyümenin en yavaş olduğu değer olmasına rağmen 30°C'de önemli büyümeler gözlenmiştir. Kahve ekstraktından izole edilen *A. niger*'lerde inkubasyon dönemi boyunca su aktivitesi değerlerinde büyüme gözlenmemiştir. 0.995–0.940 su aktivitesi ve 25–30°C'de çok kısa bir durgunluk dönemi (<24 saat) gözlenmiştir. Sıcaklığın düşmesi durgunluk dönemini arttırırken, a_w değerinin de aynı zamanda düşmesi bu dönemi biraz daha uzatmaktadır (Astoreca ve ark., 2007). Aynı çalışmada, *A. niger*, *A. awamori* ve *A. carbonarius*'un optimum sıcaklıktaki durgunluk döneminin sırasıyla; 0.97 a_w -2 saatten 0.85 a_w 260 saate, 0.97 a_w -40 saatten 0.85 a_w -235 saate ve 0.97 a_w -2 saatten 0.85 a_w 300 saate çıktığı gözlenmiştir ve değişen sıcaklık artışlarıyla bu değerlerin arttığı bulunmuştur.

Belli ve arkadaşları (2004) şaraplık üzümünden agar ortamından izole ettikleri *A. niger* ve *A. carbonarius*'ların büyümeleri üzerine sıcaklık ve su aktivitelerinin artışı üzerine bir çalışma yapmışlar ve büyüme için optimum sıcaklığın 30-37°C, su aktivitesi değerinin ise 0.98 olduğu bulunmuştur. Ancak *A. carbonarius*'un büyüme oranı, *A. niger*'lerden daha düşük olmuştur.

Marin ve arkadaşları (1998) mısır tanesinden izole edilen *A. niger*'in misel büyümesi üzerine sıcaklık (5-45°C) ve su aktivitesinin (0.995–0.75) etkileri üzerine bir çalışma yapmışlar ve *A. niger*'in büyümesi için optimum a_w değerinin 0.994, sıcaklığın ise 37°C, minimum a_w değerinin ise 0.90 ve sıcaklığın 15°C olduğunu tespit etmişlerdir.

Toksijenik fungusların bulunduğu her ortamda mikotoksinlerin varlığından söz edilemez çünkü fungusların gelişme ve mikotoksin üretmek için ihtiyaç duydukları su aktivitesi değerleri farklılıklar göstermektedir. Genellikle mikotoksin oluşturabilmek için ihtiyaç duyulan a_w değeri, gelişmeleri için gerekli su aktivitesi değerlerinden daha yüksektir (Çizelge 2.7) (Sabancı, 2003).

Çizelge 2.7. Mikotoksin oluşturan bazı funguslar, geliştikleri ve mikotoksin oluşturdıkları su aktivitesi değerleri

Fungus	Gelişme için gerekli (a_w) değerleri	Toksin oluşumu için gerekli (a_w) değerleri	Oluşan mikotoksin
<i>Aspergillus flavus</i>	0.78–0.84	0.83–0.87	AFB ₁
<i>Aspergillus parasiticus</i>	0.78–0.82	0.87	AFB ₁
<i>Aspergillus ochraceus</i>	0.76–0.83	0.83–0.87	OTA
<i>Penicillium aurantiogriseum</i>	0.79–0.85	0.97–0.99	OTA
<i>Penicillium verrucosum</i>	0.81–0.83	0.83–0.90	OTA

Kaynak: Sabancı, 2003.

3. MATERYAL ve METOT

3.1 Materyal

Araştırma, 2007–2008 yılları arasında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünde yürütülmüştür. Araştırma materyalini farklı özellikteki kuru incir, kuru üzüm ve kuru kayısı örnekleri oluşturmaktadır.

3.1.1 Natürel incir

Sarılop incir çeşidine ait güneşte kurutulmuş ortalama ağırlıkları 12.47 g olan %19 nem değerinde herhangi bir işlem görmeksizin doğal durumunu muhafaza eden natürel incir meyveleri kullanılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Natürel incir

3.1.2 İşlenmiş incir

Araştırma, Ege Bölgesi Büyük ve Küçük Menderes Havzalarında yetiştirilen ve ülkemiz kuru incir dış satımının tamamını karşılayan Sarılop incir çeşidinin güneşte kurutulmuş meyveleri üzerinde yürütülmüştür. Ortalama meyve ağırlıkları 16.48 g olan, %4'lük tuz çözeltisi ile yıkanmış ve % 24 nem değerine sahip el ile şekil verilerek işlenmiş lerida tipi incirler kullanılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Lerida tipi işlenmiş incir

3.1.3 Natürel kayısı

Araştırmada Malatya yöresinde yetiştirilen ortalama ağırlığı 6.70 g olan, doğal koşullarda doğrudan güneşte kurutulan %15 nem değerindeki Hacı Haliloğlu çeşidi kayısılar kullanılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Natürel kayısı

3.1.4 Kükürtlü kayısı

Araştırmada Malatya yöresinde yetiştirilen ortalama ağırlığı 3.15 g olan, kükürt yakılarak sarartılan %25 nem değerindeki güneşte kurutulmuş Hacı Haliloğlu çeşidi kayısı meyveleri kullanılmıştır (Şekil 3.4). Kuru kayısı örneklerinin kükürt dioksit değeri 2000 ppm dolayında bulunmuştur.



Şekil 3.4. Kükürtlü kayısı

3.1.5 Bandırılmamış (natürel) üzüm

Araştırmada hiçbir işleme tabi tutulmadan gün ışığında kurutularak % 12 neme sahip ve zenep çöpleri ve salkım iskeletleri temizlenmemiş Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi kullanılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Bandırılmamış (natürel) üzüm.

3.1.6 Bandırılmış üzüm

Bu çalışmada potasa eriyiği olarak isimlendirilen %5 K_2CO_3 +% 0.5 zeytinyağı çözeltisine batırılarak kurutulan, %13 neme sahip ve zenep çöpleri ve salkım iskeletleri temizlenmemiş, Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin güneşte kurutulmuş meyveleri kullanılmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Bandırılmış üzüm.

3.1.7 Örneklerin Nem Miktarları, pH, Suda Çözünür Kuru Madde (SKM) Miktarı ve Titre Edilebilir Asit (TA) Değerleri

Farklı sıcaklıklarda, meyvelerin su içeriği (%) ve su aktivitesi (a_w) ilişkisini incelemek üzere hazırlanan örneklerden tesadüfi olarak seçilen alt örneklerin özellikleri Çizelge 3.1, 3.2 ve 3.3' de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Kuru incir örneklerinin nem miktarları, pH, suda çözünür kuru madde (SKM) miktarı ve titre edilebilir asit (TA) değerleri.

Özellikler	Natürel İncir				İşlenmiş İncir			
	Nem (%)	pH	SKM (%)	TA (%)	Nem (%)	pH	SKM (%)	TA (%)
Düşük	14	5.15	64.66	0.63	14	4.50	63.33	0.64
Orta	19	4.81	59.53	0.62	22	4.80	60.00	0.60
Yüksek	25	5.08	55.53	0.57	27	5.20	53.33	0.49

Çizelge 3.2. Kuru kayısı örneklerinin nem miktarları, pH, suda çözünür kuru madde (SKM) miktarı ve titre edilebilir asit (TA) değerleri.

Özellikler	Natürel Kayısı				Kükürtlü Kayısı			
	Nem (%)	pH	SKM (%)	TA (%)	Nem (%)	pH	SKM (%)	TA (%)
Düşük	19	5.48	70.33	0.76	24	4.19	61.33	0.89
Orta	21	5.46	68.33	0.70	28	4.20	58.00	0.87
Yüksek	25	5.37	64.00	0.68	31	4.09	54.66	0.81

Çizelge 3.3. Kuru üzüm örneklerinin nem miktarları, pH, suda çözünür kuru madde (SKM) miktarı ve titre edilebilir asit (TA) değerleri.

