



**T.C
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**OSMOTİK DEHİDRASYON İŞLEMİNİN MARAŞ KIRMIZI BİBERİNİN KALİTESİ
ÜZERİNE ETKİLERİ**

Ferit AK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KAHRAMANMARAŞ
Mart-2010**

KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

OSMOTİK DEHİDRASYON İŞLEMİNİN MARAŞ KIRMIZI BIBERİNİN KALİTESİ
ÜZERİNE ETKİLERİ

Ferit AK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kod No :

Bu Tez 24/09/10 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oy Birliği ile Kabul Edilmiştir.



Yrd. Doç. Dr. A. Levent İNANÇ
DANIŞMAN



Doç. Dr. Özlem TURGAY
ÜYE



Doç. Dr. İ. Ersin AKINCI
ÜYE

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.



Prof. Dr. Süleyman TOLUN
Enstitü Müdürü

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

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
İÇİNDEKİLER	I
ÖZET	III
ABSTRACT	IV
ÖNSÖZ	V
ÇİZELGELER DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	IX
1. GİRİŞ	1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
2.1 Osmotik Dehidrasyon	4
2.2 Osmotik Dehidrasyonun Gıdaya Etkisi	5
2.3 Osmotik Dehidrasyonda Kullanılacak Maddenin Özellikleri	6
2.4 Osmotik Dehidrasyonu Etkileyen Faktörler	6
2.5 Biberdeki Osmotik Dehidrasyon Çalışmaları	14
3. MATERYAL VE METOT	17
3.1 Materyal	17
3.2 Metot	17
3.2.1 Osmotik Çözeltinin Hazırlanması	17
3.2.2 Osmotik Dehidrasyon Yöntemi	17
3.3 Analizler	17
3.3.1 Su Aktivitesi	17
3.3.2 Renk Değerleri	17
3.3.3 Kuru Madde Miktarı	18
3.3.4 Dehidrasyon Parametreleri	18
3.3.5 İstatistiksel Analiz	18
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	19
4.1 Su Kaybı	19
4.2 Katı Kazanımı	24
4.3 Su Aktivitesi	29
4.4 Biber Örneklerinin L Değerleri	37

4.5 Biber Örneklerinin a Değerleri	42
4.6 Biber Örneklerinin b Değerleri	46
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	52
KAYNAKLAR	54
ÖZGEÇMİŞ	63

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÖZET

**OSMOTİK DEHİDRASYON İŞLEMİNİN MARAŞ KIRMIZI BİBERİNİN
KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

ADI VE SOYADI

Ferit AK

DANIŞMAN : Ahmet Levent İNANÇ

Yıl : 2010 Sayfa : 63

Jüri : Yrd. Doç. Dr. A.Levent İNANÇ
: Doç. Dr. Özlem TUGAY
: Doç. Dr. İ. Ersin AKINCI

Bu araştırmada Maraş kırmızı biberinin saf tuz ve deniz tuzu çözeltisinde 25, 35 ve 45 °C sıcaklıklarda %20, %30 ve aşırı doymuş konsantrasyonlarında ve belirli sürelerde osmotik dehidrasyon işlemine tabi tutulması sonucu kırmızı biberde kaliteyi belirleyen su kaybı, katı kazanımı, su aktivitesi ve L, a, b renk değerleri incelenmiştir. Su kaybı ve katı kazanımı parametrelerine bakıldığında ilk 60 dakikada en yüksek değerlere ulaştığı ve su kaybı üzerinde sıcaklık ve çözelti konsantrasyonunun artışının etkili olduğu istatistiki analizler sonucunda da belirlenmiştir. Su aktivite değerleri yapılan tüm deneylerde her konsantrasyon ve sıcaklıkta düşüş görülmüş fakat ilk 30 dakikalık süreçteki düşüşün çok yüksek olduğu ilerleyen zamanlarda düşüşün azaldığı belirlenmiştir. Örneklerin Katı kazanımı değerlerinin ise süreye bağlı olarak artış gösterdiği görülmüştür. L değerlerine bakıldığında osmotik dehidrasyon işleminin ilk 30 dakikalık periyodunda düşüşün gözlemlendiği bu düşüşün sıcaklık, süre konsantrasyondan etkilendiği istatistiki analizlerde de elde edilmiştir. Örneklerimizin a ve b değerleri ise 30 dakika sonundaki osmotik daldırma işlemi neticesinde 0. dakikadaki değerlere kıyasla yükselme görüldüğü tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Maraş Kırmızı Biberi, Osmotik Dehidrasyon, Renk, Su Aktivitesi

**T.C
UNIVERSITY OF KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM
INSTITUTE FOR GRADUATE STUDIES IN SCIENCE AND ENGINEERING
DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING**

MSc THESIS

ABSTRACT

**THE EFFECTS OF OSMOTIC DEHYDRATION PROCESS ON THE QUALITY
OF MARAŞ RED PEPPER**

NAME, FAMILY NAME

Ferit AK

SUPERVISOR : Assist. Prof. Dr. A.Levent İNANÇ

Year : 2010 Pages : 63

**Jury : Assist. Prof. Dr. A.Levent İNANÇ
: Assoc. Prof. Dr. Özlem TUGAY
: Assoc. Prof. Dr. İ. Ersin AKINCI**

In this study, water loss, solid gain, water activity and L, a, b color values which determine the quality of red pepper were analyzed as a result of being exposed to osmotic dehydration process in pure salt and sea salt solutions at 25, 35 and 45°C temperatures in 20%, 30% and supersaturated concentrations for a determined period of Maraş red peppers. When the water loss and solid gain parameters were examined it was determined as a result of the statistical analysis that they reached to the highest level in the first 60 minutes and the increase in temperature and solution concentration was effective on water loss. A decrease was observed in water activity values in each performed experiment at every temperature and in every solution; however it was found that the decrease was dramatically high for the first 30 minutes but it reduced subsequently. The solid recovery values of the samples increased depending on the time period. When the L values were examined it was found by the statistical analysis that they decreased in the first 30 minutes of the dehydration process and that this decrease was affected by the temperature, while concentration. It was detected that a and b values of the samples increased, in comparison with the values in 0 minute, as a result of the osmotic immersion process at the end of 30 minutes.

Key words: Maraş Red Pepper, Osmotic Dehydration, Color, Water Activity

ÖNSÖZ

Tez konusunun belirlenmesi, çalışmanın yürütülmesi ve yazım aşamasında yardımlarını esirgemeyen danışman hocam sayın Yrd. Doç, Dr. Ahmet Levent İNANÇ'a, analizler aşamasında yardımcı olan İnönü üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanı sayın Prof. Dr. Mehmet ALPASLAN'a, Dr. İncilay GÖKBULUT'a, Araştırma Görevlisi Tuğçe BİLENLER'e ve desteklerini esirgemeyen Öğretim Görevlisi arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Mart 2010, KAHRAMANMARAŞ

Ferit AK

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1 Saf ve deniz tuzunun demir ve mineral içerikleri.....	17
Çizelge 4.1 Deniz tuzu çözeltisi ile yapılan osmotik dehidrasyon sonucu % su kaybı değerlerinin varyans analizi.....	22
Çizelge 4.2 Örneklerin deniz tuzu çözeltisinde % su kaybı ortalama değerleri ve Tukey testi grupları.....	22
Çizelge 4.3 Saf tuz çözeltisi ile yapılan osmotik dehidrasyon sonucu % su kaybı değerlerinin varyans analizi.....	23
Çizelge 4.4 Örneklerin saf tuz çözeltisinde % su kaybı ortalama değerleri ve Tukey testi grupları.....	23
Çizelge 4.5 Deniz tuzu çözeltisi ile yapılan osmotik dehidrasyon sonucu % katı kazanımı değerlerinin varyans analizi.....	26
Çizelge 4.6 Örneklerin deniz tuzu çözeltisinde % katı kazanımı ortalama değerleri ve Tukey testi grupları.....	26
Çizelge 4.7 Saf tuz çözeltisi ile yapılan osmotik dehidrasyon sonucu % katı kazanımı varyans analizi.....	28
Çizelge 4.8 Örneklerin saf tuz çözeltisinde % katı kazanımı ortalama değerleri ve Tukey testi grupları.....	28
Çizelge 4.9 Deniz tuzu çözeltisi ile yapılan osmotik dehidrasyon sonucu su aktivitesi değerleri varyans analizi	31
Çizelge 4.10 Örneklerin Deniz tuzu çözeltisinde su aktivitesi ortalama değerleri ve Tukey testi grupları.....	31
Çizelge 4.11 Saf tuz çözeltisi ile yapılan osmotik dehidrasyon sonucu su aktivitesi değerlerinin varyans analizi.....	33
Çizelge 4.12 Örneklerin Saf tuz çözeltisinde su aktivitesi ortalama değerleri ve Tukey testi grupları.....	33
Çizelge 4.13 Deniz tuzu çözeltisi ile yapılan osmotik dehidrasyon sonucu L değerleri varyans analizi.....	40
Çizelge 4.14 Örneklerin deniz tuzu çözeltisinde L ortalama değerleri ve Tukey testi grupları.....	40
Çizelge 4.15 Saf tuz çözeltisi ile yapılan osmotik dehidrasyon sonucu L değerleri varyans analizi.....	41
Çizelge 4.16 Örneklerin saf tuz çözeltisinde L ortalama değerleri ve Tukey testi grupları.....	41
Çizelge 4.17 Deniz tuzu çözeltisi ile yapılan osmotik dehidrasyon sonucu a değerleri varyans analizi	44
Çizelge 4.18 Örneklerin deniz tuzu çözeltisinde a ortalama değerleri ve Tukey testi grupları.....	45
Çizelge 4.19 Saf tuz çözeltisi ile yapılan osmotik dehidrasyon sonucu a değerleri varyans analizi.....	46
Çizelge 4.20 Örneklerin saf tuz çözeltisinde a ortalama değerleri ve Tukey testi grupları.....	46
Çizelge 4.21 Deniz tuzu çözeltisi ile yapılan osmotik dehidrasyon sonucu b değerlerinin varyans analizi.....	49
Çizelge 4.22 Örneklerin deniz tuzu çözeltisinde b ortalama değerleri ve Tukey	

	testi grupları.....	50
Çizelge 4.23	Saf tuz çözeltisi ile yapılan osmotik dehidrasyon sonucu b değerlerinin varyans analizi.....	51
Çizelge 4.24	Örneklerin saf tuz çözeltisinde b ortalama değerleri ve Tukey testi grupları.....	51

SEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.1	Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin % 20'lik konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin % su kayıpları..... 19
Şekil 4.2	Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin % 30'luk konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin % su kayıpları..... 20
Şekil 4.3	Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin aşırı doymuş konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin % su kayıpları..... 21
Şekil 4.4	Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin % 20'lik konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin % katı kazanımları..... 24
Şekil 4.5	Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin % 30'luk konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin % katı kazanımları..... 25
Şekil 4.6	Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin aşırı doymuş konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin % katı kazanımları..... 26
Şekil 4.7	Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin % 20'lik konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin su aktiviteleri..... 29
Şekil 4.8	Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin % 30'luk konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin su aktiviteleri..... 30
Şekil 4.9	Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin aşırı doymuş konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin su aktiviteleri..... 31
Şekil 4.10	Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin % 20'lik konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin % su aktivite azalışları..... 34
Şekil 4.11	Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin % 30'luk konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin % su aktivitesi azalışları..... 35
Şekil 4.12	Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin aşırı doymuş konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin % su aktivitesi azalışları..... 36
Şekil 4.13	Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin % 20'lik konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin L değerleri..... 37
Şekil 4.14	Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin % 30'luk konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin L değerleri..... 38
Şekil 4.15	Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin aşırı doymuş konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin L değerleri..... 39
Şekil 4.16	Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin % 20'lik konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin a değerleri..... 42
Şekil 4.17	Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin % 30'luk konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin a değerleri..... 43
Şekil 4.18	Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin aşırı doymuş konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin a değerleri..... 44
Şekil 4.19	Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin % 20'lik konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin b değerleri..... 47
Şekil 4.20	Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin % 30'luk konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin b değerleri..... 48
Şekil 4.21	Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin aşırı doymuş konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin b değerleri..... 49

SİMGELER VE KISALTMALAR

a	: Renk kırmızılık değeri
a_w	: Su aktivitesi
b	: Renk sarılık değeri
D	: Deniz tuzu
KK	: Katı kazanımı
L	: Renk parlaklık değeri
S	: Saf tuz
SK	: Su kaybı

1.GİRİŞ

Meyve ve sebzelerin içerdikleri yüksek oranda su (% 75-85) ve bazı organik maddeler, mikrobiyolojik ve kimyasal bozulmaların temelini oluşturmaktadır. Hasat sonrası bu ürünlerin korunması sürekli sorun olmuştur. İnsanlık tarihi boyunca tüketim fazlası ürünlerin bozularak atılmalarına engel olunamamıştır. Dünyanın ancak belirli bölgelerinde yetiştirilebilen ve dayanma süresi kısa olan taze meyve ve sebzelerin, üretimin yapılmadığı bölgelerde de tüketimini sağlama, tüketim sürelerini uzatma ve bu ürünlerin tazeye yakın kalitede saklama çabaları değişik muhafaza yöntemlerini ortaya çıkarmıştır (Kaymak, 1993).

Gıda maddelerinin bozulmadan uzun süre saklanmaları konusunda bilinen en eski yönteminin kurutma olduğu gıdalardan suyun uzaklaştırılmasını içeren kurutma işlemi asırlarca güneş ve rüzgarın kurutma etkisi ile yapılmış ancak yirminci yüzyılın ortalarında bir teknoloji dalı olarak önem kazanmaktadır (Van Arsdel ve Copley,1963).

Sahip olduğu ekolojik ve iklimsel koşullar nedeniyle her çeşit meyve ve sebzenin bol olarak ve geniş bir periyot süresince yetiştirilebildiği ülkemizde ise tarımsal ürünlerimizin kurutulması halen büyük oranda doğal koşullar altında ve geleneksel yöntemlerle gerçekleştirilmektedir. Bu yolla kurutulmuş ürünlerimizden üzüm, incir ve kayısı ülke ekonomisine önemli katkısı vardır (Evranoz ve ark., 1984). Dünya kurutulmuş meyve ve sebze pazarında ticari önemi olan vişne, erik, elma ve armut gibi meyveler bezelye, fasulye vb. sebzelerin ülkemiz koşullarında kurutma potansiyeli oldukça yüksektir. Ancak ülkemizin dünya kurutulmuş ürün piyasasında söz sahibi olabilmesi için daha hijyenik ve ekonomik koşullarda kurutmaya ve daha kaliteli ürün üretilmesine önem verilmesi gerekmektedir (Kaymak, 1993).

Kurutma sırasında aynı anda birçok fiziksel, kimyasal, biyokimyasal, mekanik ve mikrobiyal olaylar oluşmakta ve bu olaylar son ürünün kalite özelliklerini etkilemektedir (Evranoz, 1988). Kurutma meyve ve sebzenin muhafazasında kullanılan başlıca yöntemlerden biridir. Kurutmada amaç ortamdaki su aktivitesini belirli bir değerin altına indirmek suretiyle ürünü mikrobiyolojik, kimyasal ve enzimatik bozulmalara karşı dayanıklı hale getirmektir (Geankoplis, 1993; Ünlütürk ve ark., 1998).

Kurutulmuş gıdalar kolay paketlenme düşük maliyetle taşıma ve ortam sıcaklığında depolama gibi bazı avantajlara sahiptir. Ayrıca diğer kurutulmuş ürünlerle karşılaştırılmaları kolay olduğu için kullanım alanları da oldukça geniştir (Keey, 1972). Ancak kurutma genellikle yüksek sıcaklıklarda gerçekleştirildiği için maliyeti oldukça yüksek bir yöntemdir. Bunun yanı sıra kurutmada gıdanın renk ve lezzetinde bozulmalar ve besin içeriğinde önemli düzeyde kayıplar gözlenir. Bu problemlerin üstesinden gelebilmek için kurutma öncesi bazı ön işlemler gerekmektedir (Mazza, 1983; Cemeroğlu ve Acar, 1986). Bu ön işlemlerden osmotik dehidrasyon ucuz ve basit olması nedeni ile son yıllarda büyük önem kazanmış ve yapılan araştırmalar bu yöntemin endüstriyel düzeyde uygulanabilme olanağı olduğunu ortaya çıkarmıştır (Islam ve Flink, 1982; Lerici ve ark., 1983; Lenart, 1996).

Kurutma işlemi sırasında suyun uzaklaşması bu ürünlerin kalitesini olumsuz etkilemekte, özellikle yüksek sıcaklıkta hava ile kurutulmuş ürünlerin tekrar su tutma, bir

başka ifade ile rehidrasyon özelliği azalmakta, ısıl bozulma nedeniyle renk, doku ve lezzette arzu edilmeyen değişimler meydana gelmektedir (Labuza, 1972; Van Arsdel ve ark., 1973; Karel, 1973). Ayrıca kurutma yüksek enerji tüketimi gerektiren pahalı yöntemlerden biridir (Flink, 1977). Bu nedenle kurutma işleminde kurutma etkinliğinin artırılarak üretim maliyetinin düşürülmesi ve kuru ürünün kalite özelliklerinin geliştirilmesi birçok araştırmaya konu olmuştur. Kurutma işleminden önce meyve ve sebzelere uygulanan çeşitli ön işlemlerin (haşlama, tuz, şeker, gliserin ve sülfite çözeltileri vb ile muamele) kuru ürünün kalitesini geliştirdiği, rehidrasyon kapasitesini artırdığı ve bunun yanı sıra, kurutucunun su uzaklaştırma yükünü azalttığı belirtilmektedir (Neuman, 1972; Speck ve ark., 1977; Alzamora ve Chirife, 1980; Mazza, 1983).

Gıda maddeleri düşük konsantrasyondaki osmotik çözelti içine daldırılırsa gıda tarafından alınan osmotik çözelti suyun kaybindan daha fazla olmaktadır. Bununla birlikte sıvıya daldırma veya rehidrasyon proseslerinde gıdadan osmotik çözelti içine bazı pigmentler tat veren maddeler veya vitaminler geçebilmektedir. Hipertonik bir çözelti içine (şeker, tuz gibi) suyla zengin bazı gıda maddeleri daldırıldıktan sonra, suyun uzaklaştırılması için itici kuvvet, hücre içindeki akışkan ve çözelti arasındaki kimyasal potansiyel fark sonucu oluşmaktadır. Eğer hücre membranı mükemmel bir yarı geçirgen çözünen maddenin membrandan geçerek hücre içine transferi gerçekleşmez. Ancak gıda maddelerindeki yarı geçirgen membranlar karmaşık iç yapıya sahip olduklarından ve çeşitli ön işlemler sırasında hücre zarında bozulma meydana geldiğinden dolayı bu transfer gerçekleşir (İspir, 2006).

Dehidrasyon yönteminin kurutma veya diğer muhafaza yöntemlerinden önce kullanılması ürün kalitesinin geliştirilmesi ve enerji maliyetlerini azaltma açısından büyük avantajlar sağlamaktadır. Osmotik dehidrasyon ile gıdaların içerdiği suyun önemli bir kısmı (% 50'ye yakın) uzaklaştırılabilmekte, dolayısıyla enerji kazanımı açısından etkin bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca su uzaklaşırken faz değişimi olmadığından, gıdanın yapısındaki suyun önceden uzaklaştırılmasının, daha sonra uygulanacak kurutma yöntemlerinin yükünü azalttığı ve toplam üretim maliyetini düşürmektedir (Sankat ve ark., 1996). Osmotik dehidrasyon ortam sıcaklığında bile etkin olduğundan ısı etkisiyle gıdanın yapısında, renginde ve lezzetinde meydana gelebilecek kayıplar minimize etmektedir (Torreggiani, 1993). Osmotik dehidrasyon bu özelliğinden dolayı ısıya duyarlı meyve ürünlerine özellikle şeftali erik, kayısı, kiraz ve çilek gibi meyvelere uygulanabilmektedir. Osmotik dehidrasyonun enzimatif oksidatif esmerleşme reaksiyonlarından dolayı ürünlerdeki renk bozulmalarını da önlemektedir. Meyvelerindeki esmerleşmeyi önlemek için kullanılan kükürt dioksit miktarının düşmesi, ve şeker/asit oranının azalması sonucu meyvelerde daha iyi tat elde edildiği pek çok araştırmacı tarafından ifade edilmektedir. Kızartma işleminden önce uygulanan osmotik dehidrasyon işleminde patateslerdeki yağ emilimini azalttığını ve renk açısından son üründe olumlu etkileri olduğunu belirtilmektedir (Ponting ve ark., 1966; Dixon ve ark., 1977; Barbanti ve ark., 1991; Collignan ve ark., 1992; Krokida ve ark., 2001).