Özellikler	Bandırılmamış (Natürel) Üzüm				Bandırılmış Üzüm			
	Nem (%)	pH	SKM (%)	TA (%)	Nem (%)	pH	SKM (%)	TA (%)
Düşük	12	3.98	73.33	1.32	11	4.08	74.66	1.22
Orta	15	3.98	71.33	1.26	14	4.12	68.66	1.15
Yüksek	19	3.96	66.66	1.23	19	4.12	66.66	1.12

3.2 Metot

3.2.1 Örneklerin hazırlanması

Tüm örnekler kendi içersinde gruplandırılarak 400g'lık üç farklı guruba ayrıldı. Ayrılan her gurup dış ortamdan herhangi bir nem alış verişinin olmasını engellemek ve meyvelerin denge nemine ulaşması için cam kavanozlara yerleştirilerek bekletilmiştir. 400 g'lık üç farklı guruba ayrılan her ürün kendi arasında 100g'lık alt guruba ayrılmıştır. Natürel incirde %12-25, işlenmiş incirde %14-27, natürel kayısıda %19-25, kükürtlü kayısıda %24-31, bandırılmamış (natürel) üzümde %12-19 ve bandırılmış üzümde %11-19 nem aralıklarında örnekler oluşturulmuştur. Hazırlanan örneklerden düşük, orta ve yüksek nemde olmak üzere üç farklı set oluşturulmuştur.

3.2.2 Ham maddenin kimyasal özelliklerinin belirlenmesi

Nem değeri ayarlanmış kuru incir, kayısı ve üzüm meyveleri ayrı ayrı kıyma makinesinden geçirilmiştir. Her meyve gurubundan alınan 15 g örnek 100 ml saf suda 4 saat bekletildikten sonra blender ile parçalanarak kaba filtre kağıdından süzölmüştür. Bu süzöntüdeki SKM miktarı refraktometre (Atago, ATC-1) kullanılarak belirlenmiş ve sonuçlar % olarak verilmiştir. Titre edilebilir asit miktarı, alınan 20 ml örneğin pH 8.1 gelinceye kadar 0.1 N NaOH titre edilerek belirlenmiş ve hakim asit olan sitrik asit cinsinden % olarak ifade edilmiştir. pH değeri pH metre (Mettler Teledo MP220) yardımı ile ölçölmüştür. Bu analizler her ürün tipinde üç tekrarlı olarak yapılmıştır.

3.2.3 Farklı nem düzeyindeki örneklerin hazırlanması

Ürünlerin sahip oldukları nem düzeyinden daha düşük değerler için örnekler açık havada bekletilmiştir. İlk nemden daha yüksek nem değerlerine ulaşmak için süzgeç benzeri alt kısmı delikli bir tepsiye alınan ürün su dolu bir kabın üzerine, su ile ürün arasında mesafe kalacak şekilde, oturtulup üzeri kapatılarak istenilen nem seviyesine getirilmiştir. Farklı nem seviyelerine getirilmiş olan 100g'lık örnekler ölçüm için 10 tekerrür olacak şekilde gruplara ayrılmıştır.

3.2.4 Su aktivitesi (a_w)

Örneklerin su aktivitelerinin ölçümünde Testo 650 su aktivitesi ölçüm cihazı kullanılmıştır. Cihazın ölçüm aralığı sıcaklık için -20°C 'den 70°C 'ye, nem için %0–100, su aktivitesi için 0.0–1.0 a_w ve hassasiyeti 0.001 olarak bildirilmektedir. Nemi ayarlanmış örnekler, kıyma makinesinde çekildikten sonra su aktivitesi ölçüm cihazının kaplarına kabın tamamı dolu olacak şekilde dolduruldu. Numaralandırılan kaplar bir poşete ve daha sonra cam bir kavanoza konulmuştur. Hazırlanan on örnekler 15°C , 25°C ve 35°C 'deki sıcaklıklarda 10 tekrarlı olarak su aktivitesi (a_w) ölçülmüştür (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Hazırlanan örneklerde su aktivitesi ölçümü

3.2.5 Nem (su) miktarı (%)

Kurutulmuş meyve örnekleri 65°C 'deki etüvde (Şekil 3.8) sabit ağırlığa ulaşınca dek kurutularak nem miktarı % olarak hesaplanmıştır(AOAC, 1990)



Şekil 3.8. Meyve örneklerindeki su miktarının saptanması

3.2.6. İstatistiki değerlendirme

Tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülen çalışmada elde edilen veriler, her ürün tipi için ayrı ve 10 tekrarlamalı olarak değerlendirilmiştir. Denemeden elde edilen veriler SPSS 16.0 (SPSS Inc., USA) istatistik paket programı kullanılarak analize tabi tutulmuş, ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testi ($P \leq 0.05$) ile belirlenmiştir. Elde edilen meyve nemi (su) ve su aktivitesi verileri (Ek 1, Ek 2, Ek 3), Microsoft Excel programı kullanılarak noktasal dağılım grafiği çıkarılmış ve regresyonu açıklayan doğrusal denklemler ve R^2 değerleri hesaplanarak verilmiştir. Geniş aralıklar içinde adsorpsiyon ve desorpsiyon verileri sigmoidal dağılım göstermekle birlikte, araştırmada daha dar aralık içinde değişimi açıklamak üzere doğrusal ilişkiler 15, 25 ve 35°C gibi uygulamada karşılaşılabilecek 3 farklı sıcaklık için hesaplanmıştır.

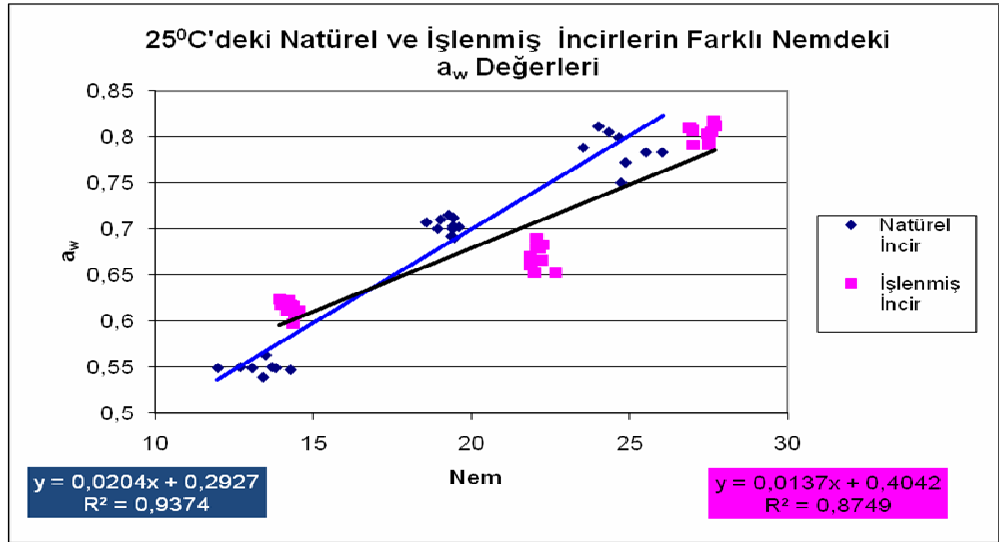
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmada ele alınan üç kuru meyve için farklı ürün tipleri ayrı ayrı ele alınarak incelenmiştir. İncelemelerde öncelikle 25°C de ürünün ele alınan 2 farklı işlem görmüş (işlenmiş ve işlenmemiş kuru incir; kükürtlenmiş ve kükürtlenmemiş kuru kayısı; bandırılmış ve bandırılmamış kuru üzüm) tipi değerlendirilerek uygulanan işlemin etkisi irdelenmiştir. Daha sonrasında ise söz konusu kuru meyvelerin gelişme, olgunlaşma ve kurutma sürecinde ve normal koşullardaki depolama sırasında maruz kaldıkları 15, 25 ve 35 °C ele alınarak ilişkiler irdelenmiştir.