Dünya üzerinde değişimlere paralel olarak, tüketici tercihleri de zaman içerisinde değişmekte ve bu tercihler doğrultusunda kurutulmuş ve konserve ürünlerden daha kolay tüketilebilecek yumuşak dokuda ve doğal özelliklerini yitirmemiş tüketime hazır ürünlere olan talep artış göstermektedir. Orta nemli olarak adlandırılan bu tip gıdaların üretimindeki teknolojik prensip, ürüne sakaroz, glikoz veya tuz ekleyerek su aktivitesini düşürmek (0.7-

0.9) ve propilen glikol ve/veya sorbik asit gibi antimikrobiyal maddeler katarak da mikrobiyal gelişmeyi durdurmak amaçlanmıştır. Bu amaçla osmotik dehidrasyonda çözeltiler içerisine ilave edilecek uygun maddelerle bu tip ve farklı formülasyondaki ürünlerin elde edilmesi mümkün olmaktadır. Artan tüketici taleplerine bağlı olarak osmotik dehidrasyon sadece bir ön işlem olarak değil bu tarz minimum işlenmiş gıdaların üretilmesinde de yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır (Jarayaman ve Das Gupta, 1990; Shi ve Le Maguer, 2002).

Konsantre etme işlemi sırasında gıdalarda ters yönlü su ve çözünür madde difüzyonu simultane olarak gerçekleşmekte ve osmos sonrasında ürünlerin su aktivitesi ancak 0.91-0.95 düzeyine çekilebilmektedir. Bu su aktivitesi aralığı gıdanın raf ömrünün artmasına neden olmakla birlikte uzun süre ortam sıcaklığında muhafaza edilecek ürünler için oldukça yüksektir. Bu nedenle osmotik dehidrasyonun ardından ek muhafaza yöntemlerine gereksinim duyulmakta, bu amaçla da dondurma, sıcak hava ile kurutma (Hawkes ve Flink, 1978; Flink 1980; Spiazzi ve Mascheroni, 1997), vakumlu kurutmada, dondurarak kurutma (Ponting, 1973; Pinnavaia ve ark., 1988; Robbers ve ark., 1997) gibi yöntemler veya pastörizasyon işlemi ile raf ömrü uzatılmış ürün üretiminde kullanımı (Maltini ve ark., 1983, Giangiacomo ve ark., 1987; Torregiani ve ark., 1987) önerilmektedir. Bu nedenle osmotik dehidrasyon işlemi kimi araştırmacılar tarafından osmotik ön işlem olarak adlandırılmaktadır (Lazardies ve ark., 1995; Mavroudis ve ark., 1998).

Bu çalışmada osmotik dehidrasyon işleminin Maraş kırmızı biberinin kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Farklı sıcaklık ve tuz çözeltileri kullanarak, ürünün kurutma öncesi su kaybı ve katı kazanımı, mikrobiyel kaliteyi belirleyen önemli parametrelerden biri olan su aktivitesi ve fiziksel kaliteyi belirleyen rengin değişimleri incelenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR**2.1. Osmotik Dehidrasyon**

Osmotik dehidrasyon meyve ve sebze gibi hücreli yapıdaki materyallerin osmotik aktiviteye sahip çözünen maddelerin konsantrasyon çözeltileri içine yerleştirilmesi temeline dayanan üründen su uzaklaştırma işlemidir. Osmotik çözelti; yüksek osmotik basınca ve dolayısıyla düşük su aktivitesine sahip olduğundan çözelti ile ürün dokusundaki sıvı faz arasında bir konsantrasyon gradienti oluşur. Bu nedenle su uzaklaştırma işlemi için bir sürükleme işlemi doğar. Taze meyve ve sebzelerin selülozik ve pektik maddelerden meydana gelen hücre duvarının iç yüzeyini çevreleyen stoplazmik zar seçici geçirgenlik özelliği göstermektedir. Osmoz sırasında yarı geçirgen bir membran gibi davranan bu zar yalnızca hücre boşluğunda bulunan su ve düşük molekül ağırlıklı çözünen maddelerin üründen geçişine izin verir. Ancak doğal hücre membranları tamamıyla yarı geçirgen olmadığından meyve ve sebzeler osmos öncesi küçük parçalara kesilirken hücrelerin bir kısmı zarar gördüğünden çözeltideki çözünen maddelerin bir kısmında işlem süresince suyu uzaklaşan ürüne doğru karşı akımla difüzenirler. Osmotik dehidrasyonu simultane su ve çözünen madde difüzyonu olarak adlandırmak mümkündür. Ürün ile çözelti arasındaki bu karşılıklı difüzyon işlemi her iki ortam arasında denge meydana gelinceye kadar devam eder. Osmotik çözelti ve hücre içindeki su aktivite değerleri eşit olduğunda her iki ortam arasında net transferin durduğunu ve işlemin dengeye ulaştığını belirtmişlerdir. Gıdaların su aktivitesi düşük konsantrasyon çözeltileri içine daldırılarak suyunun bir kısmının uzaklaştırılması temeline dayanan bu yöntemin kurutmanın yanı sıra dondurma, dondurarak kurutma veya sterilizasyon gibi çeşitli işlemlerden önce bir ön konsantrasyon basamağı olarak veya yüksek su aktivite değerinde raf ömrü uzun ürünler elde etmek için kullanılabileceği belirtilmiştir (Dixon ve ark., 1976; Hawkes ve Flink, 1978; Islam ve Flink, 1982; Adambounou ve ark., 1983; Lenart ve Flink, 1984a; Lericci ve ark., 1985; Tomasicchio ve ark., 1986; Pinnavaia ve ark., 1988).

Saurel ve ark. (1994), osmotik dehidrasyon işleminde gıdadan çözeltiye su geçişi, çözeltiden gıdaya çözünen geçişi meydana geldiği ayrıca üçüncü bir kütle transferi ise gıdanın yapısında doğal olarak bulunan suda çözünen küçük moleküllü maddelerin (asitler, tuzlar, mineraller) çözeltiye geçtiği bilindiğini ancak bu miktar çok küçük olduğundan genellikle modelleme çalışmalarında dikkate alınmadığını belirtmişlerdir.

Rastogi ve ark. (2000), osmotik dehidrasyon hipertonic osmotik çözeltiye daldırılmış bitki dokularından suyun kısmen uzaklaştırılmasıdır. Dokulardan çözelti içine suyun difüzyonu, doku ve hipertonic çözelti arasındaki osmotik basınç tarafından yürütülmektedir. Su difüzyonuna katının doku içerisinden aynı anda zıt difüzyonu eşlik etmektedir. Osmotik taşınmada rol oynayan hücre zarı tam olarak seçici olmadığından, hücre içinde bulunan diğer katıların osmotik çözelti içerisine geçebileceği belirtilmiştir.

Arauja ve Murr (2002), osmotik dehidrasyon üründen suyun uzaklaştırılmasının yanında bir miktar da katı kazanımı ile sonuçlandığını tespit etmişlerdir. Çözeltiden ürüne geçen çözünen madde miktarı işlem değişkenlerinin bir fonksiyonu olduğu ve genellikle taze ürün ağırlığının % 5-10'u kadar olduğu belirlenmiştir. Bu miktar ürünün doğal lezzet ve besinsel özelliklerini belirli oranda etkilediğinden, proseslerin büyük kısmında bu miktarın minimum seviyede olması istendiğini belirtmişlerdir.

Us (2006), çözünen madde moleküllerinin hücreler arası boşluklara girmesiyle hücreler üzerindeki osmotik basınç arttığı ve artan osmotik basınç etkisi ile hücre su kaybetmeye ve bunun sonucu olarak protoplazma büzüşmeye başladığı protoplazmanın su kaybetmesi sonucu büzüşen plazma membranı hücre duvarından ayrıldığı ve bu durum bitki hücrelerinde bütünlüğün bozulmasına (plazmoliz) neden olduğunu belirtmiştir. Osmotik kurutma sırasında ürün su kaybederken osmotik çözelti içindeki çözünür madde molekülleri hücreler arası boşluklar ile hücre duvarı ile plazma membranı arasında oluşan boşluklara dolmakta ancak hücrenin içine giremediği gözlenmiştir. Böylece hücreler arasındaki osmotik basınç artmakta plazmoliz ile plazma membranı değişmekte yani osmotik muamele öncesi yarı geçirgen olan membran osmotik muamele ile geçirgen hale gelmekte bu durumda doku yapısında önemli değişikliklere neden olduğunu belirtmişlerdir.

2.2. Osmotik Dehidrasyonun Gıdaya Etkisi

Ponting ve ark. (1966), osmotik dehidrasyonun diğer kurutma yöntemlerine göre en önemli avantajları işlemin genellikle ortam sıcaklığında gerçekleştirilmesi nedeniyle üründe lezzet, aroma ve renk kayıplarının minimize edilmesi, enzimatik esmerleşme reaksiyonlarını önlemesi olduğunu belirtmişlerdir.

Maltini ve Torregiani (1981), meyvelerde osmotik dehidrasyon için optimum sıcaklık olarak 20-40 °C aralığında olduğunu belirtmişlerdir.

Lenart ve Lewicki (1988), osmos sırasındaki çözünür kuru madde kazanımı ile ürün bileşimi zenginleştirdiği ve yüksek kaliteli meyve ve sebze ürünleri elde edildiği belirtilmiştir. Bu yöntem gıdalardan suyun faz değişimi olmadan uzaklaştırılmasını içerdiğinden klasik kurutma yöntemlerine göre düşük enerji tüketimi sağladığını belirtmişlerdir. Gıdalarda osmotik dehidrasyon diğer kurutma işlemleri öncesi bir ön işlem olduğu havuç örnekleri üzerinde yapılan ön işlemlerde hava kurutma öncesi ürün içindeki nemi % 30-70 arasında azalttığı görülmüştür. Kurutulmuş meyve ve sebzelerde osmotik dehidrasyon işlemi sonrası hava ile kurutmada renk değişikliğinin azaldığı ve tadın arttığı görülmüştür.

Lee ve Kim (1989), bazı araştırmacılar renk stabilitesi bakımından osmotik dehidrasyonun daha kaliteli son ürün verdiğini belirtmişlerdir

Vial ve ark. (1991), osmotik dehidrasyon orta derecede sıcaklıkta gerçekleştirildiği bundan dolayı ısı hassasiyeti olan lezzet, vitaminler ve pigmentler gibi bileşikleri koruduğu gözlenmiştir

Torregiani (1993), osmotik dehidrasyon işleminin endüstriyel düzeyde uygulamalarında büyük hacimlerde konsantre çözeltinin karıştırılması ve sürekli işlemlerin gerçekleştirileceği ekipmanlar gibi mühendislik problemleri ile karşılaşıldığını belirtmişlerdir.

Lazaridies ve ark. (1995), osmotik dehidrasyon gıdalarda donma ve çözünme işlemlerine karşı hassas olan meyvelerin dondurularak saklanmasına da olanak sağladığını belirtmişlerdir.

Lewicki ve Lenart (1995), gıda ürünlerinin şeker ve tuz gibi yüksek osmotik basınçlı ajanlara daldırılması ile minimum kalite bozulmalarına, üründen suyun ayrılmasına, kurutma süresinin kısaltılmasına ve istenen nem düzeyine ulaşılmasını sağladığını tespit etmişlerdir. Osmotik dehidrasyonda kalite gelişimi renk, tad, tekstür, ürün stabilitesi, depolama esnasında besinlerin korunması olarak belirlenmiştir.

Viberg ve ark. (1998), osmotik dehidrasyon genellikle ortam sıcaklığında gerçekleştirilen yavaş bir işlem olduğundan kavun, çilek, şeftali gibi ısıya duyarlı meyve ürünlerinde kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

2.3. Osmotik Dehidrasyonda Kullanılacak Maddenin Özellikleri

Kullanılacak osmotik madde tipinin belirlenmesi önemli olduğu bir çok araştırmacı tarafından bildirilmiştir. Osmotik madde gıda içine direkt nüfus etmekte ve bundan dolayı gıdanın duyuşsal kalite üzerine etkisi, maddenin çözünebilirliği, maddenin fiyatı, düşük bir su aktivitesine sahip olması, toksik özellikte olmaması, tadının yenilebilir nitelikte olması ve hücre membranından geçişinin az olması gerektiği belirtilmiştir (Lerici ve ark., 1988; Rahman ve Lamb, 1990; Torreggiani, 1993; Lewicki ve Lenart, 1995; Lenart, 1996; Panagiotou ve ark., 1998a, 1998b; Rastogi ve ark., 1999; Kaymak-Ertekin ve Sultanoğlu, 2000; Lewicki ve Lakaszuk, 2000; Serone ve ark., 2001).

2.4. Osmotik Dehidrasyonu Etkileyen Faktörler

Flink (1980), sakkaroz tuz karışımı çözeltiler içinde uygulanan osmos işlemi ile havuçların soğuk suda 1 saat rehidrasyonu ile başlangıç hacminin % 80-100'üne ulaştığı görülmüştür.

Madarro ve ark. (1982), havuçların kurutulmadan önce tuz ile muamele edilmesi kuru ürünün rehidrasyon faktörünü arttırdığı gözlenmiştir.

Islam ve Flink (1982), patateslerin osmotik dehidrasyonunda sakkaroz ve tuz kullanılmış su aktivitesini düşürmede tuzun çok etkin olduğu görülmüştür. Örnek boyutu ve kalınlığının osmotik kuruma hızı üzerinde önemli bir faktör olduğunu ve dilim kalınlığı arttıkça ağırlık kaybının azaldığını belirtmişlerdir.

Lerici ve ark. (1985), meyve örnekleri için kullanılan sakkaroz az miktarlarda tuz ilavesi osmotik çözeltinin gücünü arttırdığını ve sinerjistik etki yaratmakta ve su kaybını yükselttiğini belirtmişlerdir.

Giangiacoimo ve ark. (1987), çözelti meyve arasındaki denge durumuna ulaşım süresi veya optimum osmos süresi işlem koşullarına ve çözelti tipine bağlı olmakla birlikte meyvenin tane büyüklüğüne, kabuk yapısına ve yüzey geçirgenliğine göre değiştiğini belirtmişlerdir.

Isse ve Schubert (1992), mango örneklerinin osmotik ön işlemden önce meyve ile şurup arasında kütle transferine bakmışlardır. Tuz ve şeker hücre zarı boyunca geçebildiği fakat stoplazmik zardan sadece tuz geçebildiği ve şeker çözeltisinin stoplazma yüzeyinde

birikimi kabuklaşmayı meydana getirdiği bu durumun ise su kaybını engellediği görülmüştür.

Kaymak (1993), osmotik işlem sonucunda kiraz ve vişne örneklerinin su içeriğinin % 52'si, üzümün % 47-66'sı, çileklerin ise % 47'si uzaklaştırılmıştır. Meyvelerin su aktivitesi değerleri 0.90 ila 0.95 altına düşürülmüştür. Bezelyelerin osmotik dehidrasyonunda kullanılan sakkaroz ve sitrat çözeltilerinde çözelti konsantrasyonu arttıkça bezelyelerin su kaybı, ağırlık kaybı, toplam kuru madde ve çözünür kuru madde miktarlarında artış görülmüştür. Aynı şekilde karıştırmalı sistemlerin statik sistemlere göre su kaybı ve kurumadde kazanımının daha yüksek olduğu görülmüştür. Yine çilek örnekleri ile kiraz ve vişne örnekleri karşılaştırıldığında çilek örneklerinde daha düşük su kaybına karşılık oldukça yüksek kuru madde kazanımının meydana geldiği görülmüştür.

Karathanos ve Kostaropoulos (1995), şeker çözeltisi meyvelerin gözenekli yapısını azalttığı ve buda dehidrasyon sürecini yavaşlattığı görülmüştür

Viberg ve ark. (1998), hacim değişiklikleri geometri, kurutma durumu, deney koşulları ve fiziksel oranlardan kütle yoğunluğu ve gözenek gibi bazı faktörlere bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

Bhuvanewari ve ark. (1999), bezelye örneklerinde rehidrasyon oranı osmotik ön işlem uygulanmış olanlarda osmotik işlem uygulanmamış olanlara göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Kaymak-Ertekin ve Sultanoğlu (2000), osmotik dehidrasyon işlemine tabi tutulan elma örneklerinin su kaybı ve katı kazanımı değerlerini incelemişlerdir. Elma örnekleri 5 mm kalınlığında, 70 mm yarıçapında olacak şekilde kesilmiştir. Sakkaroz (% 40, 50, 60, 66), dekstroz (% 30, 40, 50) ve dekstroz- sakkaroz karışımı (% 60 ve 70) osmotik çözelti olarak kullanılmıştır. Örnekler 20, 30, 40 ve 50°C sıcaklıklarda 0.5-8 saat arasında osmotik dehidrasyon işleme tabi tutulmuştur. 30°C sıcaklık ve % 60 sakkaroz çözeltisinde süre arttıkça su kaybı, ağırlık kaybı ve katı kazanımı değerlerinin arttığı ve osmotik çözeltinin karışımı ve sıcaklığına bağlı olduğu 8 saat sonunda dengeye ulaşmadığı görülmüştür. Tüm osmotik çözelti testlerinde su kaybı ve katı kazanımı artarken % 66 sakkaroz çözeltisinde ise su kaybı ve katı kazanımı değerlerinin düştüğü gözlenmiştir. Bunun sebebi daha yüksek çözelti konsantrasyonunun ürün yüzeyinde bir katman oluşturduğu bunda ürün ile çözelti arasındaki çekim gücünü engellediği ve değerlerin düşmesine neden olduğu belirtilmiştir. Sakkaroz konsantrasyonu artarken katı kazanımı önemli değişmediği fakat su kaybının arttığı görülmüştür. Yüksek dekstroz konsantrasyonu ile su kaybı ve katı kazanımı değerlerinin arttığı görülmüştür. Dekstroz konsantrasyonu çözelti karışımı arttıkça su kaybı ve katı kazanımı değerleri arttığı, % 60 sakkaroz çözeltisi ile yapılan dehidrasyon işlemi sonucuna bakıldığında sıcaklık artarken su kaybının arttığı fakat katı kazanımında önemli bir değişim olmadığı görülmüştür. Ancak 50°C'nin üzerinde uygulamalarda hücre zarının bozulmasıyla çözeltiden ürün içine katı geçişi görülmüş ve katı kazanımında bir artış meydana getirdiği tespit edilmiştir.

Torrington ve ark. (2001), mantar örneklerinin osmotik dehidrasyon işlemine tabi tutulmasının ardından mikrodalga yöntemi ile kurutulması sonucu ürünün büzüşme,

gözenek ve rehidrasyon oranlarını incelemişlerdir. % 10-15 tuz çözeltilerinde çalışılmıştır. İki farklı sıcaklıkta (20°C ve 45°C) osmotik daldırma süreleri 10, 30, 50, 70 ve 110 dakika olarak uygulanmıştır. Mikrodalga uygulaması ise mikrodalga tünel kurutucular kullanılmıştır. Mikrodalga kurutucusu olarak 6 kW ve 2450 MHz'lik çok kısa frekans veren bir yönlendiriciler kullanılmıştır. Osmotik dehidrasyon işlemine 110 dakika boyunca maruz bırakılan örneklerin nem içeriğinin taze örneklere göre % 30 oranında düştüğü görülmüştür. Ayrıca daha yüksek sıcaklıklarda uygulanan dehidrasyon işleminin örneklerdeki suyu daha hızlı sürede azalttığı görülmüştür. Tuz kazanımı bakımından 45°C daha yüksek tuz kazanımı göstermiştir. Bu yöntemlerin bileşimi ile üretilen eşsiz ürünler ve daha iyi tad, lezzet özelliklerini geliştirdiği, besinsel değeri arttırdığı ve ürünü oksidasyondan koruması ve renk uygunluğu, ürünü tekstür bakımından geliştirdiği görülmüştür. Osmotik ön işlemlerle örneklerde büzüşmenin çok az olduğu, rehidrasyon oranının osmotik ön işlemlerle mikrodalgalı ürünlerle osmotik olmayan ve hava kurutmalı ürünlerle karşılaştırıldığında geliştiği gözlenmiş ve mikrodalga ile kurutma öncesi osmotik ön işlemin kuruma süresini kısalttığı görülmüştür.

Araujo ve Murr (2002), şeftali örneklerinde osmotik dehidrasyon işlem sırasında katı kazanımı/su kaybı parametresini araştırmışlardır. Şeftali örneklerinin % 40-60 sakkaroz konsantrasyonları, 30-50°C sıcaklık, 90-240 dakika ve 1/10 ürün/çözelti işlem parametreleri arasında değerlendirme yapıldığında % 60 konsantrasyon, 30-31°C sıcaklık ve 180-240 dakika arası en uygun koşullar olduğu görülmüştür. Su kaybı, katı kazanımı üzerinde sıcaklık, konsantrasyon ve daldırma zamanının etkisinin önemli olduğunu gözlemlemişlerdir.