4.1 Ürünlerde Sıcaklık-Nem- a_w İlişkisi

4.1.1. Kuru incir

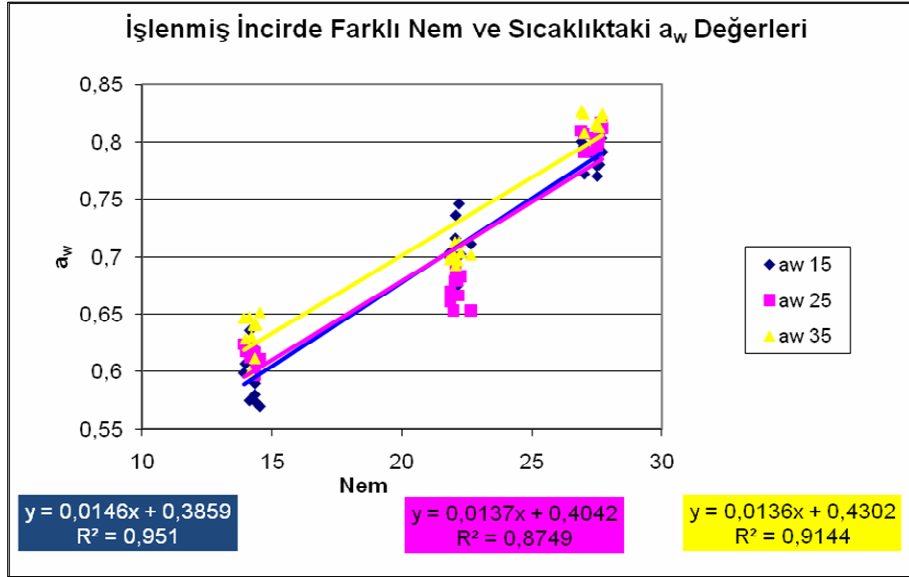
Natürel ve işlenmiş incirde 25°C de yapılan ölçümlerde elde edilen önemli doğrusal ilişkide, nemdeki birim artışa oranla su aktivitesindeki görülen artış hızının natürel incirde (0.0204) işlenmiş incire (0.0137) göre daha fazla olduğu saptanmıştır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Natürel ve işlenmiş incirde farklı nem değerlerinin su aktivitesi ile ilişkisi.

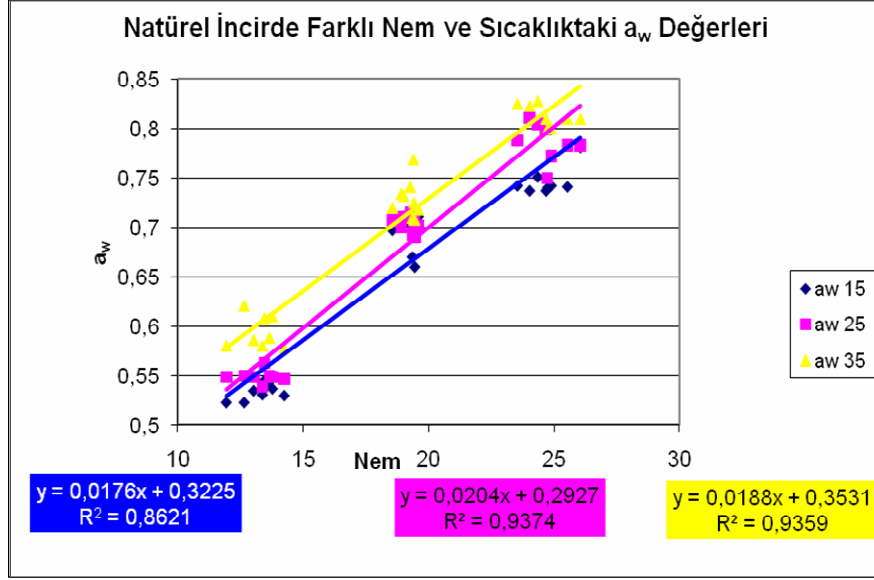
Natürel ve işlenmiş kuru incirlerde nem artışlarının (düşük-orta-yüksek) a_w değerine etkisi istatistiksel anlamda önemli ($P \leq 0.01$) olmuştur. Su miktarındaki artışa paralel olarak a_w değerinde doğrusal gelişen yükseliş görülmüş, yüksek nem içeren natürel kuru incir grubunda a_w değeri ortalama 0.786, işlenmiş kuru incirde ise 0.803 olarak saptanmıştır. Lerida tipi olarak işlenen kuru incirler % 4 lük tuz çözeltisinde yıkanmaktadır. Elle şekil vermeyi kolaylaştırmak ve meyveyi yumuşatmak üzere yıkama süresi ve yıkama suyunun sıcaklığı özellikle ürüne ve mevsime bağlı olarak değişmektedir. Ortaya çıkan farklılığın özellikle ürünün yıkanması sırasında ortaya çıkan içerik kayıplarına bağlı olduğu düşünülmektedir.

Aflatoksin oluşturan fungusların gelişme ve aflatoksin oluşturmaları için sınır değer olarak verilen (Sabancı, 2003) kritik su aktivitesi değeri olan $a_w=0.70$ elde edilen denklemler irdelendiğinde, işlenmemiş natürel incirde % 20 (% 19.96), işlenmiş kuru incirde ise % 21.6 düzeyinde oluşmaktadır. Kuru incir standardında (TS 541) üründe izin verilen maksimum nem düzeyi natürel incirde %24, işlenmiş incirde %26 olarak belirtilmektedir. Bu değerler 25°C deki üründe denkleme yerleştirildiğinde sırasıyla $a_w=0.76$ ve 0.78 su aktivitesi sınır değerlerine karşılık gelmektedir. Standartta belirtilen kuru incir maksimum su içerikleri, küf gelişimi ve aflatoksin oluşumu açısından değerlendirildiğinde kuru incirlerin 25°C saklanması durumunda bu nem içeriğinde güvenli olmadıkları ve riskin bulunduğu görülmektedir.



Şekil 4.2. İşlenmiş incir meyvelerinde farklı sıcaklıklarda nem seviyeleri ile su aktivitesi ilişkisi.

İşlenmiş incirde farklı sıcaklık ve nem miktarlarında yapılan su aktivitesi ölçümlerinde; su aktivitesi ile nem arasında görülen doğrusal ilişki en iyi 15 °C’de yapılan ölçümlerde görülmüştür (Şekil 4.2). Kritik değer $a_w=0.70$ alındığında işlenmiş kuru incirlerde kritik nem içeriği 15 °C’de % 21.5, 25 °C’de % 21.6 ve 35°C’de % 19.8 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan sınır nem içerikleri, TS 541 deki % 26 değeri ile karşılaştırıldığında standartta izin verilen nem düzeyinin 15-35°C gibi geniş sıcaklık aralığında da toksin oluşumu açısından oldukça riskli olduğu görülmektedir.

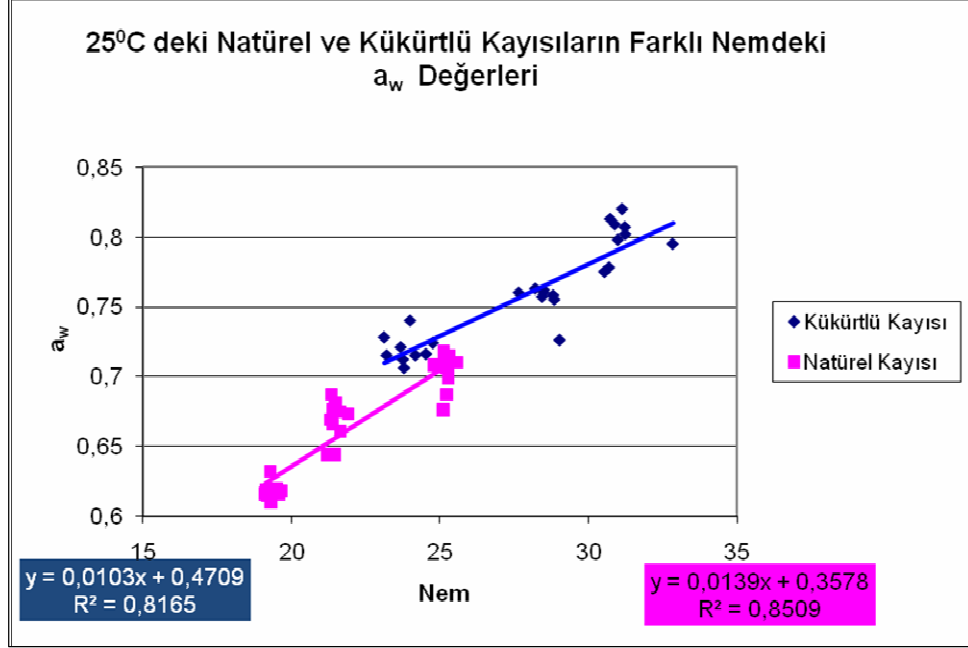


Şekil 4.3. Natürel incir meyvelerinde farklı sıcaklıklarda nem seviyeleri ile su aktivitesi ilişkisi.

Natürel kuru incir meyvelerinde farklı sıcaklıklarda nem seviyeleri ile su aktivitesi ilişkisi incelendiğinde doğrusal düzeyde gelişen önemli ilişkiler saptanmıştır. İlişkileri açıklayan doğrulardan birim nem artışının 15°C’de 0.018, 25°C 0.020 ve 35°C’de 0.019’luk su aktivitesi artışlarına neden olduğu görülmektedir (Şekil 4.3).

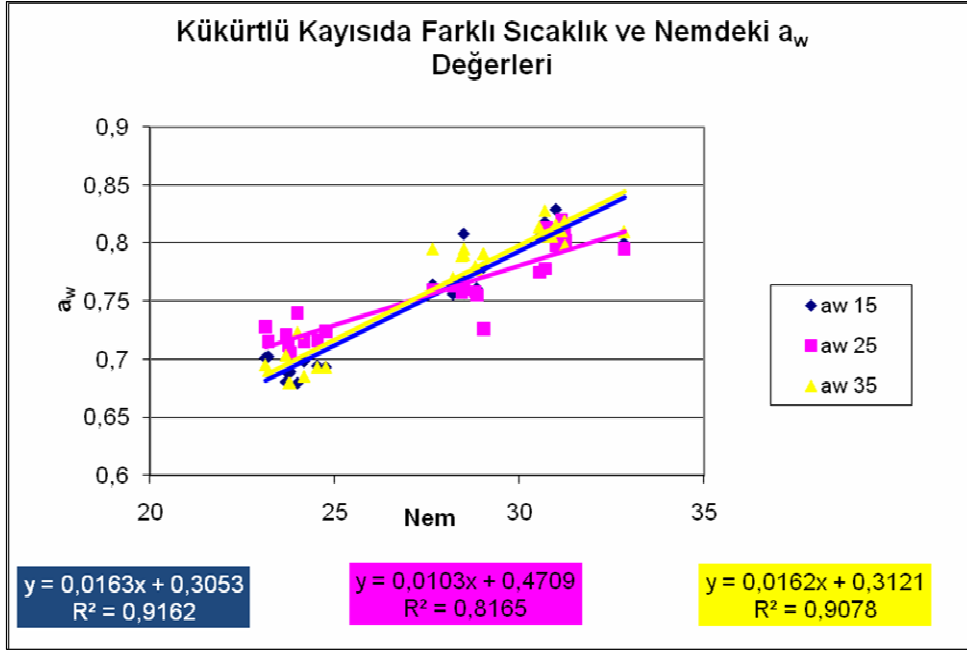
4.1.2. Kuru kaybı

Natürel ve kükürtlü kayısıda 25 °C’de yapılan ölçümlerde elde edilen doğrusal ilişkiyi açıklayan denklemlerden kritik su aktivitesi değeri olarak kabul edilen, $a_w=0.70$, natürel kayısıda % 24.6, kükürtlü kayısıda ise % 22.2 düzeyinde oluştuğu izlenmektedir (Şekil 4.4.).



Şekil 4.4. Natürel ve kükürtlü kayısıda farklı nem değerlerinin su aktivitesi ile ilişkisi.

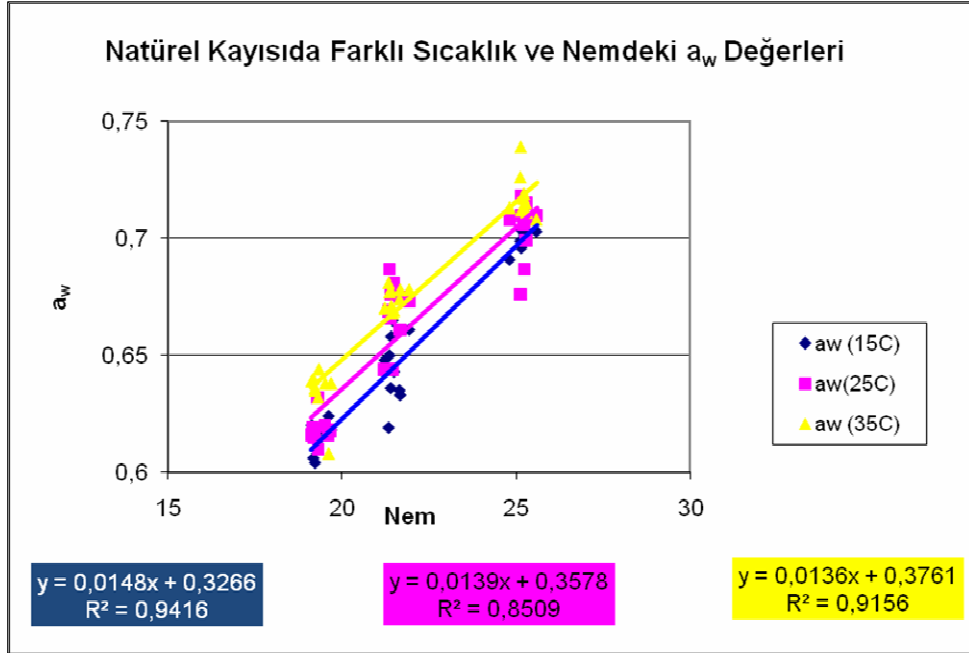
Natürel ve kükürtlenmiş kuru kayısıda nem miktarındaki artışların a_w değerine etkisi önemli bulunmuş ($P \leq 0.01$) olup ürünün nem miktarı yükseldikçe a_w değeri de doğrusal olarak yükselmiştir. Natürel kuru kayısıda yüksek nem içeren grupta ortalama a_w değeri 0.704 ile en yüksek iken düşük nem içeriğinde ise 0.618 ile en düşük olarak saptanmıştır. Benzer şekilde kükürtlü kayısıda da en yüksek nem içeren grupta ortalama su aktivitesi 0.800, en düşüğe ise 0.720 olarak saptanmıştır. Kuru kayısı standardında (TS 485) üründe izin verilen maksimum nem düzeyi natürel kayısıda %22, kükürtlenmiş kayısıda %25 olarak belirtilmektedir. Bu değerler 25°C deki üründe sırasıyla $a_w = 0.625$ ve 0.786 su aktivitesi sınır değerlerine karşılık gelmektedir. Bu su aktivitesi değerleri irdelendirildiğinde, özellikle kükürtlenmiş kayıslarda yüksek su aktivitesi nedeniyle sorun yaşanabileceği gibi görünse de kükürdün antimikrobiyal etkisi nedeni ile bu riskin bulunmadığı belirtilebilir (Jay, 1992; Ünlütürk, 1999, Anonymous, 2002). Ancak natürel kuru kayısların birim nem artışında kükürtlenmişlerden daha hızlı su aktivitesi artışı yaşadıkları düşünüldüğünde özellikle mikrobiyal aktivite açısından natürel kayıslarda önerilen % 22'lik düzeyin üzerinde sorunların yaşanacağı görülmektedir.



Şekil 4.5. Kükürtlü kayısı meyvelerinde farklı sıcaklıklarda nem seviyeleri ile su aktivitesi ilişkisi.

Kükürtlü kayısıda farklı sıcaklık ve nem miktarlarında yapılan su aktivitesi ölçümlerinde; su aktivitesi ile nem arasındaki doğrusal ilişki 15 °C’de ve 35°C’de birbirine oldukça yakın bulunmuştur. Kükürtlü kayısılarda ortaya çıkan riskin ancak uzun depolama süresi sonucunda düşük kükürt düzeylerine ulaşıldığında yaşanabileceği düşünülebilir. Nitekim yapılan çalışmalar kükürtlenmiş kuru kayısılarda depolanma süresinin uzamasıyla kükürt dioksit miktarının azaldığı ve ürünün giderek kalitesini kaybettiği ve daha kolay zararlanabilir hale geldiğini ortaya koymuştur (Rosella et al., 1994; Asma, 2000; Sen et al., 2009).

Sıcaklığın artmasına bağlı olarak su aktivitesinin de artış gösterdiği Şekil 4.6’dan izlenmektedir. Ancak farklı sıcaklık ve nem seviyelerinde natürel kayısıda yapılan su aktivitesi ölçümlerinde, su aktivitesinin neme bağlı artış hızının az da olsa en fazla olduğu sıcaklıkların 15°C’de olduğu, 25-35°C’de ise benzer olduğu gözlenmiştir.