Azoubel ve ark. (2002), Amerika elmasının sakkaroz çözeltisine daldırılarak gerçekleştirilen osmotik dehidrasyon işlemi sonucu ürünün kurutulmasıyla elde edilen ürünleri incelemişlerdir. Ürünün başlangıçtaki nem içeriği % 85.7 olarak ölçülmüştür. Amerikan elmasının % 52 sakkaroz çözeltisi, 165 dakika sürede, 35 °C sıcaklık ve ürün/çözelti oranı 1/10 olarak gerçekleştirilmiştir. Osmotik dehidrasyon sonrası hava ile kurutma işlemi ise 50-60-70°C sıcaklıkta ve 2.1 m/s hava hızı ile gerçekleştirilmiştir. % 52 sakkaroz çözeltisi 165 dakika sürede son ürünün kuru madde içeriğini arttırmıştır. Osmotik işlem neticesinde ürün nem içeriği % 69.7 olarak ölçülmüştür. Osmotik örnekler daha düşük kurutma oranına sahip olduğu ve kurutma işleminde taze örneklerin osmotik örneklerle aynı orandaki son nem içeriğine ulaşması için geçen süre daha uzun olduğu görülmüştür. Osmotik örnekler ön işlemsiz örneklerle kıyaslandığında daha küçük büzüşme, daha esnek yapı, daha doğal renkli ürünler elde edilmiştir

Sowti Khiabani ve ark. (2002), şeftali örneklerini osmotik dehidrasyon işlemine tabi tuttukten sonra güneşte kurutulmasının kalite gelişimi üzerine etkisini incelemişlerdir. Osmotik çözelti olarak sakkaroz, glikoz şurupları ve bunların tuz ile karışımlarından elde edilen çözeltiler kullanılmıştır. % 40 sakkaroz + % 20 glikoz çözeltisi, %20 sakkaroz + % 40 glikoz çözeltisi, % 40 sakkaroz + % 20 glikoz + % 3 tuz çözeltileriyle Ürün/çözelti oranı 1/10 ve oda sıcaklığında osmotik dehidrasyon işlemine tabi tutulmuştur. Farklı oranlardaki farklı çözeltiler ve çoklu bileşik çözeltileri su kaybı ve katı kazanımını etkilediği, su kaybı artışının osmotik çözelti yoğunluğunun artmasıyla artabileceğini bildirmişlerdir. En çok su kaybının çoklu bileşik çözeltilerde meydana geldiği (%40 sakkaroz + %20 glikoz + %3 tuz) görülmüştür. Çözeltinin yoğunluğunun artmasıyla katı kazanımı miktarının arttığını tespit etmişlerdir. Katı kazanımı şeker çözeltilerine tuz ilave

edilerek azaltılabileceğini belirlemişlerdir. Osmotik dehidrasyon uygulamaları tad ve lezzet bakımından değerlendirildiğinde birbirinden farklı olmadığı görülmüştür.

Azoubel ve Murr (2004), kiraz domateslerini farklı tuz ve tuz-sakkaroz çözeltilerinde (% 10, % 25 ve 3/2 tuz/sakkaroz oranında), oda sıcaklığında ve dakikada 70 kez çalkalanarak osmotik dehidrasyona tabi tutmuşlardır. Osmotik çözelti/meyve oranı 10/1 ve örneklerin çözeltiliye daldırma süreleri 30, 60, 90, 120, 180, 240, 360 dakika olarak gerçekleştirilmiştir. Başlangıçta su kaybı oranı yüksek olduğu fakat daha sonraki safhada daha düşük olduğu görülmüştür. Kiraz domateslerde uygulanan osmotik işlem sonucunda çözeltinin konsantrasyonu arttıkça osmotik basınç meyili arttığı, bundan dolayı işlem boyunca daha yüksek su kaybı gözlenmiştir. sakkaroz-tuz içerikli çözeltilerde su kaybı tuz çözeltileri ile muameleden daha düşük olduğu bunun sebebi tuzun düşük molekül ağırlığından dolayı dehidrasyondaki etki gücünün arttığı ve ürüne işleme oranının daha yüksek olduğuna bağlanmıştır. Sakkarozun yüzeyde katman oluşturduğu ve bu durumunda su kaybı ve katı kazanımını engellediği görülmüştür. Katı kazanımı ve su kaybı değerlerinin çözeltinin konsantrasyonu ile direkt ilişkili olduğunu belirlemişlerdir.

Chua ve ark. (2004), osmotik dehidrasyon işlemi uygulanmış havuç, patates ve muz örneklerinin kesikli radyasyon kurutucularla kurutulması sonrası kurutma kinetiğini ve ürün kalitesi üzerine etkilerini incelemişlerdir. 20x20x5mm ebatlarında kesilen havuç ve patates örnekleri % 15, 25 ve 35'lik tuz çözeltilerine, muz örnekleri ise % 15, 25 ve 35 sakkaroz çözeltilerine daldırılmıştır. Örnekler 25°C sıcaklıkta ve 5 saat boyunca daldırma işlemine tabi tutulmuştur. Kesikli radyasyon kurutucularında ise (55-50) °C, (48-43) °C ve (43-38) °C 3 farklı sıcaklık setleri uygulanmıştır. Kurutma eğrilerine bakıldığında örneklerin nem içeriğini düşürmesi açısından (55-50)°C sıcaklık setinin (48-43)°C ve (43-38) °C setlerinden daha hızlı olduğu görülmüştür. Havuç örneklerinin 150-200 dakikalık süreçte toplam renk değişikliklerinin arttığı daha sonraki süreçte ise toplam renk değişikliğinin azaldığı görülmüştür. Patates örnekleri için % 15 konsantrasyonda 120 dakikaya kadar toplam renk değişikliğinin arttığı daha sonra ise azaldığı 250 dakikadan sonra tekrar arttığı ve diğer konsantrasyonlarda dalgalanmanın görüldüğü muz örneklerinde ise süreye bağlı olarak toplam renk değişikliğinin arttığı gözlenmiştir. Havuç örneklerinde toplam renk değişikliği % 25 tuz konsantrasyonunda daha uygun olduğu yüzeyde tuz tabakası oluşmadığı ve toplam renk değişikliği minimum olduğu görülmüştür. Havuç örneklerinin % 35'lik tuz çözeltisinde daldırmanın yaklaşık 250. dakikasından sonra toplam renk değişikliği önemli miktarda azaldığı görülmüştür. Bunun sebebi yüzeyde oluşan tuz tabakasının yüzeyi beyazlaştırması olarak açıklamışlardır. Muz örnekleri için tüm parçaların karanlığa dönüştüğü parlaklık değerlerinin önemli azaldığı belirlenmiş ve muz örnekleri için en uygun sakkaroz konsantrasyonunun % 35 olduğu görülmüştür. Kütle değişimi muz örneklerinin % 15, % 25 ve % 35'lik şeker konsantrasyonlarında 5 saat boyunca devam etmiştir. Muz örnekleri ile havuç ve patates örnekleri kütle değişim oranı karşılaştırıldığında muz örneklerinin kütle değişim oranı daha yavaş olduğu görülmüştür. Bunun sebeplerinden biri sakkaroz moleküllerinin tuz moleküllerinden daha büyük olması diğeri ise muz örneklerinin yapısının farklı olmasının neden olduğu düşünülmüştür.

Ruiz ve ark. (2004), ananas örneklerinin sakkaroz çözeltisiyle osmotik dehidrasyona tabi tutulması sonucu elde edilen sakkaroz çözeltisinin tekrar kullanımının etkisini incelemişlerdir. Osmotik dehidrasyon işlemi için 60 briks'lik sakkaroz çözeltisi kullanılmıştır. 1/3 ürün/çözelti oranında, 18°C sıcaklıkta ve 5 saat çözeltiye daldırma

gerçekleştirilmiştir. Osmotik dehidrasyonun hızını % su kaybı belirlediği ve su kaybı hızının her zaman ilk kullanımda daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ananas örneklerinde su kaybı oranının osmotik çözeltinin tekrar kullanımının artmasıyla azaldığı görülmüştür. Osmotik dehidrasyon işleminde meyvelerden çözeltiye kısmi olarak diğer bileşiklerin geçtiği görülmüştür. osmotik çözeltinin 5. kullanımında osmotik dehidrasyon kapasitesinin düştüğü görülmüştür. İlk 15 dakikalık daldırma işleminde ananasın ağırlık kaybı hızı çözeltinin tekrar kullanımına bağlı olduğu belirlenmiştir.

Wais ve ark. (2004), elma ve muz dilimlerinin osmotik dehidrasyon sonrası sıcak hava ile kurutma işleminin kalite üzerine etkilerini incelemişlerdir. Osmotik çözelti olarak elmalar için 47 briks'lik sakkaroz şurubu, muzlar içinde 69 briks sakkaroz şurubu kullanılmıştır. Daldırma sıcaklığı olarak 30°C, osmotik dehidrasyon sonrası kurutma işlemi için 60°C sıcaklık, 1.5m/s hava oranı ve % 0 nem içeren hava kullanılmıştır. Su kaybı, doku kaybı, çözülebilir katı içeriği ve renk (L, a ve b) değerlerine bakılmıştır. Osmotik dehidrasyona tabi tutulmuş elma örnekleri için renk değerlerine bakıldığında parlaklığın azaldığı fakat sarılığın arttığı görülmüştür. Muz örneklerinin ise kurutma sürecinde örnek renginin kahverengileştiği, sarılık artışının devam ettiği ve toplam renk değişikliği geliştiği görülmüştür. Muz örnekleri için osmotik dehidrasyonun kısa sürelerinde parlaklık azalmıştır. Osmotik dehidrasyonun daha uzun sürelerinde toplam renk değişiminin daha büyük olduğu görülmüştür. Elma ve muz parçalarının sakkaroz çözeltisi ile osmotik dehidrasyonu incelenmiş osmotik dehidrasyon işleminde kısa süreli işlemlerde su kaybının hızla arttığı daha sonraki süreçlerde bu artışın düşük olduğu görülmüştür. Elmanın kütle transferi muz örneklerinden daha hızlıdır. Muz örnekleri 24 saatlik osmotik dehidrasyon işlemi sonunda dengeye ulaşmadığı görülmüştür. Muzun osmotik dehidrasyondan sonra sertliği ve yapışkanlığı taze örneklerle göre azalmıştır. Muz örneklerinde Son ürünün daha yumuşak bir yapı kazandığı belirtilmiştir

Riva ve ark. (2005), kayısı örneklerini hava ile kurutmadan önce osmotik dehidrasyona tabi tutarak yapısında meydana gelen değişiklikleri incelemişlerdir. Kayısı örnekleri 14 mm'lik küpler halinde kesilmiş 30 ve 60 dakikalarda 25°C sıcaklıkta % 60 sakkaroz ve sorbitol çözeltilerine daldırılmıştır. İzotonik çözelti için % 13 sakkaroz çözeltisi kullanılmıştır. meyve/çözelti oranı 1/3 olarak belirlenmiştir. Örnekler hava akımlı kabin kurutucularda kurutulmuştur. Kabindeki havanın hızı 1.5 m/s olarak belirlenmiştir. Sakkaroz çözeltisine 60 dakika boyunca daldırılan örneklerin su kaybı değeri 19.17 g/100 g taze meyve, sorbitol çözeltisine 60 dakika boyunca daldırılan örneklerin su kaybı değeri ise 24.75 olarak ölçülmüştür. Süre 2 katına çıkarıldığında hem sakkaroz hemde sorbitolde katı kazanımının 2 kat arttığı görülmüş ancak su kaybında bu artış görülmemiştir. Toplam şeker artışı katı kazanımı ile doğru orantılı olarak artış göstermiştir. Örneklerin başlangıçta L değeri 39,9 iken 30. dakikada izotonik çözeltilerde 39,3, sakkaroz çözeltisinde 38,6 ve sorbitol çözeltisinde 37,6 olarak belirlenmiş ve 60. dakika bu değerler sırayla 38,8; 38,0 ve 37,6 olarak tespit edilmiştir. İzotonik ortamdaki değerler diğer 2 ortama göre daha az düşmüştür.

Tsamo ve ark. (2005), soğan ve domates örneklerinde yapılan osmotik dehidrasyon işlemin sonucunda su kaybı ve kat kazanımı değerlerini incelemişlerdir. Soğan örnekleri için osmotik çözelti sıcaklığı 25°C, domates örnekleri için 60°C kullanılmıştır. Osmotik çözelti için 600g/l sakkaroz, 300 g/l tuz kullanılmıştır. Karışımlarından elde edilecek çözelti için sakkaroz/tuz 45/15 oranlarında kullanılmıştır. Soğan örneklerine 5, 10, 15, 30,

60, 120 dakika dehidrasyon işlemi uygulanmıştır. Domatesler ise 1, 5, 10, 20, 40, 60, 80 ve 100 saat uygulanmıştır. Osmotik dehidrasyon işlemi sonrası Soğan dilimlerinde % 10-20 arasında ve domateslerde ise % 45-90 arasında su kaybı görülmüştür. Domates örneklerinin su kaybı değerlerine bakıldığında en yüksek su kaybının şeker-tuz karışımında olduğu görülmüştür. Soğan örnekleri için bu durum tuz ve şeker-tuz karışımı olduğu belirtilmiştir. Osmotik dehidrasyon işlemine tabi tutulmuş tüm domates örneklerinde ağırlık kaybının katı kazanımından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

El-Aouar ve ark. (2005), papayaları 30x50x5 mm ebatlarında kesilmiş ve %44-56 mısır şurubu ve sakkaroz çözeltilerinde 34-46 °C'de 120-210 dakika süreyle osmotik işlemlere tabi tutmuşlardır. Su kaybı ve katı kazanımı artış gösterdiği fakat su kaybı oranı katı kazanımı oranından yüksek olduğu belirlenmiştir. Ağırlık kaybı, su kaybı, katı kazanımı ve su aktivite değerlerinin sıcaklık, daldırma süresi ve çözelti konsantrasyonundan etkilendiği görülmüştür. Ağırlık kaybı, katı kazanımı ve su kaybı değerleri sakkaroz çözeltisinde daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Osmotik işlem sonrası papaya örneklerinin ağırlık kaybı, katı kazanımı ve su kaybı değerleri üzerinde en önemli etkiyi çözelti konsantrasyonunun sağladığı daha sonra daldırma süresinin etkilediği fakat çözeltinin sıcaklığının hemen hemen bir etkisi olmadığı ve sıcaklığın ağırlık azalmasında negatif etkisinin olduğu belirlenmiştir. Sıcaklığın su kaybı üzerinde önemli bir etkisi olmadığı görülmüştür. Sakkaroz çözeltisiyle yapılan osmos işleminde sıcaklığın en çok etkilediği katı kazanımı değeri olmuştur. Mısır şurubuyla yapılan osmos işleminde sıcaklığın katı kazanımı üzerinde etkisinin olmadığı fakat daldırma zamanının ve konsantrasyonun güçlü etkisi olduğu görülmüştür. Sakkaroz şurubuyla yapılan osmotik dehidrasyon işleminin su aktivitesini düşürme üzerine en çok etkiyi daldırma zamanı yaptığı takibinde konsantrasyon ve sıcaklık olduğu görülmüştür. Mısır şurubuyla yapılan osmotik dehidrasyon sonucu su aktivitesi değerleri üzerine daldırma süresi ve sıcaklık en önemli etkenler olarak belirlenmiştir. Mısır şurubu ve sakkaroz çözeltilerinin aynı sıcaklık, aynı daldırma süresi ve aynı osmotik basınçta su kaybı değerlerine bakıldığında sakkarozdan % 7-40 daha düşük olduğu görülmüştür. Sakkaroz çözeltisine tabi tutulmuş örneklerin su aktivitesi değerleri mısır şurubundan % 1-3 daha düşük olduğu belirtilmiştir. Sakkaroz çözeltisiyle dehidrasyon sonrası örneklerin ağırlık kaybı, su kaybı, katı kazanımı değerleri mısır şurubu ile dehidrasyon işleminden daha yüksek olduğu görülmüştür.

Sahari ve ark. (2006), şeftali örneklerinin osmotik işlemi için sakkaroz (%40, 50 ve 60), glikoz ((%40, %50) ve çoklu bileşik çözeltileri (%40 sakkaroz+%20 glikoz, (%0 sakkaroz+%40 glikoz ve (%40 sakkaroz+%20 glikoz+%3 tuz) hazırlamışlardır. 1/10 Ürün/çözelti oranında 22°C sıcaklıkta daldırma gerçekleştirilmiştir. Çözeltinin konsantrasyonu ve karışımı denge zamanını etkilediği görülmüştür. Büyük moleküllü osmotik ajanların çözelti ile ürün arasındaki basıncın küçük olduğu ve bundan dolayı % su kaybında düşük olduğu belirtilmiştir. Katı kazanımının ürün lezzetinde negatif etki yaptığı görülmüştür. % 50 ile 60 sakkaroz çözeltisi arasında önemli bir farklılık olmadığı ve % 50 sakkaroz çözeltisi daha ekonomik olduğu için önerilmiştir. Tüm osmotik uygulamalar için ürünün tad ve lezzetinin birbirine benzer olduğu belirlenmiştir. Ürün kalınlığının yüksek olması su kaybını azalttığı görülmüştür. çoklu bileşiklerde (% 40 sakkaroz + % 20 glikoz + % 3 tuz) su kaybının daha yüksek olduğu görülmüştür. Osmotik kurutma yöntemiyle tad, lezzet, renk, görünüş ve şeffaflık bakımından geleneksel güneş ile kurutma yönteminden daha kaliteli son ürünler elde edildiği belirtilmiştir.

Shivhare ve ark. (2006), osmotik dehidrasyon işleminin havuca etkisini incelemişlerdir. Havuçlar 7 cm uzunluğunda ve 2.5 ve 3.5 cm yarıçapında kesilmiş, 25°C sıcaklıkta ve 70 briks sakkaroz şurubu, 70 briks'lik sakkaroz: glikoz karışımı (50:50) ve 51 briks'lik glikoz şurubu osmotik madde olarak kullanılmıştır. Havuç örnekleri 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 18, 24, 48, 72, 120, 144, 168, 240, 480, 720, 960 ve 1200 saat boyunca osmotik dehidrasyona tabi tutulmuştur. Osmotik işlem sonucunda sakkaroz ve sakkaroz-glikoz karışımının askorbik asit ve β - karoteni tuttuğu, miktara göre karşılatırıldığında ürünlerdeki β -karoten ve askorbik asit miktarının sakkaroz:glikoz karışımında daha yüksek olduğu gözlenmiştir. İşlem olarak 70 briks'lik sakkaroz/glikoz (50:50) karışımının kinetik parametreler ve hassasiyet değerleri (renk, koku, tad, görünüş ve yapı) bakımından en uygun sonuçları verdiği görülmüş ve tavsiye edilmiştir.

Jokič ve ark. (2007), şeker pancarı örneklerini 30-50°C sıcaklıklarda, 30-240 dakika süreyle sakkaroz (% 30 ve %70) ve tuz (% 0,1 ve %8) çözeltileri içerisinde bekleterek osmotik dehidrasyon işlemini gerçekleştirmişlerdir. Bekletme sürelerinin ve konsantrasyonların su kaybı üzerine etkili olduğu sıcaklığın ise etkili olmadığı görülmüştür. Katı kazanımı değerlerine bakıldığında ise bekletme süreleri ve tuz konsantrasyonlarının etkili olduğu tespit edilmiştir

Lowithun ve Charoenrein (2007), osmotik ön işlem sonrası dondurarak kurutulan rambutan örneklerinin kalitesini incelemişlerdir. Osmotik çözelti olarak % 50'lik sakkaroz, trehaloz ve maltitol çözeltileri kullanılmıştır. Dehidrasyon sıcaklığı 30°C ve 0-5 saatte daldırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Osmotik çözelti tipi su kaybı ve katı kazanımı değerleri üzerinde etkili olmadığı görülmüştür. Osmotik dehidrasyonun ilk 1-2 saat yüksek olduğu, katı kazanımı farklı şuruplarda benzer oranlarda arttığı, dondurulmuş örneklerin 3-60 günlük depolama sürelerinde kalite parametrelerine bakıldığında toplam çözünen katıların işlem görmemiş örneklerdeki miktarından daha yüksek olduğu pH değerinin 4.9-5.0 olduğu toplam titrasyon asitliğinin % 0.2 görülmüştür. Osmotik işlem sonrası dondurulmuş rambutan örneklerinde nem içeriği işlem görmemiş örneklerden daha düşük olduğu, 3 gün depolanmış örneklerin renk değerleri 60 gün depolanmış örneklere göre daha düşük olduğu görülmüştür. Osmotik işlem görmüş örnekler ile işlem görmemiş örneklerin 3 günlük depolama koşullarında tekstürel açıdan kabul edilebilirliği arasında önemli bir fark olmadığı belirtilmiştir. Tekstürel açıdan 60 günlük depolama koşullarında en yüksek değer sakkaroz ile muamele edilen örneklerde görülmüştür. Osmotik dehidrasyon işlemi sonucunda dondurarak kurutulmuş örneklerde sakkarozun maltitol, trehaloz ve ön işlemsiz rambutanlardan daha kabul edilebilir olduğu tespit edilmiştir.

Marani ve ark. (2007), sakkaroz, glikoz, fruktoz ve yüksek molekül ağırlıklı şeker çözeltilerine daldırılan meyvelerin daha sonra dondurulması ile kütle tranferi ve kalite değerlerinin değişimine bakmışlardır. Kivi örneklerinde su kaybının yüksek molekül ağırlıklı çözeltilerde daha yavaş olduğu, glikoz çözeltisinde su kaybının 24 saat sonunda en yüksek değere ulaştığı ve diğer çözeltiler için su kaybının devam ettiği gözlenmiştir. Katı kazanımı ise çözeltideki çözünenin molekül ağırlığı ile tutarlı olduğu çözünen alımı glikoz çözeltisinde diğer çözeltilerden daha yüksek olduğu, sakkarozun ve yüksek molekül ağırlıklı şeker çözeltilerinin osmoaktif çözeltiler olduğu için minimum katı kazanımı görülmüştür. Dehidrasyonun kısa sürelerde gerçekleştirilmesiyle ürünlerde su içeriğinin yüksek oranlarda kaldığı bu durumda dondurma esnasında büyük buz kristalleri oluşturabileceği ve hücrel zararlanmalara yol açacağı düşünülmüştür. Osmotik işleme

tabi tutulmuş örneklerin renk değişimine osmotik ajan tipi ve işlem süresi etki ettiği belirtilmiştir. Dehidrasyonun ilk 2 saatlik periyodunda glikoz ve fruktoz çözeltileri ile muamele edilmiş örneklerde en düşük renk değişikliği görüldüğü, taze kivi örneklerine en yakın renk değerlerinin sadece glikoz çözeltisiyle yapılan osmotik dehidrasyon işlemiyle elde edildiği görülmüştür. Renk değişikliğinin en büyük olduğu değer, yüksek molekül ağırlıklı şeker çözeltisine daldırılan örneklerde görülmüştür. Elma örnekleri için osmotik dehidrasyon işlemi kivi ile benzer eğilimde olduğu fakat su kaybı oranlarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Elmalarda katı kazanımının kiviye oranla daha düşük olduğu gözlenmiştir. Bunun sebebi ise yapılarının ve boyutlarının farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür.

Kaymak (1993), bazı meyvelerde yapılan osmos sonrası kurutmanın ardından rehidrasyon özelliklerine etkisini incelenmiştir. Bezelye örnekleri için sakkaroz sitrat muamelesinden sonra ürün rehidrasyonu çok hızlı olduğu 100 dakikada % 98-100 arasında orijinal ağırlığı ulaştığı ve sadece sakkaroz ile muameleye tabi tutulan örneklerin ise 24 saat sonunda bu orana ulaşabildikleri görülmüştür. Üzüm örnekleri için ise bezelyeler ile karşılaştırıldığında rehidrasyon oranı daha düşük ve süre daha uzun olduğu bu durumun osmotik işlem sırasında su kaybı ve kuru madde kazanımının üzümün dokusal özelliğini etkilediği ve rehidrasyon kapasitesinde kısmen kayba uğradığı görülmüştür. Kiraz ve vişnede örneklerin rehidrasyonuna bakıldığında osmotik işlem sonrası kirazların 24 saat sonunda başlangıç ağırlığının % 93'üne ulaştığı vişnelerin ise taze ağırlığının % 96-97'sine ulaştığı görülmüştür. Kiraz ve vişne arasındaki bu fark işlem esnasında alınan çözünür kuru madde miktarı ve dokusal membranların geçirgenlik özelliklerinden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Singh ve ark. (2007), osmotik işleme tabi tutulan havuç örneklerinin tekrar su alma değerlerine bakmışlardır. Havuç örneklerinin % 10 tuz çözeltisi, 55 briks sakkaroz şurup, 50 briks sakkaroz + % 10 NaCl çözeltilerine sırasıyla 35, 45, 45°C sıcaklıklarda, 90, 180, 180 dakikalık sürelerde daldırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra 60°C sıcaklıkta kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Havuç örneklerinin tekrar su alması işlemi için 30°C sıcaklıkta 1:30 kuru meyve ve su oranı belirlenmiş, 12 saatlik daldırma süresinde su kazanımı ve katı kaybı değerlerine bakılmıştır. Rehidrasyon oranı en yüksek osmotik olmayan örneklerde en düşük ise sakkaroz-tuz karışımı ile osmotik dehidrasyon işlemine tabi tutulmuş örneklerde görülmüştür.

Toğrul ve İspir (2007), kayısı örneklerini sakkaroz, glikoz, fruktoz, maltodekstrin ve sorbitolün % 70'lik konsantrasyonlarıyla osmotik dehidrasyona tabi tutmuşlardır. Dehidrasyon işlemi oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Kayısı örneklerinin sorbitol çözeltisiyle yapılan osmotik dehidrasyon işlemi su kaybının glikoz, fruktoz, sakkaroz ve maltodekstrinden daha az olduğu görülmüştür. sakkaroz ve fruktoz çözeltileri kısa sürede yüksek su kaybı ve düşük katı kazanımından dolayı en iyi sonuçları verdiği belirlenmiştir.

Singh ve ark. (2008), yaptıkları çalışmada havuç örneklerinin osmotik dehidrasyon işlemi için sakkaroz çözeltisine daldırılmasıyla su kaybı, katı kazanımı, renk değerleri (L, a, b) ve rehidrasyon oranı açısından en uygun koşulları araştırmışlardır. Havuçların başlangıç nem içeriği % 90.2-92 olarak hesaplanmıştır. Havuçlar osmotik dehidrasyon için 1 cm³'lük parçalara ayrılmıştır. 35-55°C, 45-55 briks çözeltilerinde ve 120-240 dakikalığı

arasında osmotik dehidrasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. 55 briks çözelti konsantrasyonu, 120 dakika daldırma süresi ve 35°C sıcaklıktaki osmotik muamele sonucunda % su kaybı 24.54 olarak bulunmuştur. Osmotik çözelti sıcaklığı ve daldırma süresinin artmasıyla katı kazanımının arttığı çözelti konsantrasyonunun artışıyla katı kazanımının azaldığı görülmüştür. Havuçların 45 briks konsantrasyon, 120 dakika daldırma süresi ve 35°C sıcaklıktaki osmotik muamelede % su kaybı değeri 22.58 olmuştur. Renk bakımından L (parlaklık) değeri sıcaklık artışıyla arttığı, sıcaklığın ve işlem süresinin artmasıyla b (sarılık) değerinin arttığı ve a (kırmızılık) değerinin ise azaldığı görülmüştür. Osmotik çözelti konsantrasyonu ürünlerin a değeri üzerinde etkisi önemsiz olduğu belirtilmiştir. Maksimum su kaybı, rehidrasyon oranı, L ve a değerleri ve düşük b değeri ve katı kazanımı optimum kriterler olarak belirlenmiştir. Konsantrasyon, süre ve sıcaklık bakımından en uygun işlem koşulları 52 briks, 49°C ve 150 dakika olarak belirlenmiştir. Ayrıca sıcaklık, süre ve konsantrasyonun su kaybı ve katı kazanımı üzerinde etkili olduğu görülmüştür.

İspir ve Toğrul (2009), kayısı örneklerinin farklı işlem koşullarında osmotik dehidrasyonunun kinetik ve işlem parametreleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Örnekler % 40-50-60-70 konsantrasyonlardaki sakkaroz, glikoz, fruktoz, maltodekstrin ve sorbitol çözeltileri kullanılmıştır. İşlem 25,35 ve 45°C sıcaklıkta gerçekleştirilmiştir. Ürün/çözelti oranı 1/4, 1/8, 1/12, 1/16, 1/20, 1/25 olacak şekilde ayarlanmıştır. Tüm deneyler 8 gün devam etmiş ve her 2 saatte bir daldırılmış çözeltilerden örnek alınmıştır. Su kaybı ve katı kazanımı değerlerine bakıldığında tüm çözelti tiplerinde % 70 konsantrasyonların daha etkili olduğu belirlenmiştir. % 70 konsantrasyonlarda su kaybının en yüksek olduğu çözelti tipinin sakkaroz, en düşük ise sorbitol olduğu görülmüştür. Bu durum sakkarozun molekül ağırlığının büyük olması ve kayısının yapısal özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmüştür. Su kaybı ve katı kazanımı osmotik dehidrasyon işleminde sıcaklık ile doğru orantılı olduğu su kaybı ve katı kazanımının en yüksek değer 45°C'de görülmüştür. Katı kazanımı fruktoz çözeltilerinde en düşük olduğu belirlenmiştir. Osmotik dehidrasyonda su kaybı ve katı kazanımı değerleri çözelti konsantrasyonu ve sıcaklığıyla artarken örneğin geometrisi ve çözelti örnek oranı artışıyla azaldığı belirtilmiştir.

2.4 Biberdeki Osmotik Dehidrasyon Çalışmaları

Doymaz ve Pala, (2001), kurutma öncesi 55, 60, 65 °C sıcaklıklarda osmotik çözeltilere (%2 etiloleat+%4 K₂CO₃) daldırılan kırmızı biber örneklerinin kuruma sürelerini incelemişlerdir. Örnekler % 12 nem içeriğine ininceye kadar kabin kurutucularda kurutulmuştur. 65°C sıcaklıklarda kurutulan örneklerin L değerlerinin doğal olarak kurutulanlardan % 3 daha fazla olduğu belirlenmiştir. Kırmızı rengin ölçüsü a değerinin etiloleat çözeltisi ile muamele işleminden sonra kurutulan biberlerde daha yoğun olduğu ve etiloleat çözeltilerine tabi tutulan örneklerin b değerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Etiloleat çözeltisi kuru biberlerin renginin daha parlak ve kalitesinin daha iyi duruma gelmesini sağladığı görülmüştür. Etiloleat, biberin yüzeyinde bulunan ve nem transferini engelleyen mumsu tabakayı uzaklaştırarak kuruma sırasında biberdeki suyun kolayca biber yüzeyinden difüzyonuna olanak sağladığı belirlenmiştir. Etiloleat kullanılarak kurutulan biberlerin albenisi ve kalitesi yükselmiş, ayrıca kurutma sezonundaki kuruma süresini kısaltarak kullanılan kurutucunun kapasitesinin artmasını sağlamıştır. Etiloleat çözeltisiyle ön işlemde sonra kabin kurutucularda 55°C sıcaklıkta kurutulan biber örneklerinin aynı

sıcaklıkta doğal olarak kurutulanlara göre % 43, 60°C sıcaklıkta %47, 65°C sıcaklıkta % 41 oranında zamandan tasarruf ettiği görülmüştür.

Doymaz ve Pala (2002), Maraş kırmızı biberini alkali çözeltisine (% 2 etiloleat + % 5 potasyum karbonat) daldırıldıktan sonra 50 ve 60 °C’lerde kurutulmasının renk değerleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Biberlerin 50°C’de kurutulması sonucunda L değeri 24.7, a değeri 15.42 ve b değeri 5.89 olarak ölçülmüştür. 60°C’de ise L değeri 22.92, a değeri 11.73 ve b değerinin ise 5.07 olduğu tespit edilmiştir. Başlangıç nem içeriği % 81.9, son ürün nem içeriği % 11’dir. Alkali çözeltisine daldırılıp kurutulan Maraş kırmızı biber örneklerinin ön işlemsiz kurutulan örneklere oranla L ve a değerlerinin daha yüksek olduğu görülmüştür.

Özen ve ark. (2002), dolmalık yeşil biberlerin osmotik dehidrasyon işleminde tuz ve sorbitol konsantrasyonu, sıcaklık, zaman, ürün/çözelti oranı ve çalkalama gibi faktörlerin su kaybı, katı kazanımı, su aktivitesi, sorbitol ve tuz alımı parametreleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Tuz ve sorbitolün su kaybı, katı kazanımı ve doku briksini önemli oranda arttığı bununla birlikte tuz konsantrasyonunun su kaybına etkisi osmotik dehidrasyonun sonuna doğru azaldığını tespit etmişlerdir. Sorbitolün su aktivitesi değerini tuz kadar düşüremediği görülmüştür. Tuzun % 10 konsantrasyonunda su aktivite değeri 0.93’ e kadar düşerken % 2 tuz konsantrasyonunda 0.96’ya düştüğünü belirtmişlerdir. Tuz kazanımını tuz konsantrasyonunun artışı ve düşük şeker konsantrasyonu ile önemli düzeyde arttığı, yüksek şeker konsantrasyonunda bu durumun çok az önemli olduğu belirtilmiştir. Osmotik dehidrasyon işleminde çalkalama önemli rol oynamamasına rağmen osmotik dehidrasyon süreci daha yüksek çalkalama ile hızlanabileceği belirtmişlerdir. Doku/çözelti oranı osmotik dehidrasyon işleminde önemli faktör olmadığını belirtmişlerdir.

Ade Omowaye ve ark. (2003), kırmızı biber örneklerinin titreşimli elektrik alanı oluşturularak gerçekleştirilen osmotik dehidrasyon işleminin kütle transferi üzerine etkisini incelemişlerdir. Osmotik madde olarak sakkaroz ve tuz (21.86g/100g ve 2.02 g/100g) kullanmışlardır. Osmotik dehidrasyon işlemini 30°C sıcaklıkta gerçekleştirmişlerdir. Hava ile kurutmadan önce titreşimli elektrik alanında gerçekleştirilen osmotik dehidrasyon işleminin kırmızı biberlerin renk kalitesini koruma ve kütle transferinde tatmin edici bir artış sağladığını görmüşlerdir. 0.5-1 saat titreşim alanında kullanıldığı osmotik dehidrasyon işlemindeki su kaybının 3 saat osmotik dehidrasyona tabi tutulan örneklerden daha yüksek olduğunu görmüşlerdir. Hücre zarı zedelenmeleri yaklaşık % 0.008 ile % 0.015 arasında olduğu ve ön işlemsiz örneklerle karşılaştırıldığında başlangıçtaki kurutma oranının geliştiği görülmüştür. Titreşimli elektrik alanında kısmi osmotik dehidrasyonun hava ile kurutma öncesi avantajlı olduğunu belirtmişlerdir.

Famurewa ve ark. (2006), Kırmızı biberlerin farklı kurutma yöntemleri öncesi osmotik dehidrasyon işleminin etkisini incelemişlerdir. Çözelti olarak 60 briks’lik şeker suda çözülerek kullanılmıştır. Osmotik dehidrasyon işlemi 40°C’de 30-540 dakikalar arası gerçekleştirilmiştir. Ham örneklerin protein içeriği % 27.27 olduğu sadece osmotik dehidrasyon sonrası % 15.47 bu durumu bazı çözülebilir proteinlerin osmotik çözeltiliye geçmesi ile açıklamışlardır. Osmotik dehidrasyonun takibinde uygulanacak bazı kurutma yöntemleri ile protein içeriğinde önemli değişiklikler meydana geldiği görülmüştür. Osmotik dehidrasyon işlemi sonrası dondurarak kurutma işleminde protein içeriği % 15.30, güneşte kurutma işleminde % 15.28, fırında kurutma işleminde % 12.27 olduğu

belirtilmiştir. Kırmızı biber örneklerinde protein açısından güneşte kurutma ile fırında kurutma arasında önemli bir fark olmadığı görülmüştür. C vitamini içeriği ham örneklerde 200mg/100g, ham örneklerin osmotik dehidrasyon işlemi sonucunda 150mg/100g, dondurarak kurutmada 125mg/100g, güneşte kurutmada 100 mg/100g, fırında kurutmada ise 125mg/100g olduğu görülmüştür. Su emilim kapasitesine bakıldığında en yüksek değer dondurarak kurutmada görülürken en düşük değer osmotik işlem örneklerinde görüldüğü tespit edilmiştir.

Özdemir ve ark. (2008), Osmotik dehidrasyon işleminin yeşil biberlerde optimum koşullarını belirlemek için 20-40°C sıcaklıklar, 15-600 dakikalar, 0-10 gr tuz ve 0-10 gr sorbitol değerleri arasında işleme tabi tutmuşlardır. Biberler 1 cm²'lik küpler oluşturulmuştur. Doku/çözelti oranı 1/3 olarak kullanılmıştır. Sıcaklığın etkisinin önemli olmadığını ve sorbitolün kullanımının duyusal yönden yararlı olabileceğini belirtmişlerdir. Optimum koşulların 30°C'de 240 dakika, % 5.5 tuz ve % 6 sorbitol olduğu görülmüş bu koşullarda örneklerin su kaybı yaklaşık % 23.3, katı kazanımı % 4.1, tuz alımı 8gr/100gr, sorbitol alımı 2.4gr/100gr olduğu görülmüştür. Osmotik dehidrasyon işlemi doğranmış biberlerin dondurulması ve kurutulması sürecin enerji bağımlılığını azaltmak amacıyla ön işlem olarak etkili bir şekilde kullanılabilmesi üzerinde durulmuştur. Tuz konsantrasyonunun artışıyla su kaybı arttığı, sorbitol-tuz karışımı çözeltilerde sorbitol konsantrasyonu arttıkça tuz kazanımı azaldığı ve bu durumun sorbitolün doku etrafında oluşturduğu değişimden kaynaklandığı belirtilmiştir. Osmotik çözeltide tuz konsantrasyonu arttıkça tuz alımının arttığı belirlenmiştir. Tuz ve sorbitolün konsantrasyonu 2.5-7.5gr/100gr arasında iken su kaybı % 17-26 arasında gerçekleşmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu araştırmada Kahramanmaraş bölgesinde ekimi yapılan tarladan toplanmış sena tipi kırmızı biberler örnek olarak kullanılmıştır. Sena tipi Maraş kırmızı biberlerinin ağırlığı yaklaşık 16 gram ve meyve kalınlığı 1.5 mm olarak ölçülmüştür. Kırmızı biberler deneme boyunca +4°C’de % 95 nem içeriğine sahip soğutucularda depolanmıştır. Osmotik madde olarak deniz tuzu (Kartal Birlik Tuz, İstanbul/Türkiye) ve saf tuz (Riedel-de Haën, Seelze/Almanya) kullanılmıştır. Her iki tuzun demir ve mineral içeriğindeki farklar; firmaların analiz raporlarına göre, Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Saf ve deniz tuzunun demir ve mineral içerikleri

	Saf tuz (NaCl)	Deniz tuzu
Saflık	%99,9	% 99.0
Fe (mg/kg)	-	% 0.03
Mg (mg/kg)	-	% 0.5
Ca (mg/kg)	-	% 0.4

3.2 Metot

Çalışmada kullanılan biberler ayıklanmış, kök ve damarlı kısımlar çıkarılmış ve 1cm²’lik parçalara ayrılmıştır. Deniz ve saf tuz (NaCl) çözeltileri üç farklı konsantrasyonda (%20, %30 ve aşırı doymuş; g/L) hazırlanmıştır. Kırmızı biber örnekleri, üç farklı sıcaklıkta (25, 35 ve 45°C) ve ürün/çözelti oranı 1/20 olacak şekilde belirli sürelerde (30, 60, 90, 120, 180 dakika) osmotik dehidrasyon işlemine tabi tutulmuştur.

Farklı sıcaklık, süre ve konsantrasyonlardaki çözeltilerde yapılan osmotik dehidrasyon işleminde örneklerin su aktivitesi, renk değerleri, kurumadde miktarı, % su kaybı ve % katı kazanımı belirlenmiştir.

3.3 Analizler

3.3.1 Su Aktivitesi

Örneklerin su aktivitesi sıcaklığa göre ayarlanabilen Novasina AW LAB Set H su aktivitesi cihazı ile ölçülmüştür. Osmotik işleme tabi tutulmuş örnekler 2-3 parçaya ayrıldıktan sonra aletin plastik örnek alma kabına alınarak sonra sabit haznesine yerleştirilmiştir. Yaklaşık 5 dakikada sabit değere ulaştığı görüldüğünde okuma gerçekleştirilerek su aktivitesi değeri elde edilmiştir.

3.3.2 Renk Değerleri

Renk ölçümleri Konica Minolta CR-100 (Color Reader) cihazı ile yapılmıştır. Cihazın optiğini örnek üzerine getirdiğimiz zaman L, a ve b değerleri okunmuştur. Her örnek için 4 kez okuma işlemi yapılmıştır ve ortalamaları alınmıştır. Bu sistemde a (+) kırmızılığı, a (-) yeşilliliği, b (+) sarılığı, b (-) maviliği, L değeri ise parlaklığı göstermektedir.

3.3.3 Kuru Madde ve Nem Miktarları

Örnekler belirli miktarda(g) alınmış ve 105 °C’de sabit tartıma ulaşıncaya kadar etüvde kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir (James, 1995).

3.3.4 Dehidrasyon Parametreleri

Osmotik dehidrasyon sırasında örneklerdeki % su kaybı (SK), % katı kazanımı (KK) nem tayinleri ve ağırlık ölçümleri yardımıyla hesaplanmıştır (Özdemir ve ark., 2008).

$$\text{Su kaybı (SK)} = \frac{S_0 - (A - K_t)}{K_0 + S_0} * 100$$

$$\text{Kuru madde kazanımı (KK)} = \frac{K_t - K_0}{K_0 - K_t} * 100$$

Burada;

S_0 : Osmotik dehidrasyon öncesinde kırmızıbiberdeki su miktarı (g)

A: Osmotik dehidrasyon sonundaki kırmızıbiberin ağırlığı (g)

K_t : Osmotik dehidrasyon sonundaki kırmızıbiberdeki kuru madde miktarı (g)

K_0 : Osmotik dehidrasyon öncesindeki kırmızı biberdeki kuru madde miktarı (g).