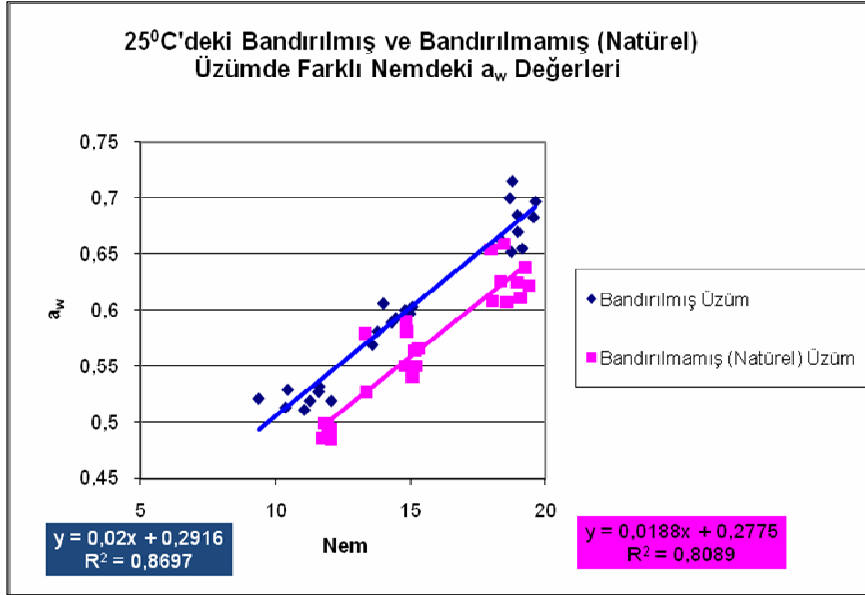
Şekil 4.6. Natürel kayısı meyvelerinde farklı sıcaklıklarda nem seviyeleri ile su aktivitesi ilişkisi.

4.1.3. Kuru üzüm

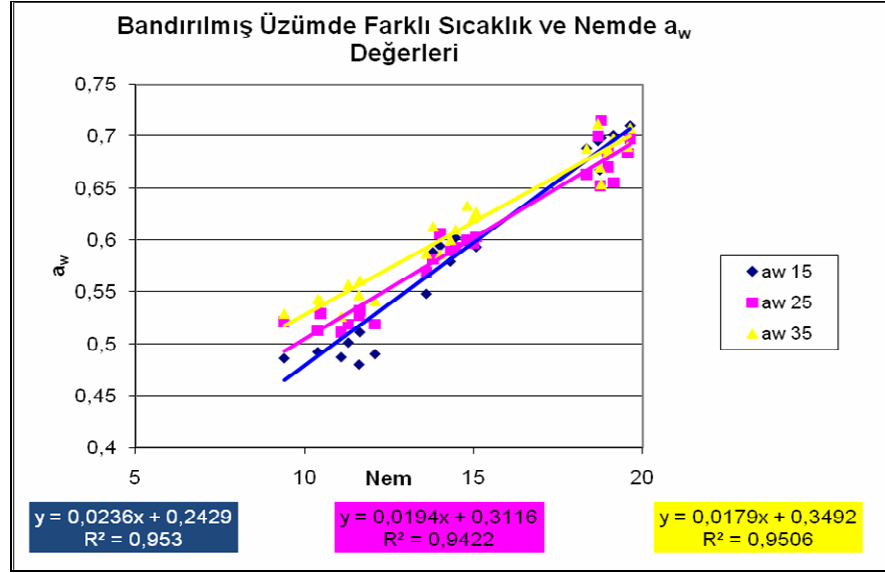
Potasyum karbonat eriyiğine bandırılarak kurutulan ve bandırılmadan (natürel) kurutulan çekirdeksiz kuru üzümde 25 °C de yapılan ölçümlerde, su aktivitesi değerlerinin bandırılmış üzümde daha yüksek olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.7).

Bandırılmış ve bandırılmamış kuru üzümde farklı su miktarlarının (düşük-orta-yüksek) a_w değerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.01$) bulunmuştur. Nem düzeyi en yüksek olan natürel ve bandırılmış kuru üzümde a_w değeri sırasıyla 0.628 ve 0.680 ile en yüksek bulunurken, nem içeriği düşük olanlarda ise sırasıyla 0.501, 0.521 ile en düşük değerlere ulaşılmıştır. Sınır değer olarak verilen su aktivitesi değeri, $a_w=0.70$ (Sabancı, 2003), bandırılmış üzümde % 20.4, bandırılmamış (natürel) üzümde ise % 22.4 düzeyinde oluşmaktadır. Kuru üzüm standardında (TS 3411) üründe izin verilen maksimum nem düzeyi %18 olarak belirtilmektedir. Bu değerler 25°C'deki bandırılmış ve bandırılmamış (natürel) üzümde sırasıyla $a_w=0.617$ ve 0.562 su aktivitesi sınır değerlerine

karşılık gelmektedir. Bu su aktivitesi değerleri küf gelişimi ve okratoksin A oluşumu açısından değerlendirildiğinde kuru üzümün 25°C’de saklanması durumunda gerek küf gelişimi gerekse aflatoksin oluşumu açısından riskin bulunmadığı görülmektedir (Aksoy vd., 2008; Meyvacı vd., 2005).

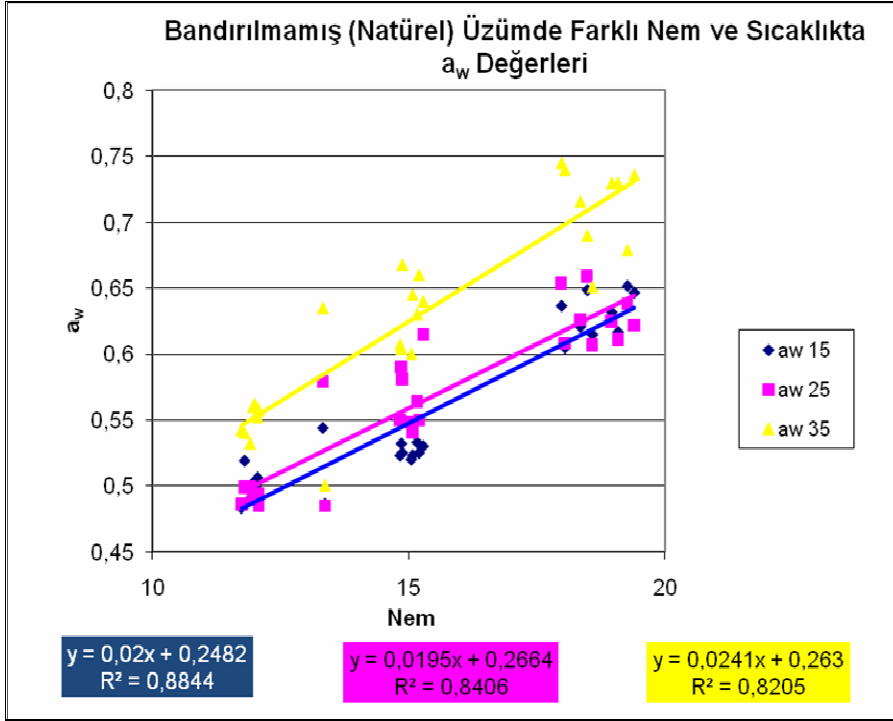


Şekil 4.7. Bandırılmış ve bandırılmamış (natürel) üzümde farklı nem değerlerinin su aktivitesi ile ilişkisi.



Şekil 4.8. Bandırılmış üzüm meyvelerinde farklı sıcaklıklarda nem seviyeleri ile su aktivitesi ilişkisi.

Bandırılmış üzümde farklı sıcaklık ve nem miktarlarında yapılan su aktivitesi ölçümlerinde; su aktivitesi ile nem arasındaki doğrusal ilişkiyi ortaya koyan grafikler (Şekil 4.8) eğilimi önemli ölçüde temsil etmektedir. Düşük nem değerlerinde sıcaklığın artışına bağlı olarak paralel başlayan değişim, birim nem miktarındaki artışa karşılık su aktivitesi değerinde 15°C'de 0.0236, 25°C'de 0.019 ve 35°C'de 0.0179'luk artış hızları nedeni ile % 15 nem değerinden itibaren birbirine yakın değerler sergilemiştir. Mikroorganizmaların gelişimi için kritik değer $a_w=0.70$ alındığında bandırılmış kuru üzümde kritik nem içeriği 15°C'de %19.3, 25°C'de %20.0 ve 35°C'de %29.5 olarak hesaplanmıştır. Bu nem içerikleri TS 3411 de izin verilen maksimum % 18 değeri ile karşılaştırıldığında standartta izin verilen nem düzeyinin 15-35°C gibi geniş sıcaklık aralığında da toksin oluşumu açısından riskli bir durum gözlenmemektedir.