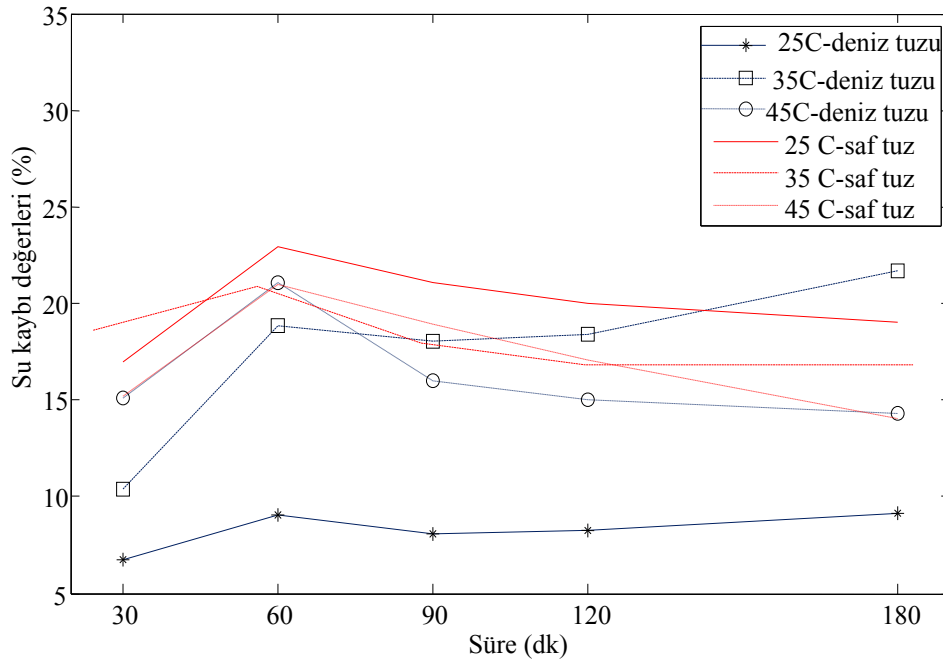
3.3.5 İstatistiksel Analiz

Çalışmada elde edilen bulgular istatistiki olarak SPSS Statistica 17.0 (2008) programı kullanılarak değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Su Kaybı

Biber örneklerinin deniz tuzunun 25°C'deki % 20 konsantrasyonuyla yapılan osmotik dehidrasyon işlemi sonucunda 30 dakikadaki % su kaybı değerinin % 6.70 olduğu 60 dakikada % 9.01, 180 dakika sonunda % 9.10 olduğu görülmüştür. Biber örnekleri deniz tuzunun 35°C' de %20'lik çözeltisinde 30 dakika sonundaki su kaybı değerleri % 10.43, 60 dakikalık periyotta % 18.83, 180 dakika sonu % 21.65 olarak belirlenmiştir. Örneklerin deniz tuzunun 45°C sıcaklık ve % 20 tuz konsantrasyonu ile osmotik dehidrasyon işleminde 30 dakikadaki değerlerinin % 15.11, 60 dakika sonunda % 21.10 yükseldiği ve 180 dakikalık süreç sonundaki su kaybı değerlerinin % 14.31'e gerilediği görülmüştür. Saf tuzun 25°C'deki % 20'lik çözeltisiyle gerçekleştirilen daldırma işlemi sonucu su kaybı değerleri 30 dakika sonunda % 16.99, 60 dakika sonunda % 22.91 ve 180 dakika sonunda % 18.98 olduğu belirlenmiştir. Saf tuzun 35°C sıcaklık % 20 konsantrasyonda su kaybı değerleri 30 dakika için % 17.68, 60 dakika için % 19.82 ve 180 dakika sonunda % 16.01 olduğu görülmüştür. Örneklerin 45°C sıcaklık % 20'lik çözeltide 30 dakikalık süreçte % 15.15, 60 dakikalık süreçte % 20.97, 180 dakikalık süreçte % 14.08 olduğu tespit edilmiştir. Şekil 4.1'de örneklerin su kaybı değerlerindeki değişimler gösterilmiştir.

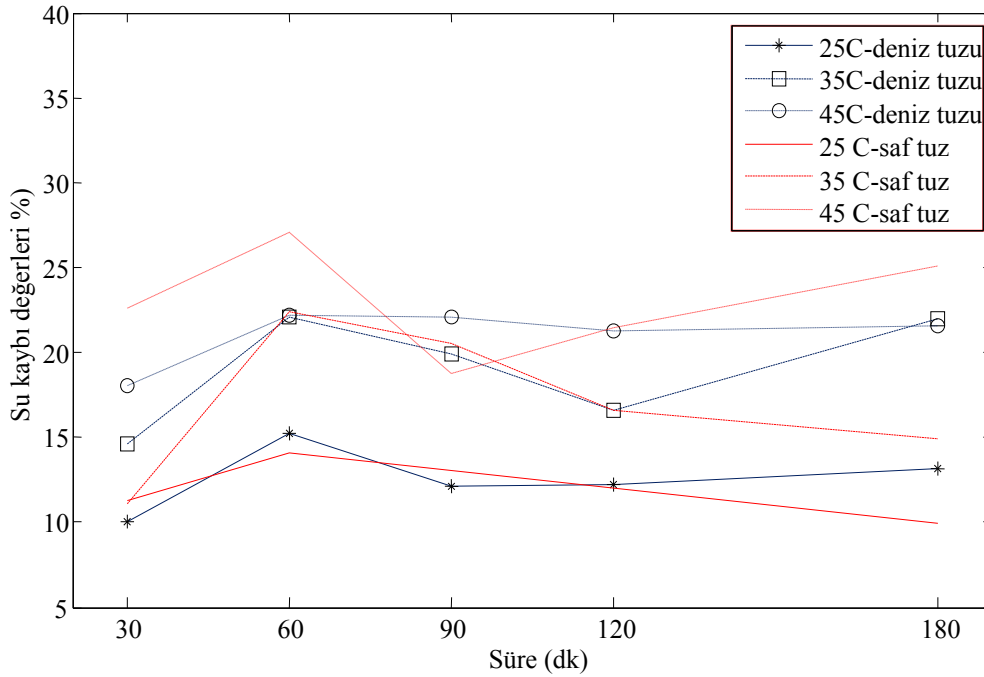


Şekil 4.1. Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin % 20'lik konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin % su kayıpları

Kırmızı biber örneklerinin ilk 60 dakikalık süreçte su kaybı değerlerinin en yüksek olduğu görülmüştür. Sultanoğlu (1999), elma örnekleri üzerinde yaptığı çalışmada su kaybı değerlerinin ilk 2 saat içerisinde en yüksek olduğu daha sonraki 8 saatlik süre sonunda denemelerde çok etkili olmadığı görülmüştür. Bu durumun sebebi biber ve elmanın yapı olarak birbirinden farklı olması düşünülmüştür. Ayrıca bu çalışmadaki değerlerle paralel

olarak Lazarides ve ark. (1995), yaptıkları çalışmada kısa işlem sürelerinde sıcaklığın artması su kaybını katı kazanımına oranla daha çok arttırdığı görülmüştür.

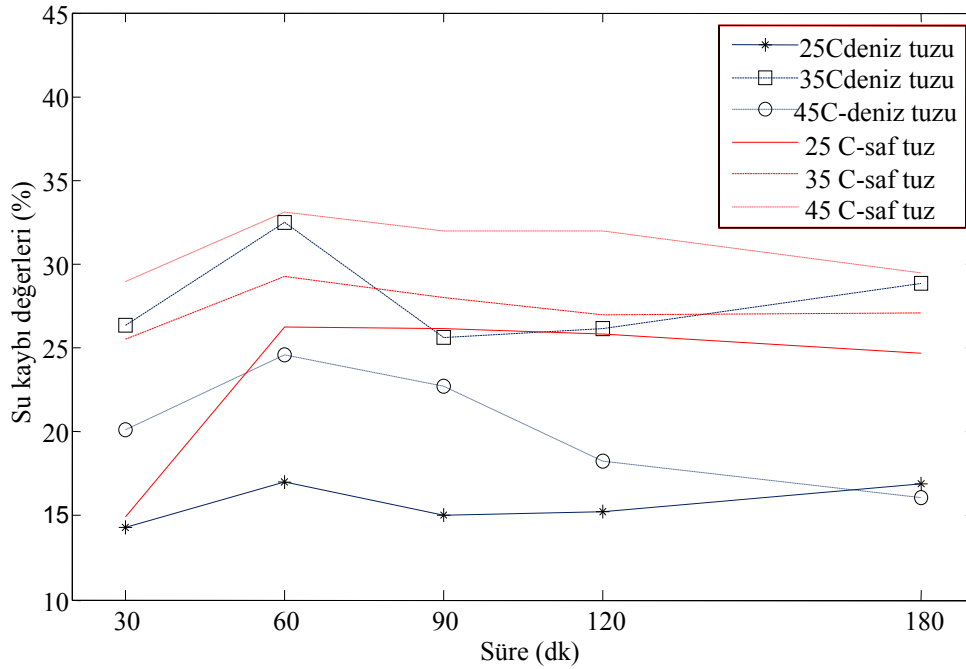
25°C'deki % 30'luk deniz tuzu konsantrasyonuna daldırılan biber örneklerinin 30. dakikada su kaybı değeri % 10.01, 60 dakikada % 15.27, 180 dakikada % 13.18 olarak bulunmuştur. Örneklerin 35°C'de sıcaklıkta % 30 konsantrasyonda 30 dakikalık sürede su kaybı değeri % 14.63, 60 dakikalık daldırma işlemi sonunda % 22.08 ve 180 dakika sonunda su kaybı değerinin % 21.99'a ulaştığı görülmüştür. Biber örneklerin 45°C sıcaklıkta % 30'luk deniz tuzu çözeltisine daldırılmasıyla su kaybı değerleri 30 dakika için % 17.99, 60. Dakikada % 22.14 ve 180. dakika sonunda su kaybı değeri % 21.58'e ulaştığı görülmüştür. Saf tuz çözeltilerine daldırılmış örneklerin % 30 konsantrasyonda 25°C sıcaklıkta su kaybı 30 dakika sonunda % 11.3, 60 dakika sonunda % 14.1, 180 dakika sonunda % 9.98 olmuştur. Örneklerin saf tuz çözeltisinin 35°C sıcaklıkta uygulanması ile su kaybı değerleri 30 dakika sonunda % 11.1, 60 dakika sonunda % 22.4 ve 180 dakikada % 14.9 olduğu belirlenmiştir. Örneklerin 45°C sıcaklıktaki % 30'luk çözeltiliye daldırılması sonucu 30. dakikada % 22.6 su kaybı değeri 60 dakika % 27.1 ve 180. dakika sonunda ise % 25.1 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.2. Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin % 30'luk konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin % su kayıpları

Şekil 4.2'de görüldüğü gibi kırmızı biber örnekleri üzerinde yapılan osmotik dehidrasyon işlemi sonucu ilk 60 dakikanın çok etkili olduğu ve sıcaklığa bağlı olarak su kaybı değerlerinin arttığı görülmüştür. Heng ve ark. (1990), elma örnekleri üzerinde yaptıkları çalışmada da sıcaklık artışının su kaybını arttırdığı fakat 50°C üzerindeki sıcaklık uygulamalarında dokunun azda olsa zarar görebileceğini tespit etmişlerdir.

Chua ve ark. (2004), yapmış oldukları çalışmada % 15'lik sakkaroz çözeltisinin % 25 ve % 35 sakkaroz çözeltisinden daha güçlü olduğunu tespit etmişler ve bunun sebebi olarak daha yüksek konsantrasyondaki bazı osmoaktif maddeler (sakkaroz, maltoz, dekstroz gibi) ürün yüzeyinde bir katman oluşturduğu ve bu durumun osmotik dehidrasyon sürecini geciktirdiği görülmüştür. Maraş biber örneklerinin su kaybı değerlerine bakıldığında tuz konsantrasyonları için böyle bir durumun söz konusu olmadığı konsantrasyon artışı ile su kaybı oranının arttığı bu durumun ise tuzun molekül ağırlığının düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür



Şekil. 4.3. Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin Aşırı doymuş konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin % su kayıpları

Deniz tuzunun 25°C'deki aşırı doymuş çözeltisiyle gerçekleştirilen daldırma işlemi sonucunda biber örneklerinin su kaybı değerleri 30. dakikada % 14.36, 60. dakika sonunda % 17.01, 180. dakika sonunda % 16,88'e ulaştığı görülmüştür. Aşırı doymuş deniz tuzu çözeltisiyle 35°C'de gerçekleştirilen daldırma işlemi sonucu su kaybı değerleri 30. Dakikada % 26.4, 60. dakikada % 32.47 ve 180. dakika sonunda % 28.87 belirlenmiştir. Aşırı doymuş deniz tuzu çözeltilerinin 45°C sıcaklıktaki işlem sonucu 30. dakikadaki su kaybı değerinin % 20.10, 60 dakikalık süreçte % 24.58 ve 180 dakika sonunda % 16.09 olduğu görülmüştür. Saf tuzun 25°C'deki aşırı doymuş çözeltisine daldırılan biber örneklerinin su kaybı değerleri 30. dakikada % 14.95, 60. dakikada % 26.25, 180 dakikada % 24.72, 35°C sıcaklıkta ise 30 dakikalık osmotik dehidrasyon işleminde su kaybı % 25.5, 60. dakikada % 29.3, 180. dakika sonunda ise % 27.09 olmuştur. Saf tuzun 45°C sıcaklıktaki aşırı doymuş çözeltilerine daldırılan örneklerin 30, 60 ve 90 dakikadaki su kaybı değerleri sırasıyla % 28.99, % 33.1, % 29.51 olduğu bulunmuştur (Şekil 4.3).

Tuz ve sakkaroz çözeltilerine daldırılan patates örnekleri işlem süresinin yanında sıcaklığında su kaybını arttırdığı görülmüştür. Özellikle yüksek sıcaklıklarda su kaybı çok hızlı bir şekilde gerçekleştiği ve dengeye ulaşma süresinin kısaldığı belirlenmiştir (Eren,

2004). Maraş biber örneklerinin deniz tuzunun % 20 konsantrasyonunda 25°C sıcaklıkta 60.dakikadaki %9.01, 45°C sıcaklıkta ise % 21.10 su kaybı değerleri elde edilmiştir. Deniz tuzunun % 30 konsantrasyonunda 25°C'deki % 15.27 35°C sıcaklıkta % 22.14 olduğu belirtilmiştir. Özen ve ark. (2002), biber örnekleri üzerinde yaptığı çalışmada ilk 2 saatte su kaybının arttığı daha sonra yavaşlayıp azaldığı görülmüştür. Maraş biber örneklerinde su kaybı üzerinde sıcaklığın etkin olduğu görülürken 60 dakikalık daldırma süresine kadar çok etkili olduğu görülmüştür. Maraş biberinin et kalınlığının düşük olması osmotik dehidrasyon süresini kısalttığı ve 60 dakikalık osmotik dehidrasyon işleminde su kaybı oranının çok yüksek olduğu görülmüştür. Deniz tuzunun konsantrasyon artışının osmotik basıncın arttırdığı ve bu durumda su kaybı oranını arttırdığı görülmüştür.

Çizelge 4.1. Deniz tuzu çözeltisi ile yapılan osmotik dehidrasyon sonucu % su kaybı değerlerinin varyans analizi

Değişim	Hata Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F	P
Model	1440,819 ^a	28	51,458	17,152	,000
Etkileşim	13969,136	1	13969,136	4656,165	,000
Sıcaklık	707,295	2	353,647	117,877	,000
Süre	130,414	4	32,603	10,867	,000
Konsantrasyon	402,257	2	201,129	67,040	,000
Konsantrasyon * Süre	23,243	8	2,905	,968	,493
Sıcaklık * Süre	57,243	8	7,155	2,385	,066
Sıcaklık * Konsantrasyon	120,368	4	30,092	10,030	,000
Hata	48,002	16	3,000		
Toplam	15457,958	45			
Doğrulanmış Toplam	1488,821	44			

Su kaybı(%) değerleri bakımından sıcaklık, süre ve konsantrasyonun %5 düzeyinde istatistiki olarak önemli çıkmıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.2. Örneklerin deniz tuzu çözeltisinde % su kaybı ortalama değerleri ve Tukey testi grupları

Süre (dk)		30	60	90	120	180
Konsantrasyon	Sıcaklık °C					
%20	25	6.70(c)	9.01 (a)	8.11 (b)	8.27 (bc)	9.10 (ab)
	35	10.43 (c)	18.83 (a)	18.02 (b)	18.38 (bc)	21.65 (ab)
	45	15.11 (c)	21.10 (a)	16.01 (b)	14.99 (bc)	14.31 (ab)
%30	25	10.01 (c)	15.27 (a)	12.11 (b)	12.21 (bc)	13.18 (ab)
	35	14.63 (c)	22.08 (a)	19.92 (b)	16.55 (bc)	21.99 (ab)
	45	17.99 (c)	22.14 (a)	22.10 (b)	21.22 (bc)	21.58 (ab)
Aşırı Doymuş	25	14.36 (c)	17.01 (a)	15.01 (b)	15.23 (bc)	16.88 (ab)
	35	26.40 (c)	32.47 (a)	25.63 (b)	26.18 (bc)	28.87 (ab)
	45	20.10 (c)	24.48 (a)	22.77 (b)	18.27 (bc)	16.09 (ab)

Çizelge 4.2'de süreye bağlı olarak % su kaybı ortalama değerleri ve Tukey testi grupları gösterilmiştir. Deniz tuzu çözeltisiyle gerçekleştirilen osmotik işlem sonrası

biberlerin su kaybı değerlerinin Tukey testine göre 60 dakikalık daldırma süresinin önemli olduğu ve en yüksek kaybın 60 dakikada olduğu gözlenmiştir. En yüksek su kaybının 35°C sıcaklıkta aşırı doymuş çözeltilerine daldırılan biber örneklerinin 60. dakikasında elde edilmiştir.

Çizelge 4.3. Saf tuz çözeltisi ile yapılan osmotik dehidrasyon sonucu % su kaybı değerlerinin varyans analizi

Değişim	Hata Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F	P
Model	1596,866 ^a	28	57,031	9,364	,000
Etkileşim	19801,344	1	19801,344	3251,292	,000
Sıcaklık	209,443	2	104,721	17,195	,000
Süre	161,998	4	40,500	6,650	,002
Konsantrasyon	919,963	2	459,982	75,527	,000
Konsantrasyon * Süre	25,795	8	3,224	,529	,818
Sıcaklık * Süre	22,997	8	2,875	,472	,858
Sıcaklık * Konsantrasyon	256,670	4	64,168	10,536	,000
Hata	97,445	16	6,090		
Toplam	21495,655	45			
Doğrulanmış Toplam	1694,311	44			

Çizelge 4. 3'deki saf tuz çözeltisi ile gerçekleştirilen daldırma işleminde % su kaybı değerlerinin varyans analizi tablosuna bakıldığında sıcaklık, süre ve konsantrasyonun su kaybı değerleri istatistiki olarak önemli çıkmıştır ($p < 0.05$). İkili etkileşimlerine bakıldığında konsantrasyon*süre ve sıcaklık* sürenin etkili olmadığı ($p > 0.05$) fakat sıcaklık*konsantrasyonun etkili olduğu görülmüştür.

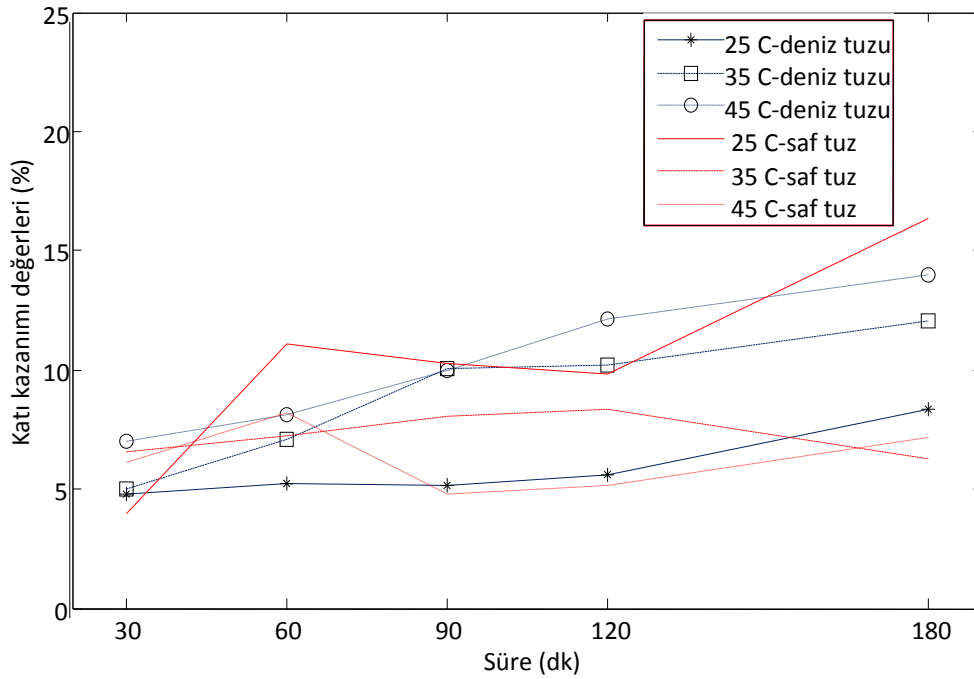
Çizelge 4.4. Örneklerin saf tuz çözeltisinde % su kaybı ortalama değerleri ve Tukey testi grupları

Süre (dk)		30	60	90	120	180
Konsantrasyon	Sıcaklık °C					
%20	25	16.99 (b)	22.91 (a)	21.1 (ab)	19.9 (ab)	18.98 (b)
	35	17.68 (b)	19.82 (a)	17.1 (ab)	15.99 (ab)	16.01 (b)
	45	15.15 (b)	20.97 (a)	18.97 (ab)	17.06 (ab)	14.08 (b)
%30	25	11.3 (b)	14.1 (a)	13.1 (ab)	12 (ab)	9.98 (b)
	35	11.1 (b)	22.4 (a)	20.5 (ab)	16.6 (ab)	14.9 (b)
	45	22.6 (b)	27.1 (a)	18.8 (ab)	21.4 (ab)	25.1 (b)
Aşırı Doymuş	25	14.95 (b)	26.25 (a)	26.11 (ab)	25.79 (ab)	24.72 (b)
	35	25.5 (b)	29.3 (a)	28 (ab)	27.02 (ab)	27.09 (b)
	45	28.99 (b)	33.1 (a)	31.98 (ab)	32.01 (ab)	29.51 (b)

Süreler arasında ilişkiyi belirlemek için elde edilen verilere Tukey testi uygulanmıştır. Yapılan grupta 30 ila 60. Dakikaların birbirinden farklı olduğu 60. dakikalarda ve 30. dakikalarda iki farklı grup oluşturmuş ve 60. dakikada su kaybı en yüksek değerine ulaştığı fakat 180 dakikalık daldırma süresi ile 30 dakikalık süresi aynı

grupta yer almıştır (Çizelge 4. 4). Aşırı doymuş çözeltiye daldırılan biber örnekleri 45°C'de 60. Dakikalık osmotik işlemden en yüksek değere ulaştığı belirlenmiştir.

Özen ve ark. (2002), yeşil biberlerde osmotik dehidrasyonun ilk 2 saatte çok yüksek olduğu daha sonra önemsiz olduğu belirlenmiştir. Maraş kırmızı biberde ise 60. dakikada osmotik dehidrasyonun yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun yeşil biber örnekleriyle Maraş biber örneklerinin ürün kalınlıklarının birbirinden farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür.

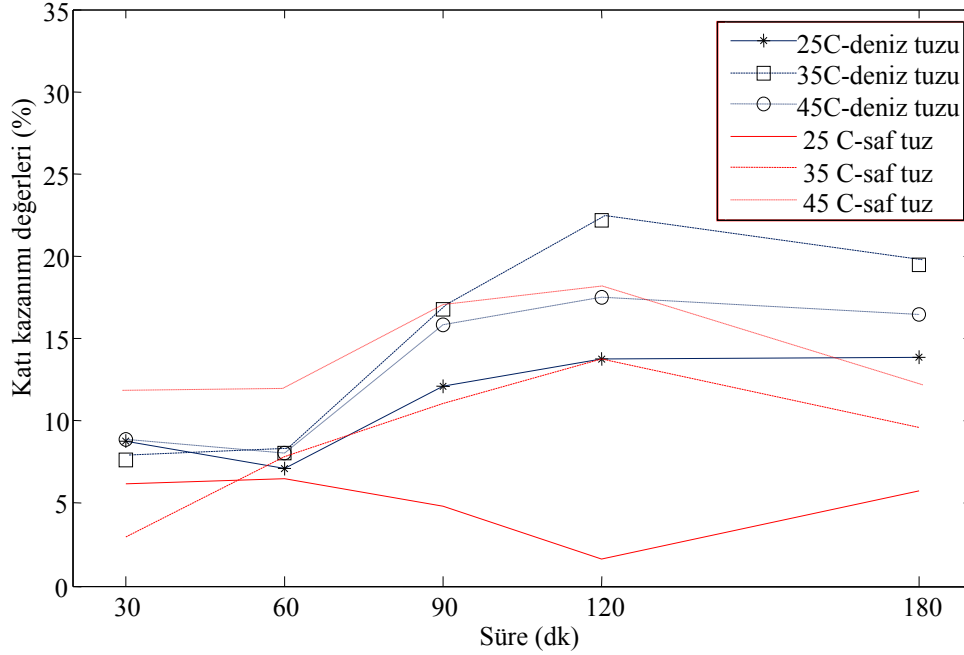


Şekil 4.4. Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin % 20'lik konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin % katı kazanımları

4.2. Katı Kazanımı

Deniz tuzunun 25°C'deki % 20'lik konsantrasyonuyla gerçekleştirilen daldırma işleminin katı kazanımı değeri 30. dakikada % 4.8, 60. dakikada % 5.26, 180. dakikalık periyotta ise % 8.33 olduğu görülmüştür. Deniz tuzu çözeltilerinin 35°C'deki % 20'lik konsantrasyonu ile gerçekleştirilen işlem sonrası katı kazanımı değerlerinin 30 dakikada % 5.02, 60 dakikada % 7.12 ve 180 dakika sonunda ise % 12.02 olduğu görülmüştür. Deniz tuzu çözeltisiyle 45°C sıcaklıkta gerçekleştirilen osmotik işleminin 30, 60 ve 180 dakikalardaki katı kazanımı değerleri sırasıyla % 6.99, % 8.11 ve % 13.98 olarak belirlenmiştir. Saf tuz çözeltisiyle 25°C ve % 20 konsantrasyonda 30, 60 ve 180 dakikalık periyotlarda gerçekleştirilen işlem sonucunda katı kazanımı değerleri sırasıyla % 4, % 11.1 ve % 16.37 olarak belirlenmiştir. Saf tuz çözeltisiyle 35°C sıcaklıkta gerçekleştirilen işlem sonucu katı kazanımı değerlerinin 30 ve 60, 180 dakika sonlarında sırasıyla % 6.55, % 7.24 ve % 6.24 olduğu belirlenmiştir. Saf tuzun % 20 konsantrasyon ve 45°C sıcaklıkta 30, 60 ve 180 dakikada % 6.11, % 8.2 ve % 7.16'lık bir katı kazanımı olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4. 4).

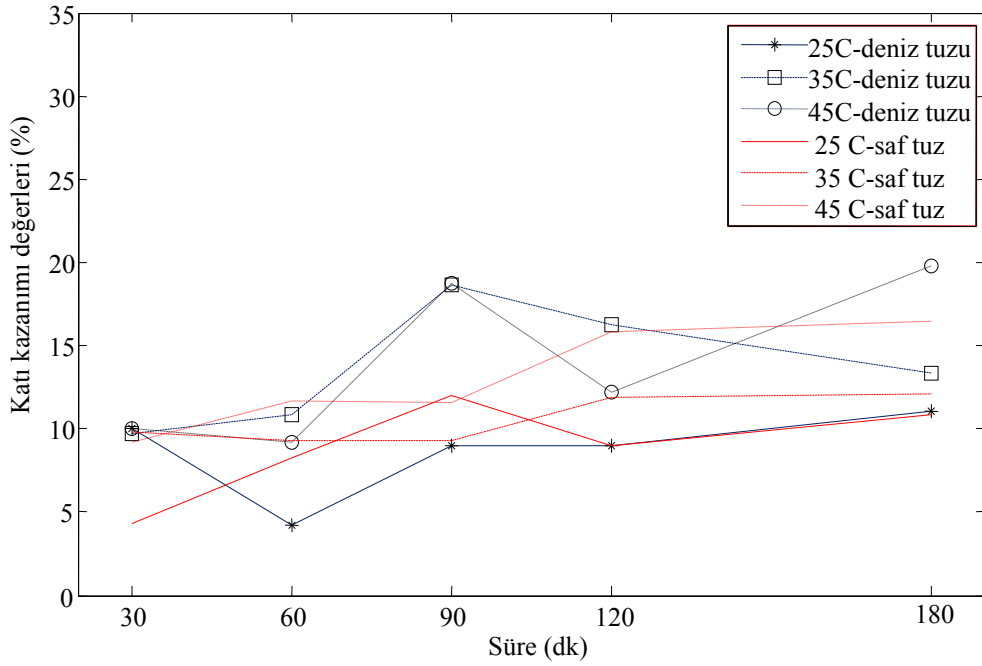
Eren (2004), Patates örneklerinin dehidrasyonunda sıcaklığın katı kazanımı üzerindeki etkisine bakıldığında su kaybı değerleri gibi işlem süresinin ve sıcaklığın artması katı kazanımını arttırdığı görülmüştür. Şekil 4.4'te görüldüğü gibi süreye bağlı olarak katı kazanımının düzensiz artışı devam etmiştir. 30. Dakikadaki katı kazanımı % 4.8, 180 dakika sonunda ise % 8.33 olduğu görülmüştür. Çözelti sıcaklığının katı kazanımı değerleri üzerinde etkili olduğu görülmüştür.



Şekil 4.5. Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin % 30'luk konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin % katı kazanımları

Biber örneklerinin deniz tuzu çözeltiyle 25°C sıcaklıktaki daldırma işleminde 30. dakika sonunda % 8.75, 60. dakikalık süreçte % 7.10 ve 180. dakikada % 13.90 olduğu görülmüştür. Deniz tuzu çözeltisinin % 30 konsantrasyonunda ve 35°C sıcaklıkta 30 dakikalık daldırma sonrası biber örneklerinin katı kazanımı değerleri % 7.59, 60 dakikada % 8 ve 180. dakika sonunda % 19.45 olduğu görülmüştür. Deniz tuzu çözeltisinin 45°C sıcaklıkta 30, 60, 180. Dakikadaki katı kazanımı değerleri % 8.93, % 8.07, % 16.44 olduğu tespit edilmiştir. Biber örneklerinin saf tuzun 25°C'deki çözeltisiyle dehidrasyonu sonucu 30, 60, 180 dakikalarda % 6.21, % 6.47 ve % 5.81 olduğu belirlenmiştir. Çözelti konsantrasyonun % 30 ve sıcaklığın 35°C olduğu işlemlerde 30, 60, 180 dakika değerleri % 2.93, % 7.89, % 9.61 olduğu belirlenmiştir. Saf tuz çözeltilerinin 45°C'deki % 30 konsantrasyonuna tabi tutulan örneklerin 30, 60, 180. Dakikadaki katı kazanımı değerleri sırasıyla % 9.95, % 10.1, % 15.9 olduğu görülmüştür (Şekil 4.5).

Lazarides ve ark. (1995), sıcaklığın yüksek olduğu kısa sürelerde gerçekleştirilen Osmotik dehidrasyon işlemiyle su kaybı katı kazanımına oranla daha fazla artmıştır. Ancak uzun işlem sürelerinde zaten denge durumuna yaklaşmış olan su kaybı sıcaklıktaki artıştan etkilenmezken katı kazanımı artmaya devam etmiştir. Maraş biber örneklerinin süreye bağlı olarak katı kazanımının devam ettiği fakat düzenli olmadığı görülmüştür.



Şekil 4.6. Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin aşırı doymuş konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin % kıta kazanımları

25°C sıcaklık ve aşırı doymuş deniz tuzu çözelti konsantrasyonlarında uygulanan osmotik dehidrasyon işlemindeki kıta kazanımı değerleri 30 dakika sonunda % 9.99, 60 dakikada % 4.20 ve 180 dakika sonunda % 11.01 olarak görülmüştür. Dehidrasyon işleminin 35 °C sıcaklıkta 30. dakikada kıta kazanımı değerleri % 9.69, 60 dakikada % 10.86 ve 180. dakikada % 13.38 olduğu görülmüştür. 45 °C sıcaklığında aşırı doymuş çözeltinin 30, 60 ve 180 dakikalar sonunda % 9.98, % 9.20 ve % 19.81 kıta kazanımı değerleri elde edilmiştir. Saf tuz çözeltilerine daldırılan biber örneklerinin 25°C sıcaklıkta 30, 60 ve 180 dakikadaki değerleri sırasıyla % 4.29,% 8.29 ve % 10.9 olduğu görülmüştür. 35°C'de 30, 60 ve 180. dakikada % 9.77, % 9.32 ve % 12.1 olarak hesaplanmıştır. Aşırı doymuş saf tuzun 45°C sıcaklıkta 30, 60 ve 180 dakikalardaki değerleri % 9.19, % 11.7 ve % 16.4 olmuştur (Şekil 4.6).

Eren (2004), kıta kazanımını minimize etmek için osmotik dehidrasyon düşük konsantrasyon ve sıcaklıkta gerçekleştirmek en uygun sonuçları verdiğini belirtmiştir. Şekil 4.6 incelendiğinde kıta kazanımı % artış değerlerinin sıcaklık ile bir ilişkisi olduğu anlaşılmıştır. Aşırı doymuş çözeltilere daldırılan biber örneklerinin kıta kazanımı değerlerinin 25°C sıcaklıklarda düşük kaldığı görülmüştür. Çözelti konsantrasyonunun artışının kıta kazanımını arttırdığı anlaşılmıştır. % 20 çözeltide %13.98 kıta kazanımını değerine karşılık aşırı doymuş çözeltide % 19.81 olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.5. Deniz tuzu çözeltisi ile yapılan osmotik dehidrasyon sonucu % katı kazanımı değerlerinin varyans analizi

Değişim	Hata Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F	P
Model	875,616 ^a	28	31,272	11,882	,000
Etkileşim	5626,000	1	5626,000	2137,591	,000
Sıcaklık	158,497	2	79,248	30,110	,000
Süre	361,069	4	90,267	34,297	,000
Konsantrasyon	191,143	2	95,572	36,312	,000
Konsantrasyon * Süre	83,270	8	10,409	3,955	,009
Sıcaklık * Süre	62,796	8	7,850	2,982	,030
Sıcaklık * Konsantrasyon	18,841	4	4,710	1,790	,180
Hata	42,111	16	2,632		
Toplam	6543,727	45			
Doğrulanmış Toplam	917,727	44			

Çizelge 4.5’de gösterildiği gibi sıcaklık, süre ve konsantrasyon parametrelerinin osmotik dehidrasyon işleminde katı kazanımı değerleri istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Konsantrasyon*süre ve sıcaklık*süre ikilisinin birlikte etkili olduğu ($p < 0.05$) fakat sıcaklık*konsantrasyonun etkili olmadığı ($p > 0.05$) görülmüştür.

Çizelge 4.6. Örneklerin deniz tuzu çözeltisinde % katı kazanımı ortalama değerleri ve Tukey testi grupları

Süre(dk)		30	60	90	120	180
konsantrasyon	Sıcaklık °C					
%20	25	4.80 (b)	5.26 (b)	5.15 (b)	5.60 (a)	8.33 (a)
	35	5.02 (b)	7.12 (b)	10.08 (b)	10.23 (a)	12.02 (a)
	45	6.99 (b)	8.11 (b)	10.00 (b)	12.10 (a)	13.98 (a)
%30	25	8.75 (b)	7.10 (b)	12.12 (b)	13.71 (a)	13.90 (a)
	35	7.59 (b)	8.00 (b)	16.75 (b)	22.21 (a)	19.45 (a)
	45	8.93 (b)	8.07 (b)	15.86 (b)	17.47 (a)	16.44 (a)
Aşırı Doymuş	25	9.99 (b)	4.20 (b)	8.98 (b)	9.01 (a)	11.01 (a)
	35	9.69 (b)	10.86 (b)	18.67 (b)	16.24 (a)	13.38 (a)
	45	9.98 (b)	9.20 (b)	18.75 (b)	12.25 (a)	19.81 (a)

Çizelge 4.6’da Tukey testi sonucunda katı kazanımı değerleriyle ilgili elde edilen ortalama değerler ve Tukey test grupları verilmiştir. Test sonucunda değerlerin 2 grup oluşturduğu görülmüştür. Katı kazanımının süreyle birlikte arttığı görülmüştür. Katı kazanımı 180 dakika sonunda (% 19.81) en yüksek değerlerde olduğu görülmüştür.

Katı kazanımı süreyle etkili olduğu konsantrasyonla anlamlılığının arttığı gözlenmiştir. Katı kazanımında en düşük değerlerin % 20 konsantrasyonlarda elde edildiği görülmüştür. En yüksek katı kazanımı değerlerinin ise 45°C sıcaklıkta aşırı doymuş çözelti ile muamelelerde görülmüştür.

Çizelge 4.7. Saf tuz çözeltisi ile yapılan osmotik dehidrasyon sonucu % katı kazanımı varyans analizi

Değişim	Hata Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F	P
Model	439,161 ^a	28	15,684	2,012	,072
Etkileşim	3776,851	1	3776,851	484,614	,000
Sıcaklık	44,806	2	22,403	2,875	,086
Süre	89,853	4	22,463	2,882	,047
Konsantrasyon	62,600	2	31,300	4,016	,039
Sıcaklık * Süre	41,132	8	5,141	,660	,719
Süre * Konsantrasyon	29,067	8	3,633	,466	,862
Sıcaklık * Konsantrasyon	171,702	4	42,925	5,508	,006
Hata	124,696	16	7,794		
Toplam	4340,708	45			
Doğrulanmış Toplam	563,857	44			

Saf tuz çözeltileriyle gerçekleştirilen osmotik dehidrasyon işlemiyle elde edilen katı kazanımı verilerinin varyans analizine bakıldığında sıcaklığın istatistik olarak önemli olmadığı ($p>0.05$), süre ve konsantrasyonun ise önemli olduğu ($p<0.05$) görülmüştür (Çizelge 4.7).

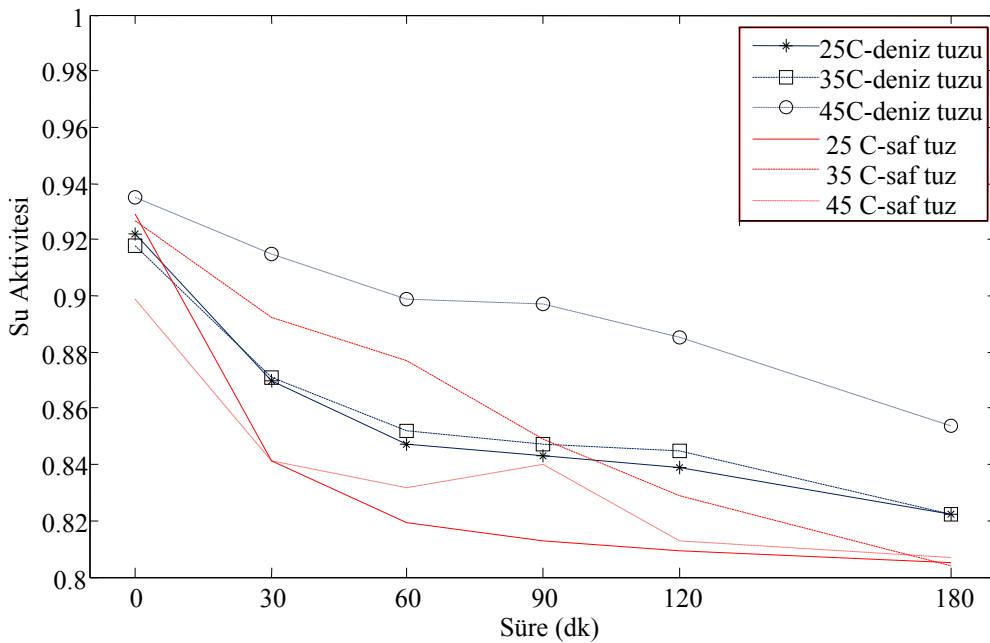
Çizelge 4.8. Örneklerin saf tuz çözeltisinde % katı kazanımı ortalama değerleri Tukey Testi grupları

Süre (dk)		30	60	90	120	180
Konsantrasyon	Sıcaklık °C					
%20	25	4 (b)	11.1 (a)	10.25 (ab)	9.83 (ab)	16.37 (a)
	35	6.55 (b)	7.24 (a)	8.06 (ab)	8.37 (ab)	6.24 (a)
	45	6.11 (b)	8.2 (a)	4.77 (ab)	5.17 (ab)	7.16 (a)
%30	25	6.21 (b)	6.47 (a)	4.85 (ab)	1.66 (ab)	5.81 (a)
	35	2.93 (b)	7.89 (a)	11.1 (ab)	13.8 (ab)	9.61 (a)
	45	9.95 (b)	10.1 (a)	14.8 (ab)	15.9 (ab)	10.3 (a)
Aşırı Doymuş	25	4.29 (b)	8.29 (a)	12 (ab)	9.01 (ab)	10.9 (a)
	35	9.77 (b)	9.32 (a)	9.26 (ab)	11.9 (ab)	12.1 (a)
	45	9.19 (b)	11.7 (a)	11.6 (ab)	15.8 (ab)	16.4 (a)

En düşük katı kazanımı ortalama değerlerinin 30. dakika olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.8).