Şekil 4.9. Bandırılmamış (natürel) üzüm meyvelerinde farklı sıcaklıklarda nem seviyeleri ile su aktivitesi ilişkisi.

Farklı sıcaklık ve nem seviyelerinde bandırılmamış (natürel) üzümde yapılan su aktivitesi ölçümlerinde, su aktivitesinin 35°C’de diğer 2 sıcaklıktan önemli düzeyde farklılığın ortaya çıktığı görülmektedir (Şekil 4.9). Bandırılmış ve bandırılmamış (natürel) üzümler farklı nem ve sıcaklıklarda birlikte değerlendirildiğinde; 15, 25 ve 35°C’deki nem artışına bağlı su aktivitesi artışının en fazla bandırılmış üzümde olduğu gözlenmiştir. Bandırma işlemi sırasında üzüm meyvesini kaplayan mum tabakasında plakaların ayrılması ve böylece kurumanın hızlandırılması amaçlanmaktadır. Meyve yapısında meydana gelen bu değişikliğin ürünü dış ortam ile nem alışverişi açısından daha uygun hale getirdiği görülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmada incelenen kuru meyveler, nem içeriği açısından Labuza ve arkadaşları, 1970 ve Cemeroğlu (2003) nun tanımlamasına göre (B) bölgesinde, yani monomoleküler katman üzerinde çok sıralı olarak bulunan su molekülü katmanıdır. Bu katmandaki su, gittikçe azalan bir adsorpsiyon gücüyle bağlanmış olduğundan tekli katmana göre daha gevşek niteliktedir. Bu sebeple, gıdanın su içeriğindeki hafif bir değişme, denge bağıl neminde (su aktivitesinde) önemli bir değişmeye neden olur. Yapılan değerlendirmelerde ele alınan kuru meyvelerin bu açıdan farklılık gösterdiği ve incelenen bandırma, kükürtleme gibi işlemlerin önemli etki yarattığı belirlenmiştir. Özellikle natürel ve işlenmiş kuru incir ile kuru kayısı açısından standartta yer alan meyve su (nem) içeriğinin mikrobiyal gelişme açısından sorun yaratabileceği görülmektedir. Sıcaklığın artmasına bağlı olarak ürünün su aktivitesinde de önemli artışlar ortaya çıkmaktadır. Astoreca ve arkadaşlarının (2007) su aktivitesi ve sıcaklığın mikroorganizmaların gelişimi üzerine yaptığı çalışmada, yer fıstığı ve kahve ekstraktı ortamlarında *A. niger* suşunun $0.97 a_w$ ve 30^0C sıcaklıkta maksimum büyüme oranına sahip olduğunu ve sıcaklığın büyümede a_w 'nin etkisini değiştirdiği bildirilmiştir. İncelenen farklı işlemlerden kuru incirde işleme sırasında uygulanan yıkama ve benzeri işlemlerin riski azaltıcı yönde etki yaptığı, buna karşılık kükürtleme ve bandırma işlemlerinin tetikleyici yönde etki yarattığı görülmüştür. Meyvacı ve arkadaşlarının (2005) yapmış olduğu çalışmada kullanılan işlenmemiş Sultani çekirdeksiz üzümün %32.2'lik kısmı OTA bakımından temiz bulunurken, Aksoy ve arkadaşları (2007)'nin işlenmiş Sultani çekirdeksiz üzümde %9.3 oranında ürün OTA bakımından temiz bulunmuştur. Ancak kuru kayısılarında kükürdün antimikrobiyal etkisi bu olumsuz durumu tümüyle ortadan kaldırmakla birlikte, uzun süreli depolamada kükürt dioksit miktarının azalmasıyla dokuda meydana gelen hasarlanmalar ürünü daha da korumasız hale getirebilecektir (Jay, 1992). Yapılan değişik çalışmalar özellikle de normal (soğutmasız) depo koşullarında kuru kayısıların kükürt dioksit miktarının giderak azaldığını göstermiştir (Asma, 2000; Sen ve ark., 2009). Kuru kayısı meyvesinde bulunan kükürt, parçalanarak veya meyveden direkt atmosfere verilerek ilk altı ay içinde %50 oranında azalmaktadır. Kuru kayısıda kükürt miktarı 1200-1500 ppm'e

inince depoda böcek zararı başlamakta, kayısının doğal sarı rengi kaybolmakta ve kararıp esmerleşmektedir (Asma, 2000; Cemeroglu, 2003; Sen ve ark., 2009).

Elde edilen veriler kuru incirde ve kuru üzümde rastlanan aflatoksin ve okratoksin A oluşumunun büyük ölçüde hasat öncesi ve/veya sırasında meydana geldiğini bildiren araştırmacıları destekler niteliktedir (Aksoy ve ark., 2003; Aksoy ve ark., 2007; Meyvacı, ve ark., 2005). Kuru meyve sektöründe ürünün olgunlaşma ve kuruma başlangıç dönemlerinde üretim bölgesinin sıcaklık değerlerinin 25°C ve üzerinde seyrettiği bilindiğinden ortaya çıkacak daha yüksek su aktivitesi değerleri mikrobiyal bulaşmaları ve sonrasında toksin oluşum riskini arttırabilecektir. Marin ve arkadaşlarının (1998) mısırdan yapmış olduğu çalışmada *A. niger*'in büyümesi için optimum a_w değerinin 0.994, sıcaklığın ise 37°C, minimum a_w değerinin ise 0.90 ve sıcaklığın 15°C olduğu ortaya konulmuştur. Bu açıdan kuru incir ve natürel kuru kayısının büyük önem taşıdığı belirlenmiştir. Ancak yeterli düzeyde kurutulmuş ve kritik düzeyin altında neme sahip ürünlerde depolama sırasında sıcak ve nemli odakların oluşturduğu tehdit dışında mikrobiyal gelişme veya toksin oluşum riski bulunmamaktadır. Bu açıdan özellikle kuru incirde riskin yüksek olması nedeni ile TS 541 nolu standartta natürel ve işlenmiş kuru incirler için izin verilen % 24 ve % 26'lık nem düzeylerinin aşağı çekilmesi önerilebilir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

Aksoy, U., Eltem, R., Meyvacı, K. B., Altındışli, A., Karabat, S. 2007, Five-year survey of ochratoxin A in processed sultanas from Turkey. Food Additives and Contaminants. 24 (3), 292-296.

Aksoy, U., Eltem, R., Kösoğlu, İ., Gezgin, Y., Meyvacı, K. B. 2006. Kuru İncir (*Ficus carica* cv. Sarılop) Meyvelerinde Fumonisin Varlığının Araştırılması, TÜBİTAK, Proje No. 105 O 302 Yayınlanmamış Rapor.

Aksoy, U., Sabır, E., Meyvacı, K. B., Eltem, R., Ateş, M., Gezer, T., Çakır, M., Arasiler, Z., Turgut, 2003. Kuru İncirlerde Okratoksin A Oluşumu ve Potansiyel Okratoksijenik Küflerin İzolasyonu ve Tanımlanması, TOGTAG/TARP 2574-9 nolu Proje Sonuç Raporu (Yayınlanmamış).

Aksoy, U., H. Z. Can, K. B. Meyvacı, F. Sen, 2008. Kuru İncir. Türk Sultanları: Çekirdeksiz Kuru Üzüm, Kuru İncir, Kuru Kayısı - Ege Kuru Meyve ve Mamulleri İhracatçıları Birliği, İzmir.

Aktaş, T., Polat, R., 2007, Changes in the drying characteristics and water activity values of selected pistachio cultivars during hot air drying, Journal of Food Process Engineering 30, 612-613.

Andrews, L.S., Godshall, M.A., Moore, S., 2002, Sucrose degradation under model processing conditions. Journal of Food Science, 67(5), 1621-1624.

Anonim, 2002a. TS 3411 Çekirdeksiz Kuru Üzüm Standardı

Anonim, 2002b. TS 485 Kuru Kayısı Standardı

Anonim, 2006. TS 541 Kuru İncir Standardı

Anonim, 2007. Çekirdeksiz Kuru Üzüm Üreticileri Uluslar Arası Konferansı

Anonim, 2008. Ege İhracatçı Birlikleri Verileri

Anonim, 2009. Malatya ticaret borsası 2009 yılı verileri

Anonymous, 2002. Chemical Preservation, FAO. (web site: <http://www.fao.org/docrep/V5030E/V5030Eod.htm>).