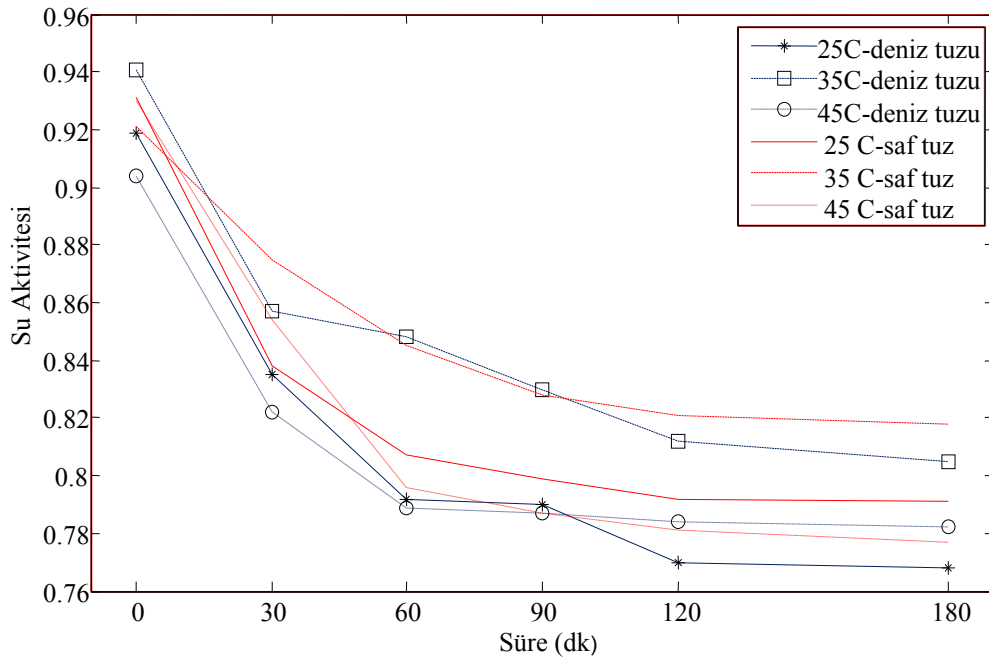
4.3. Su Aktivitesi

Biber örneklerinin su aktivite değerleri 25°C sıcaklıkta % 20 deniz çözeltisindeki 0, 30 ve 180 dakikalarda sırasıyla 0.922, 0.870 ve 0.822 olduğu belirlenmiştir. Saf tuzun 25°C sıcaklık ve % 20 çözeltisinde su aktivite değerlerinin 0, 30 ve 180 dakikalarda sırasıyla 0.929, 0.841 ve 0.805 olduğu gösterilmiştir. Deniz tuzu çözeltisiyle 35°C sıcaklıkta gerçekleştirilen daldırma işleminde 30, 60 ve 180 dakikadaki su aktivite değerlerine bakıldığında 0.871, 0.852 ve 0.822 olduğu görülmüştür. Saf tuz çözeltisiyle 35°C sıcaklıktaki gerçekleştirilen işlemde 30, 60 ve 180 su aktivite değerleri, 0.892, 0.877 ve 0.804 olarak ölçülmüştür. Deniz tuzunun 45°C sıcaklıktaki çözeltisine daldırılan örneklerin su aktivite değerlerine bakıldığında 0.935, 0.915, 0.899, 0.897, 0.885 ve 0.854 olduğu görülmüştür. Saf tuz çözeltileriyle 45°C sıcaklıkta daldırılan biberlerin su aktivite değerleri ise 0.899, 0.841, 0.832, 0.840, 0.813 ve 0.807 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin % 20'lik konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin Su Aktiviteleri

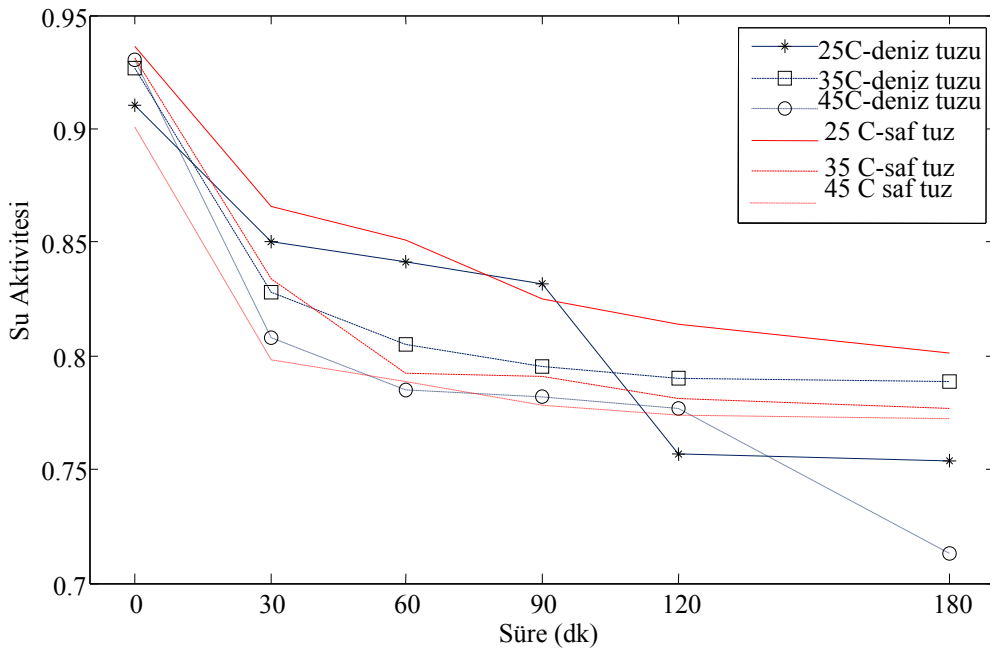
El-Aouar ve ark. (2006), Papaya örneklerinde yaptıkları çalışmada sakkaroz çözeltilerinde 25°C su aktivite değerleri % 44'lük 0.954, % 50 0.939 ve % 56 0.920 mısır şurubu için ise 25°C su aktivite değeri % 44'lük 0.966, % 50 0.959 ve % 56'lık çözeltide 0.940 ölçülmüştür. Papaya örnekleri için su kaybı ve katı kazanımında en önemli etkiyi osmotik çözelti konsantrasyonu yapmaktadır. Sıcaklığın etkisinin olmadığı görülmüştür. Biber örneklerimizin su aktivite azalış değerlerine bakıldığında çözelti konsantrasyon oranının artışı sıcaklıktan daha etkili olduğu değerler kontrol edildiğinde görülmektedir. Deniz tuzunun 35°C sıcaklıktaki % 20 konsantrasyonuna 30 dakika daldırılan biber örneklerinin su aktivite değerlerine bakıldığında 0.871, % 30 konsantrasyonda 0.857 ve aşırı doymuş çözeltide 0.828 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.8. Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin % 30'luk konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin Su Aktiviteleri

Şekil 4.8'de 25°C sıcaklıktaki % 30'luk deniz tuzu çözeltisine daldırılan Maraş kırmızı biber örneklerinin 25°C sıcaklıktaki su aktivite değerlerine bakıldığında 0. Dakikada 0.919, 30. dakikada 0.835, 90 dakika sonunda 0.790 ve 180 dakikada 0.768 olduğu belirlenmiştir. Saf tuzun 25°C'deki çözeltisine daldırılan biber örneklerinin 0, 30, 90, 180 dakikadaki su aktivite değerleri 0.931, 0.838, 0.799 ve 0.791 olduğu görülmüştür. Deniz tuzunun 35°C sıcaklıktaki % 30'luk çözeltisiyle yapılan osmotik dehidrasyon işleminin 0, ve 180 dakikadaki su aktivite değerleri sırasıyla 0.941 ve 0.805 olduğu görülmüştür. Saf tuzun 35°C sıcaklıktaki % 30'luk çözeltisinin 0, 30, 60, 120 ve 180 dakika değerleri 0.921 ve 0.818 olduğu belirlenmiştir. Deniz tuzunun 45°C sıcaklıktaki çözeltisine tabi tutulan biber örneklerinin su aktivite değerleri sırasıyla 0, 30 ve 60, dakikalarda 0.904, 0.822 ve 0.789 olarak belirlenmiştir. Saf tuzun 45°C sıcaklıktaki 0, 30 ve 60 dakikalardaki su aktivite değerleri ise 0.930, 0.854 ve 0.796 olduğu görülmüştür.

Özen ve ark. (2002), su aktivite değeri % 10 tuz çözeltisinde su aktivitesi değeri 0.93'e düşmekte % 2'lik tuz çözeltisinde ise 0.96'da kaldığı görülmüştür. Maraş kırmızı biberi dehidrasyon işlemleri tuz konsantrasyonu değerlerine bakıldığında su aktivitesi değerleri üzerinde önemli bir etkisi olduğu gözlenmiştir. Maraş biber örnekleri % 20'lik deniz tuzu çözeltisinde başlangıç değeri 0.922, 180 dakika sonunda 0.822 olduğu aşırı doymuş çözeltisinde ise 0.910'dan 0.801'e düştüğü görülmüştür. Saf tuz çözeltilerinin % 20 konsantrasyonlarıyla 45°C'deki uygulamada su aktivitesi 0.899'dan 0.807'ye düştüğü % 3'lük çözeltilerde ise 0.930'dan 0.777 su aktivitesi değerine düştüğü görülmüştür.



Şekil 4.9. Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin aşırı doymuş konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin Su Aktiviteleri

Şekil 4.9'da 25°C'deki aşırı doymuş deniz tuzu çözeltilerine daldırılan biber örneklerinin su aktivite değerleri 0.910, 0.850, 0.841, 0.832, 0.757 ve 0.754 olduğu tespit edilmiştir. Biber örneklerinin saf tuz çözeltisiyle 25°C sıcaklıktaki işlemi sonrası değerleri 0.936, 0.866, 0.851, 0.825, 0.814 ve 0.801 olduğu belirlenmiştir. Aşırı doymuş deniz tuzuyla 35°C sıcaklıkta gerçekleştirilen dehidrasyon işlemi 0, 60 ve 180 dakikalardaki su aktivite değerleri 0.927, 0.805 ve 0.789 olarak belirlenmiştir. Saf tuz çözeltisinin 35°C sıcaklıktaki su aktivite değerlerine bakıldığında 0.931, 0.792 ve 0.777 olarak belirlenmiştir. Aşırı doymuş deniz tuzu çözeltisiyle 45°C gerçekleştirilen dehidrasyon işlemi sonucu biberlerin 0 ve 180 dakikadaki su aktivite değerleri 0.930 ve 0.713 saf tuz çözeltisinde ise 0. dakika değeri 0.901, 180. dakika değeri ise 0.772 olduğu Şekil 4.9'da görülmüştür.

Katı kazanımında meydana gelen artışla su aktivitesinde önemli ölçüde düşüş sağlamaktadır (Eren, 2004). Uzun işlem sürelerinde zaten denge durumuna yaklaştığı için su kaybı sıcaklık artışından etkilenmezken katı kazanımı süreye bağlı olarak artmaya devam ettiğini belirlenmiştir. Maraş biber örnekleri için aşırı doymuş deniz tuzu çözeltisinin 45 °C sıcaklıkta muamele sonrası 180. Dakikadaki katı kazanımının %19.81 su aktivitesi ise 0.713, saf tuz çözeltisi için aynı işlem koşullarında katı kazanımı %16.4 su aktivitesi ise 0.772 olarak ölçülmüştür bu değerlere bakıldığında en yüksek katı kazanımı değerlerinde su aktivitesinin en düşük değerlere ulaştığı görülmüştür.

Çizelge 4.9. Deniz tuzu çözeltisi ile yapılan osmotik dehidrasyon sonucu su aktivitesi değerleri varyans analizi

Değişim	Hata Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F	p
Model	,155 ^a	33	,005	18,312	,000
Etkileşim	37,819	1	37,819	147716,612	,000
Sıcaklık	,001	2	,001	2,689	,092
Süre	,099	5	,020	77,252	,000
Konsantrasyon	,033	2	,016	63,848	,000
Süre * Konsantrasyon	,008	10	,001	2,958	,019
Sıcaklık * Süre	,002	10	,000	,612	,786
Sıcaklık * Konsantrasyon	,013	4	,003	12,318	,000
Hata	,005	20	,000		
Toplam	37,979	54			
Doğrulanmış Toplam	,160	53			

İstatistiki olarak deniz tuzu çözeltisiyle yapılan osmotik dehidrasyon işlemi sonucu elde edilen su aktivite değerleriyle yapılan varyans analizinde gruplar arasında süre ve konsantrasyonun $p < 0.05$ düzeyinde önemli olduğu, fakat sıcaklığın tek başına anlamlı bir fark oluşturmadığı ($p > 0.05$) görülmüştür. Süre*konsantrasyon ve sıcaklık*konsantrasyonun birlikte etkili olduğu ($p < 0.05$) fakat sıcaklık*sürenin birlikte etkili olmadığı ($p > 0.05$) Çizelge 4. 9'da görülmektedir.

Çizelge 4.10. Örneklerin deniz tuzu çözeltisinde su aktivite ortalama değerleri ve Tukey Testi grupları

Süre		0	30	60	90	120	180
Konsantrasyon	Sıcaklık						
%20	25	0.922 (a)	0.870 (b)	0.847 (bc)	0.843 (c)	0.839 (cd)	0.822 (d)
	35	0.918 (a)	0.871 (b)	0.852 (bc)	0.847 (c)	0.845 (cd)	0.822 (d)
	45	0.935 (a)	0.915 (b)	0.899 (bc)	0.897 (c)	0.885 (cd)	0.854 (d)
%30	25	0.919 (a)	0.835 (b)	0.792 (bc)	0.790 (c)	0.770 (cd)	0.768 (d)
	35	0.941 (a)	0.857 (b)	0.848 (bc)	0.830 (c)	0.812 (cd)	0.805 (d)
	45	0.904 (a)	0.822 (b)	0.789 (bc)	0.787 (c)	0.784 (cd)	0.782 (d)
Aşırı Doymuş	25	0.910 (a)	0.850 (b)	0.841 (bc)	0.832 (c)	0.757 (cd)	0.754 (d)
	35	0.927 (a)	0.828 (b)	0.805 (bc)	0.795 (c)	0.790 (cd)	0.789 (d)
	45	0.930 (a)	0.808 (b)	0.785 (bc)	0.782 (c)	0.777 (cd)	0.713 (d)

Çizelge 4.10'da Tukey testi sonuçları verilmiştir. 180 dakika sonunda en düşük su aktivite değerleri görülmüş, 0. dakikada işlem görmemiş örneklerin su aktivite değerlerinin yüksek olduğu bulunmuştur. 180 dakikalık işlem boyunca su aktivitesinin azaldığı fakat 30 Dakikalık periyotta su aktivitesi azalışının daha yüksek olduğu görülmüştür. Biber örnekleri 180 dakikalık daldırma işleminde aşırı doymuş çözeltide en düşük su aktivite değeri elde edilmiştir.

Çizelge 4.11. Saf tuz çözeltisi ile yapılan osmotik dehidrasyon sonucu su aktivitesi değerleri varyans analizi

Değişim	Hata Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F	P
Model	,122 ^a	33	,004	17,176	,000
Etkileşim	37,547	1	37,547	174022,675	,000
Sıcaklık	,005	2	,003	12,160	,000
Süre	,102	5	,020	94,209	,000
Konsantrasyon	,005	2	,002	11,151	,001
Sıcaklık * Süre	,001	10	8,471E-5	,393	,935
Süre * Konsantrasyon	,002	10	,000	1,092	,413
Sıcaklık * Konsantrasyon	,007	4	,002	8,575	,000
Hata	,004	20	,000		
Toplam	37,673	54			
Doğrulanmış Toplam	,127	53			

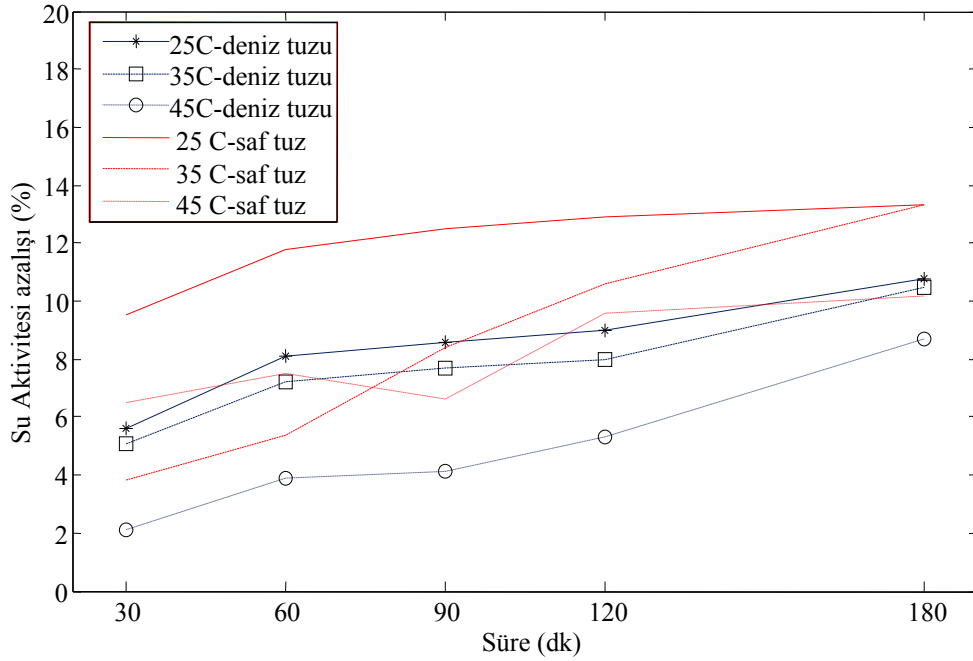
Saf tuz ile osmotik işlemde su aktivite değerlerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi ile sıcaklık, süre ve konsantrasyonun su aktivitesi düşüşü üzerinde her üç parametrenin tek başlarına anlamlı bir fark oluşturduğu ($p < 0.05$) görülmüştür. İkili değerlendirmelere bakıldığında Sıcaklık*konsantrasyonun birlikte etkili olduğu ($p < 0.05$) fakat sıcaklık*süre ve süre*konsantrasyonun birlikte su aktivitesi üzerinde anlamlı bir fark oluşturmadığı ($p > 0.05$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.12 Örneklerin saf tuz çözeltisinde su aktivitesi ortalama değerleri ve Tukey Testi grupları

Süre (dk)		0	30	60	90	120	180
Konsantrasyon	Sıcaklık ^o C						
%20	25	0.929 (a)	0.841 (b)	0.819 (c)	0.813 (cd)	0.809 (cd)	0.805 (d)
	35	0.927 (a)	0.892 (b)	0.877 (c)	0.849 (cd)	0.829 (cd)	0.804 (d)
	45	0.899 (a)	0.841 (b)	0.832 (c)	0.840 (cd)	0.813 (cd)	0.807 (d)
%30	25	0.931 (a)	0.838 (b)	0.807 (c)	0.799 (cd)	0.792 (cd)	0.791 (d)
	35	0.921 (a)	0.875 (b)	0.845 (c)	0.828 (cd)	0.821 (cd)	0.818 (d)
	45	0.930 (a)	0.854 (b)	0.796 (c)	0.787 (cd)	0.781 (cd)	0.777 (d)
Aşırı doymuş	25	0.936 (a)	0.866 (b)	0.851 (c)	0.825 (cd)	0.814 (cd)	0.801 (d)
	35	0.931 (a)	0.834 (b)	0.792 (c)	0.791 (cd)	0.781 (cd)	0.777 (d)
	45	0.901 (a)	0.798 (b)	0.789 (c)	0.778 (cd)	0.774 (cd)	0.772 (d)

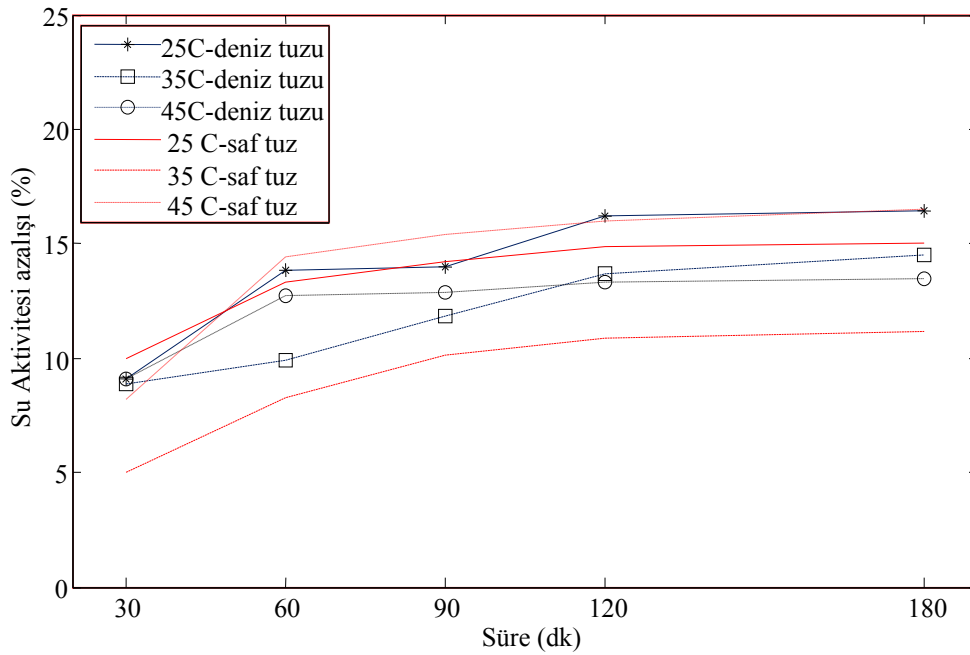
Saf tuz çözeltileriyle muamele sonrası kırmızı biber örneklerinin su aktivitesi değerlerinde Tukey testi oluşturulmuştur. Uygulamanın 0, 30 ve 60 dakikalar arasında gruplandırmanın farklı olduğu görülmüştür. 0.dakikada işlem görmemiş örneklerin su

aktiviteleri yüksektir. 30 dakikalık osmotik dehidrasyon periyodunda su aktivitesi düşüşünün yüksek olduğu 60, 90, ve 120 dakikalar arasında ise değerlerin düşüşünün birbirine yakın olduğu ve birbiriyle ilişkili oldukları belirlenmiştir. 180 dakika sonunda en düşük değerler elde edildiği Çizelge 4.12’de görülmüştür. Su aktivitesinin en düşük değeri (0.772) 180 dakikalık işlem süresinde 45°C sıcaklıktaki aşırı doymuş çözeltiye tabi tutulan biberlerde görülmüştür.