Astoreca, A., C., Magnoli, C., Ramirez, M. L., Combina, M., Dalcero, A. 2007, Water activity and temperature effects on growth of *Aspergillus niger*, A.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

awamori and *A. carbonarius* isolated from different substrates in Argentina. International Journal of Food Microbiology. 119, 314-318.

Aşkun, T., 2003, Gıdalarda buluna bazı mikotoksinler ve önemi, Mikotoksinler, Biyoteknolojisi; Sorunlar ve Çözümler Çalıştayı, 17-20 Haziran 2003, Bornova İZMİR

Asma, B.D., 2000, Kayısı Yetiştiriciliği, Malatya.

Belitz, H.D., Grosch, W., 1999, Food Chemistry. Berlin: Springer Verlag.

Belli, N., Marin, S., Sanchis, V., Ramos, A. J. 2004, Influence of water activity and temperature on growth of isolates of *Aspergillus* section *Nigri* obtained from grapes. International Journal of Food Microbiology. 96 (1), 19-27.

Bennion, M., 1985, Introductory Foods (8th ed.). New York: Macmillan.

Bone, D., 1973, Food Technol. 27 (4):71

Cao, H., Zhang, M., Mujumdar, A. S., Xiano, G., Sun, J., 2007, Study on reduction of water activity and storage stability for dehydrated *Brassica parachinensis* with intermediate moisture. Drying Technology. 25:4, 669-674.

Cauie, M., 1981, J. Food Sci. 47: 322.

Cemeroğlu, B., 2003, Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği, Yayın No:28, Ankara.

Chirife, J., Ferro-Fontan, C., Vigo, S., 1982, J. Agric Food Chem. 29: 1085

Chuang, L., Toledo, R.T., 1976, J. Food Sci. 41:922

D'Mello, J.P.F., MacDonald, A.M.C., 1997, Mycotoxins. Anim. Feed Sci. Technol. 69, 155–166.

Fennema, O., 1996, Food Chemistry (2nd ed.). NY & Basel: Marcel Dekker Inc.

Fontana, A.J., 2000, Water activity's role in food safety and quality, Second NSF International Conference on Food Safety, October 11-13, 2000 Savannah, GA, USA.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Fontana, A. J., 2002, Measurement of water activity. in Fundamentals of Water Activity. IFT Continuing Education Committee, June 14–15, Anaheim, CA, USA.

Gabriel, A.A., 2008, Estimation of water activity from pH and Brix values of some food products, Food Chemistry 108, 1106-1108.

Holtzclaw, H., Robinsons, W., 1988, General Chemistry. D.C. Heath & Company.

Hussein, H. S., J. M. Brasel, 2001, Toxicity, metabolism, and impact of mycotoxins on humans and animals, Toxicology 167, 101–134.

İlter, E., A. Altındışli, 2008, “Çekirdeksiz Kuru Üzüm, ”. Türk Sultanları, Çekirdeksiz Kuru Üzüm, Kuru İncir, Kuru Kayısı. Ege Kuru Meyve ve Mamulleri İhracatçıları Birliği, İzmir.

Jackson, L., Jablonski, J., 2004, Fumonisin. In: Magan, N., Olsen, M. (Eds.), Mycotoxins in Food Detection and Control. Woodhead Publishing Ltd. and CRC Press LLC, pp. 367–405.

Jay, M.J., 1992. Modern Food Microbiology Fourth Edition, Chapman and Hall, New York. Pp: 13-38.

Jay, J.M., 2000, Modern food microbiology (6th ed.). Singapore: APAC Publishers.

Kaplow, M., 1970, Food Technol. 24

Karaçalı, İ., 2006, Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 494.

Kirk, J.R., 1981, Influence of water activity on stability of vitamins in dehydrated foods. In Water Activity: Influences on Food Quality (L.B. Rockland and G.F. Stewart, eds.) s. 631-1981,

Krogh, P., 1978, Casual association of mycotoxic nephropathy. Acta Pathol. Et Microbiol. Scand. 269, 1S-28S.

Labuza, T.P., Tannenbaum, S.R. and Karel, M., 1970, Food Technol. 24:543.

Lanza, G.M., Washburn, K.W., Wyatt, R.D., 1980, Variation with age in response of broilers to aflatoxin. Poult. Sci. 59, 282–288.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Lavelli, V., Zanoni, B., Zaniboni, A., 2007, Effect of water activity on carotenoid degradation in dehydrated carrots. Food Chemistry 104, 1705-1711.

Lertworasirikul, S., Tipsuwan, Y., 2008, Moisture content and water activity prediction of semi-finished cassava crackers from drying process with artificial neural network, Journal of Food Engineering 84, 73-74

Manning, R.O., Wyatt, R.D., 1984, Effect of cold acclimation of broiler chicks on susceptibility to acute aflatoxicosis. Poult. Sci. 63, 24S.

Marín, S., Sanchis, V., Ramos, A.J., Vinas, I., Magan, N., 1998, Environmental factors, in vitro interactions, and niche overlap between *Fusarium moniliforme*, *F. proliferatum* and *F. graminearum*, *Aspergillus* and *Penicillium* species from maize grain. Mycological Research 102, 831–837.

McWilliams, M., 1993, Food fundamentals. New York: MacMillan Publishing Company.

Meyvacı, K. B., Altındışlı, A., Aksoy, U., Eltem, R., Turgut, H., Arasiler, Z., Kartal, N., 2005, Ochratoxin A in sultanas from Tukey I: Survey of unprocessed sultanas from vineyards and packing houses. Food Additives and Contaminants. 22 (11), 1138-1143.

Miracco, J. L., Alzamora, S.M., Chirife, J., Ferro-Fontan, C., 1981, J. Food Sci. 46: 1612

Moss, M.O., 1998, Recent studies of mycotoxins. Journal of Applied Microbiology Symposium Supplement 84, 67S-68S.

Nielsen, S., 1994, Introduction to the Chemical Analysis of Foods. Boston: Jones and Bartlett Publications.

Prothon, F., Ahrne, L. M., 2004, Application of the Guggenheim, Anderson and De Boer model to correlate water activity and moisture content during osmotic dehydration of apples. Journal of Food Eng. 61, 467-470.

Rey, D.K., Labuza, T.P., 1981, J. Food Sci. 46: 786

Rockland, L., Beuchat, L., 1987, Water activity: Theory and Applications to Food. New York: Marcel Dekker.

Rosello, C., Mullet, A., Simal, S., Torres, and Canellas, J., 1994, Quality of dried apricots. Effects of storage temperature, light and SO₂ content. Journal of Science Food Agriculture, 65: 121-124.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Ross, K. D., 1975, Food Technol, 29 (3):26

Sabancı, R., 2003, Aflatoksin kontrolü için numune alma teknikleri, Mikotoksinler Biyoteknolojisi; Sorunlar ve Çözümler Çalıştayı, 17-20 Haziran 2003, Bornova İZMİR

Sen, F., Karacali, I., ve Turantas, F., 2009, Effect of cold and fluctuation storage condition on quality of dried apricot. Korean Society for Horticultural Science, 50.

Toledo, R.T., 1994, Fundamental of Food Processing Engineering. Second Edition., AVI Publishing Co., Westport, CT.

Tsubouchi, H., Terada, H., Yamamoto, K., Hisada, K., Sakabe, Y., 1985, Caffeine degradation and increased ochratoxin A production by toxigenic strains of *Aspergillus ochraceus* isolated from green coffee beans. Mycopathologia, 90 (3), 181-186.

Triebold, H., Aurand, L., 1963, Food Composition and Analysis. Princeton, NJ: Van Nostrand.

Troller, J., Christian, H., 1978, Water Activity and Food. New York: Academic Press.

Troller, J., 1980, Food Technol. 34 (5): 76.

Ünlütürk, A., 1999, Mikrobiyal Gelişmenin İnhibisyonu, Gıda Mikrobiyolojisi, ed: Ünlütürk, A ve Turantaş, F., İkinci Baskı, Mengitan Basımevi, Bornova, İzmir, pp: 204-210.

Van der Merwe, K.J., Steyn, P.S., Fourie, L., Scoot, D.B., Theron, J.J., 1965, Ochratoxin A, a toxic metabolite produced by *Aspergillus ochraceus* Wilth. Nature 205, 112–113.

Wannemacher, R.W., Bunner, D.L., Neufeld, H.A., 1991, Toxicity of tricothecenes and other related mycotoxins in laboratory animals. In: Smith, J.E., Anderson, R.A. (Eds.), Mycotoxins and Animal Foods. CRC Pres, Boca Raton, FL, pp. 499–552.

EKLER

Ek 1. Farklı nem ve sıcaklıktaki natürel ve işlenmiş incirde a_w değerleri

Natürel İncir				İşlenmiş İncir			
Nem	a_w 15°C	a_w 25°C	a_w 35°C	Nem	a_w 15°C	a_w 25°C	a_w 35°C
11.959	0.523	0.549	0.580	13.931	0.599	0.624	0.647
12.668	0.523	0.550	0.621	13.994	0.607	0.618	0.629
13.047	0.535	0.549	0.586	14.154	0.575	0.612	0.648
13.393	0.531	0.539	0.580	14.168	0.636	0.620	0.600
13.472	0.545	0.563	0.608	14.229	0.613	0.622	0.631
13.678	0.544	0.550	0.588	14.301	0.592	0.617	0.641
13.795	0.537	0.549	0.610	14.363	0.590	0.616	0.642
14.261	0.530	0.547	0.578	14.356	0.580	0.597	0.612
18.927	0.708	0.700	0.734	14.419	0.573	0.608	0.641
18.571	0.697	0.707	0.720	14.549	0.570	0.611	0.652
19.015	0.707	0.710	0.732	21.859	0.704	0.670	0.698
19.274	0.703	0.715	0.741	21.873	0.699	0.661	0.702
19.362	0.670	0.692	0.710	21.984	0.702	0.653	0.703
19.398	0.709	0.700	0.769	22.047	0.697	0.679	0.713
19.417	0.699	0.703	0.709	22.060	0.716	0.690	0.699
19.425	0.703	0.712	0.725	22.073	0.736	0.685	0.693
19.457	0.660	0.690	0.708	22.151	0.675	0.679	0.697
19.601	0.711	0.702	0.718	22.200	0.746	0.666	0.713
23.542	0.742	0.788	0.825	22.263	0.702	0.683	0.704
24.026	0.737	0.811	0.823	22.663	0.711	0.653	0.702
24.352	0.714	0.805	0.828	26.900	0.800	0.810	0.827
24.679	0.737	0.799	0.810	26.998	0.796	0.807	0.825
24.743	0.740	0.750	0.800	27.015	0.772	0.791	0.808
24.885	0.742	0.772	0.800	27.463	0.787	0.803	0.816
25.532	0.741	0.783	0.810	27.493	0.779	0.793	0.817
26.051	0.735	0.783	0.810	27.514	0.770	0.791	0.815
				27.535	0.781	0.800	0.814
				27.592	0.780	0.805	0.813
				27.668	0.803	0.817	0.822
				27.712	0.791	0.812	0.825

Ek 2. Farklı nem ve sıcaklıktaki natürel ve kükürtlü kayısıda a_w değerleri

Natürel Kayısı				Kükürtlü Kayısı			
Nem	a_w 15°C	a_w 25°C	a_w 35°C	Nem	a_w 15°C	a_w 25°C	a_w 35°C
19.113	0.620	0.616	0.639	23.127	0.701	0.728	0.695
19.161	0.606	0.619	0.640	23.211	0.702	0.715	0.690
19.206	0.617	0.615	0.636	23.686	0.680	0.721	0.703
19.211	0.604	0.617	0.635	23.761	0.687	0.712	0.679
19.301	0.599	0.632	0.632	23.801	0.689	0.706	0.679
19.321	0.614	0.610	0.644	24.001	0.679	0.740	0.723
19.504	0.617	0.620	0.638	24.179	0.698	0.715	0.685
19.600	0.624	0.616	0.608	24.537	0.694	0.716	0.693
19.670	0.618	0.618	0.638	24.767	0.693	0.724	0.693
21.217	0.648	0.644	0.670	27.661	0.764	0.760	0.795
21.329	0.619	0.669	0.681	28.215	0.756	0.763	0.770
21.354	0.650	0.687	0.677	28.504	0.808	0.760	0.790
21.387	0.636	0.676	0.678	28.448	0.769	0.757	0.789
21.401	0.658	0.666	0.671	28.510	0.757	0.762	0.795
21.441	0.665	0.644	0.668	28.818	0.758	0.758	0.780
21.484	0.643	0.681	0.669	28.856	0.761	0.755	0.777
21.643	0.635	0.675	0.674	29.035	0.779	0.726	0.791
21.663	0.633	0.661	0.678	30.547	0.805	0.775	0.814
21.920	0.661	0.673	0.678	30.700	0.818	0.778	0.828
24.810	0.691	0.708	0.713	30.736	0.815	0.813	0.806
25.122	0.699	0.676	0.726	30.893	0.812	0.809	0.806
25.134	0.704	0.718	0.739	30.999	0.829	0.798	0.816
25.151	0.696	0.710	0.712	31.143	0.815	0.820	0.811
25.221	0.700	0.706	0.717	31.234	0.815	0.807	0.819
25.228	0.702	0.687	0.719	31.246	0.814	0.802	0.798
25.275	0.701	0.708	0.715	32.845	0.800	0.795	0.810
25.276	0.702	0.699	0.712				
25.303	0.703	0.715	0.711				
25.587	0.703	0.710	0.708				

Ek 3. Farklı nem ve sıcaklıktaki bandırılmamış (natürel) ve bandırılmış üzümde a_w değerleri

Natürel Kayısı				Kükürtlü Kayısı			
Nem	a_w 15°C	a_w 25°C	a_w 35°C	Nem	a_w 15°C	a_w 25°C	a_w 35°C
19.113	0.620	0.616	0.639	23.127	0.701	0.728	0.695
19.161	0.606	0.619	0.640	23.211	0.702	0.715	0.690
19.206	0.617	0.615	0.636	23.686	0.680	0.721	0.703
19.211	0.604	0.617	0.635	23.761	0.687	0.712	0.679
19.301	0.599	0.632	0.632	23.801	0.689	0.706	0.679
19.321	0.614	0.610	0.644	24.001	0.679	0.740	0.723
19.504	0.617	0.620	0.638	24.179	0.698	0.715	0.685
19.600	0.624	0.616	0.608	24.537	0.694	0.716	0.693
19.670	0.618	0.618	0.638	24.767	0.693	0.724	0.693
21.217	0.648	0.644	0.670	27.661	0.764	0.760	0.795
21.329	0.619	0.669	0.681	28.215	0.756	0.763	0.770
21.354	0.650	0.687	0.677	28.504	0.808	0.760	0.790
21.387	0.636	0.676	0.678	28.448	0.769	0.757	0.789
21.401	0.658	0.666	0.671	28.510	0.757	0.762	0.795
21.441	0.665	0.644	0.668	28.818	0.758	0.758	0.780
21.484	0.643	0.681	0.669	28.856	0.761	0.755	0.777
21.643	0.635	0.675	0.674	29.035	0.779	0.726	0.791
21.663	0.633	0.661	0.678	30.547	0.805	0.775	0.814
21.920	0.661	0.673	0.678	30.700	0.818	0.778	0.828
24.810	0.691	0.708	0.713	30.736	0.815	0.813	0.806
25.122	0.699	0.676	0.726	30.893	0.812	0.809	0.806
25.134	0.704	0.718	0.739	30.999	0.829	0.798	0.816
25.151	0.696	0.710	0.712	31.143	0.815	0.820	0.811
25.221	0.700	0.706	0.717	31.234	0.815	0.807	0.819
25.228	0.702	0.687	0.719	31.246	0.814	0.802	0.798
25.275	0.701	0.708	0.715	32.845	0.800	0.795	0.810
25.276	0.702	0.699	0.712				
25.303	0.703	0.715	0.711				
25.587	0.703	0.710	0.708				

ÖZGEÇMİŞ

Saadet KOÇ 1983 yılında Balıkesir ilinde doğmuştur. İlkokulu Balıkesir Bandırma’da okumuş, ortaokul ve lise öğrenimini İzmir’de tamamlamıştır. Lisans öğretimini 2005 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri bölümünde tamamlamıştır. Aynı yıl Ege Üniversitesi Bahçe Bitkileri bölümünde yüksek lisansa başlamıştır. 2005-2006 döneminde Girit Hanya’da CIHEAM (International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies) Sustainable Agriculture kursuna (9 ay) katılmıştır. Şu an Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.