Şekil 4.10. Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin % 20’lik konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin % Su Aktivitesi azalışları

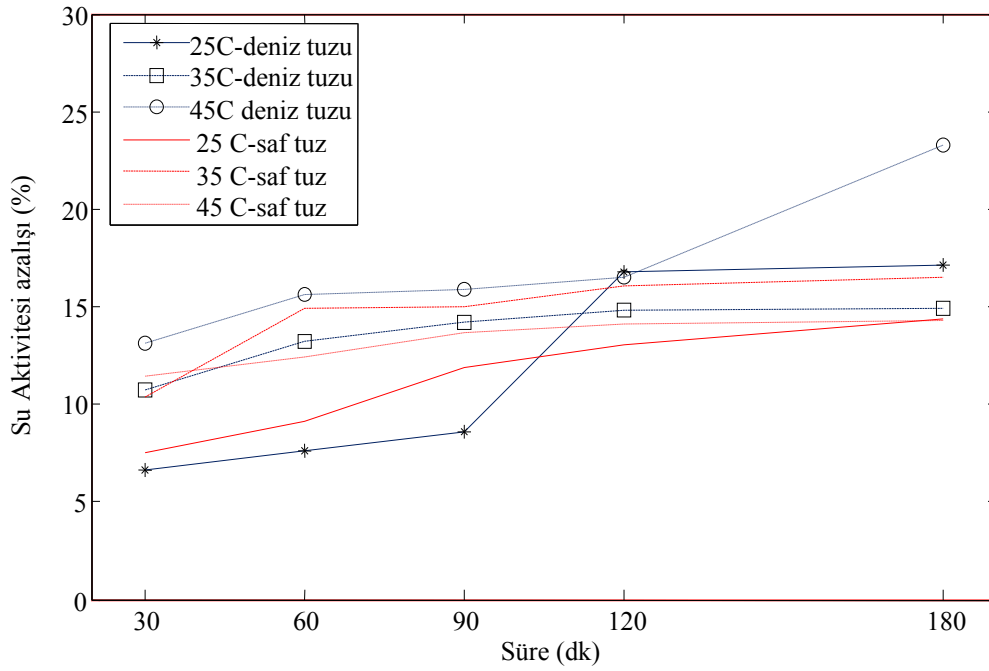
Şekil 4.10’a göre Deniz tuzu çözeltisiyle 25°C sıcaklıkta yapılan osmotik işlem sonrası su aktivitelerinin % azalışları 30. dakika % 5.6 ve 180. dakika ise % 10.8 olarak belirlenmiştir. Saf tuzun 25°C sıcaklıktaki çözeltisiyle yapılan daldırma işleminin 30 ve 180 dakikadaki su aktivite değerleri % 9.5 ve % 13.3 olduğu görülmüştür. Deniz tuzunun 35°C’deki çözeltisine daldırılan biber örneklerinin 30 ve 180. dakikalardaki su aktivite değerlerinin azalışları % 5.1 ve % 10.5 olduğu görülmüştür. Saf tuzun 35°C sıcaklıktaki çözeltileriyle gerçekleştirilen işlem sonucu 30 ve 180 dakikadaki su aktivite azalışı değerleri % 3.8 ve % 13.3 olduğu görülmüştür. Deniz tuzunun 45°C sıcaklıktaki çözeltisiyle gerçekleştirilen daldırma işlemi sonucunda biber örneklerinin 30 ve 180 dakikadaki su aktivite azalışı % 2.1 ve % 8.7 olarak gösterilmiştir. Saf tuzun 45°C’deki çözeltisiyle gerçekleştirilen osmotik dehidrasyon işlemi neticesinde 30 ve 180 dakikalardaki değerlerin % 6.5 ve % 8.7 olduğu görülmüştür.



Şekil 4.11. Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin % 30'luk konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin % Su Aktivitesi azalışları

Deniz tuzunun 25°C'deki çözeltisine daldırılan biber örneklerinin osmotik dehidrasyon işlemi sonrasında 60, 120 ve 180 dakikalardaki değerleri % 13.4, % 16.2 ve % 16.4 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.11). Saf tuzun 25°C'deki % 30 konsantrasyonlarında 60, 120 ve 180 dakikalardaki su aktivite azalışları % 13.3, % 14.9 ve % 15 olmuştur. Deniz tuzunun 35°C sıcaklıktaki % 30'luk çözeltisiyle biberde gerçekleştirilen dehidrasyon sonucunda 30, 90 ve 120. dakikalardaki su aktivite azalışları % 8.9, % 11.8 ve % 13.7 olarak bulunmuştur. Saf tuz çözeltisinin 35°C sıcaklıkta gerçekleştirilen dehidrasyon işlemi sonucunda 30, 90 ve 120 dakikalardaki biber örneklerinin su aktivite azalış değerleri % 5, % 10.1 ve % 10.9 olduğu belirlenmiştir. Deniz tuzunun 45°C sıcaklıktaki % 30'luk çözeltisine daldırılan biber örneklerinin 30, 60 ve 180 dakikadaki su aktivite değerleri % 9.1, % 12.7 ve % 13.5 saf tuz çözeltisinde ise % 8.2, % 14.4 ve % 16.5 olduğu gösterilmiştir.

Maraş kırmızı biberinin % 30 konsantrasyonlarda 35°C işlemlerde su aktivitesi azalışı % 14.5'e düşerken su aktivite değerlerinin 0.805'e kadar düştüğü görülmüştür. Osmotik dehidrasyon işlemi neticesinde % su aktivitesi azalışlarının ilk 30 dakikada en yüksek olduğu görülmüştür.



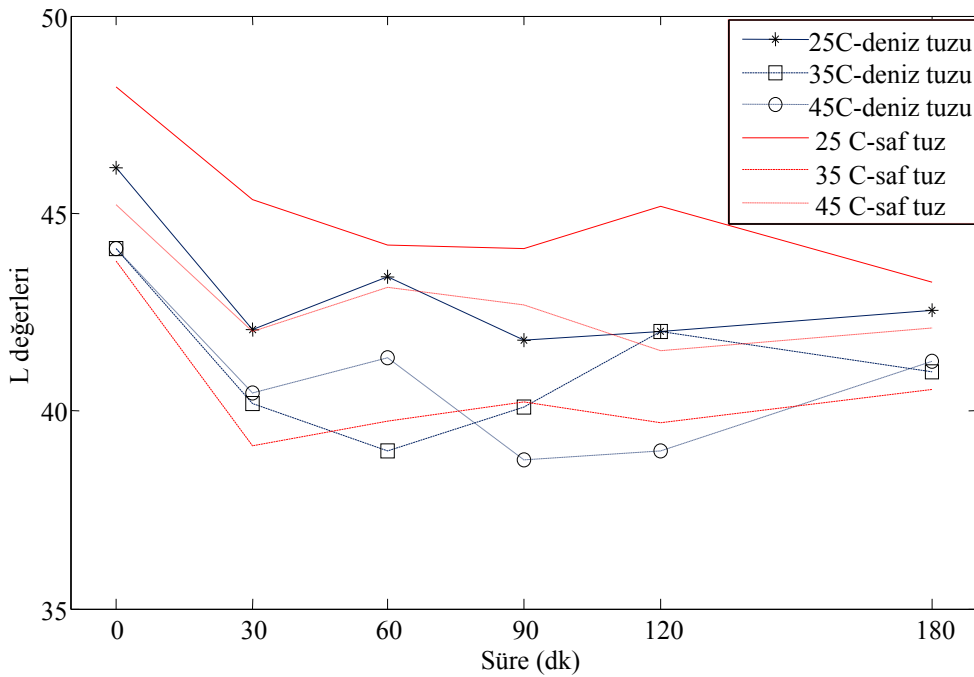
Şekil 4.12. Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin aşırı doymuş konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin % Su Aktivitesi azalışları

Aşırı doymuş deniz tuzu çözeltilerinin 25°C sıcaklıkta 30, 120 ve 180. dakikalardaki su aktivite azalış değerleri % 6.6, % 16.8 ve % 17.1 olduğu saf tuzun 25°C'deki çözeltileriyle gerçekleştirilen dehidrasyon işlemi neticesinde 30, 120 ve 180 dakikalardaki su aktivite azalışları sırasıyla % 7.5, % 13 ve % 14.4 olarak ölçülmüştür. Deniz tuzunun 35°C deki aşırı doymuş çözeltilisine daldırılan biber örneklerinin 30, 60 ve 180 dakikadaki su aktivite azalışı değerleri sırayla % 10.7, % 13.2 ve % 14.9 olarak gösterilmiştir. Saf tuzun 35°C'deki aşırı doymuş çözeltilisiyle yapılan osmotik dehidrasyon işlemi sonucu biberlerin 30, 60 ve 180 dakikalardaki su aktivite azalışları % 10.4, % 14.9 ve % 16.5 olduğu belirlenmiştir. Deniz tuzunun 45°C sıcaklıktaki aşırı doymuş konsantrasyonuna daldırılan biber örneklerinin 30, 60 ve 90. Dakikadaki su aktivite azalışlarının sırasıyla % 13.1, % 15.6 ve % 15.9 ve saf tuzun 45°C'deki çözeltilisiyle yapılan osmotik dehidrasyon işlemi sonucu biberlerin 30, 60 ve 90 dakikalardaki su aktivite azalışları sırasıyla % 11.4, % 12.4 ve % 13.7 olduğu görülmüştür (Şekil 4.12).

Yüksek su kaybı elde etmek için osmotik dehidrasyonun yüksek sıcaklıklarda gerçekleştirilse de bu durumda katı kazanımındaki artış kaçınılmazdır (Ravindra ve Chattopadhyay, 2000). Katı kazanımını tamamen minimize etmek hedeflenirse osmotik dehidrasyon düşük sıcaklık ve konsantrasyonlarda gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Elde edilen değerlere bakıldığında su kaybı oranı artarken katı kazanımının da arttığı görülmektedir. Bu durumda su aktivitesi düşüşünü arttırmaktadır. Bu durumun sebebi meyvedeki suyun bir kısmı çözeltiliye geçerken diğer yandan da katı kazanımı ile hücre yapısındaki suyun oransal miktarı azalmasından kaynaklandığı düşünülmüştür.

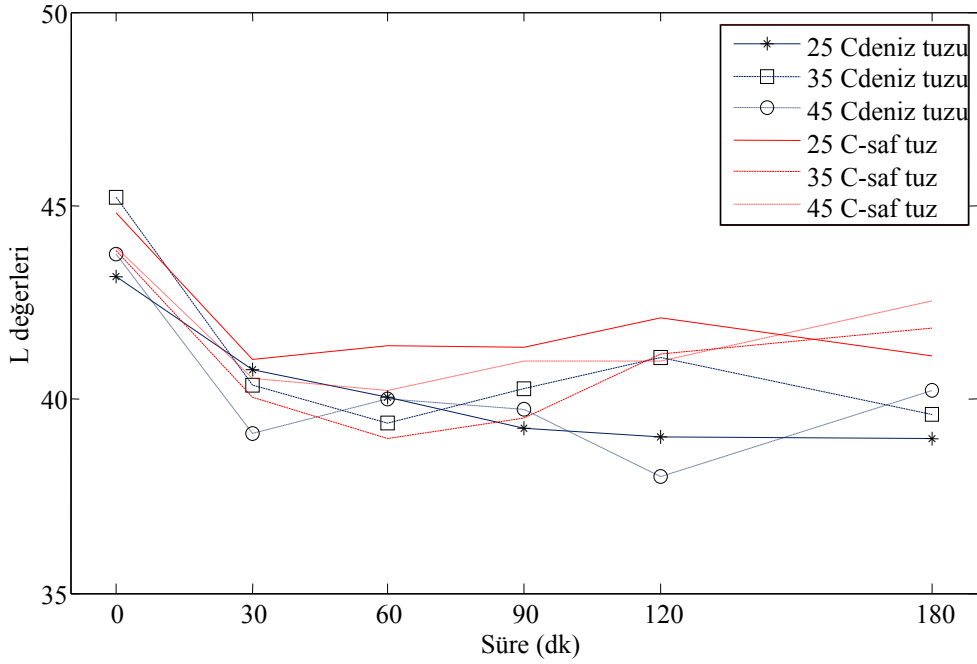
4.4. Biber Örneklerinin L Değerleri

Şekil 4.13'e bakıldığında deniz tuzuyla 25°C'de gerçekleştirilen dehidrasyon işleminde 0, 30 ve 180 dakikalarda L değerleri sırasıyla 46.17, 42.06 ve 42.54 olarak ölçülmüştür. Saf tuzun 25°C sıcaklıkta daldırılmasıyla 0, 30 ve 180 dakikalarda elde edilen L değerleri 48.21, 45.33 ve 43.25 olarak tespit edilmiştir. Deniz tuzu çözeltisiyle 35°C'deki dehidrasyon işlemi sonrası 30, 60 ve 180 dakikalardaki L değerlerine bakıldığında sırasıyla 44.11, 40.18 ve 41.00 olduğu görülmüştür. Saf tuz çözeltisinin 35°C'de uygulanmasıyla 0, 60 ve 180 dakikalardaki L değerleri 43.78, 39.1 ve 40.55 olarak belirlenmiştir. Deniz tuzunun 45°C sıcaklıktaki çözeltileriyle yapılan dehidrasyon işlemi neticesinde 30, 60 ve 180. dakikadaki L değerleri sırasıyla 44.09, 40.45 ve 41.25 olarak bulunmuştur. Saf tuzun 45°C'deki çözeltisine daldırılan örneklerin 30, 60 ve 180 dakikadaki L değerleri sırasıyla 45.23, 42.01 ve 42.08 olarak elde edilmiştir.



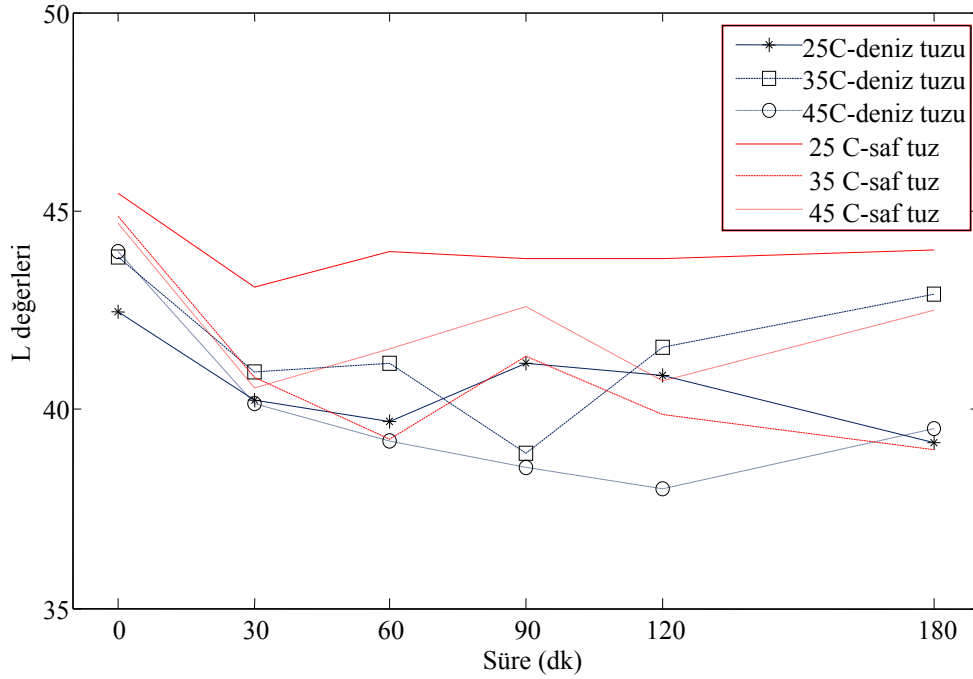
Şekil 4.13. Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin % 20'lik konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin L değerleri

Osmotik dehidrasyonun L renk değerleri üzerindeki etkisine bakıldığında ilk 30 dakikalık süreçte düşüşün yüksek olduğu görülmüştür. L değerinin düşmesi ile parlaklığın azaldığı ve koyuluğu arttığı gözlenmiştir. Taze örneklerde L değeri 46.17 olarak ölçülmüş %20 deniz tuzu çözeltisinde 25°C sıcaklıkta daldırmanın 30. Dakikasında L değerinin 42.06 olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.14. Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin % 30'luk konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin L değerleri

Şekil 4.14'e göre deniz tuzu çözeltisinin 25°C'deki % 30 konsantrasyonuyla yapılan osmotik işleminde 0 ve 180 dakikalardaki L değerleri sırasıyla 43.18 ve 38.99 olduğu görülmüştür. Saf tuzun 25°C sıcaklıktaki çözeltisiyle yapılan dehidrasyon işleminde 0 ve 180 dakikalarda L değerleri sırasıyla 44.83 ve 41.1 olarak belirlenmiştir. Deniz tuzunun 35°C'deki % 30 konsantrasyonu ile gerçekleştirilen daldırma işleminde 0, 30 ve 180. dakikalardaki L değerleri 45.2, 40.35 ve 39.59 olduğu görülmüştür. Saf tuzun 35°C sıcaklıktaki L değerlerinin 0, 30 ve 180. dakikalardaki değerleri 43.83, 40.07 ve 41.82 olarak belirlenmiştir. Örneklerimizi 45°C'deki deniz tuzu çözeltisine daldırarak gerçekleştirilen dehidrasyon işlemi neticesinde 0, 60, 180 dakikadaki değerleri 43.75, 40.10 ve 40.24 olduğu belirlenmiştir. Saf tuzun 45°C'deki çözeltisi ile muamelede 0, 60 ve 180 dakikalardaki L değerleri 43.91, 40.22 ve 42.53 olduğu görülmüştür.



Şekil 4.15. Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin aşırı doymuş konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin L değerleri

Deniz tuzu çözeltilerinin 25°C'deki aşırı doymuş konsantrasyonunda yapılan osmotik dehidrasyon işleminde 0, 30 ve 180. dakikalardaki L değerleri 42.44, 40.25 ve 39.18 olduğu görülmüştür. Saf tuz çözeltileri için 25°C sıcaklıktaki 0, 30 ve 180.dakikadaki L değerleri 45.44, 43.1 ve 44 olarak belirlenmiştir. Örneklerin deniz tuzunun 35°C sıcaklıktaki 0 ve 180 dakikadaki değerleri 43.83 ve 42.89 olduğu görülmüştür. Saf tuz çözeltisinin 35°C aşırı doymuş çözeltisiyle yapılan dehidrasyon işleminde 0 ve 180 dakikalardaki L değerleri 44.88 ve 38.99 olarak ölçülmüştür. Deniz tuzunun 45°C'deki aşırı doymuş çözeltisi ile yapılan işlem sonrası L değeri 0. Dakikada 43.95, 180. dakikada 39.5 olarak belirlenmiştir. Saf tuz çözeltisiyle 45°C'de uygulanan osmotik dehidrasyon işleminde L değerleri 0. dakikada 44.69 180. dakikada ise 42.51 olduğu görülmüştür. Maraş kırmızı biber örneklerinin parlaklık değerlerine bakıldığında başlangıçtaki değerlere kıyasla düşüş olduğu Şekil 4.15'te görülmektedir. Saf tuzun % aşırı doymuş çözeltisiyle 25°C gerçekleştirilen daldırma sonrası L değerindeki değişim düşük olduğu görülmüştür (Şekil 4.15).

Bezelyeler üzerinde yapılan çalışmalarda renk bakımından tüm konsantrasyonlar ve bileşimler arasında önemli farklılık gözlenmediği belirtilmiştir (Kaymak, 1993). Fakat biber örneklerinde ise durumun böyle olmadığı konsantrasyon miktarının renk değişimi üzerinde etkili olduğu grafiklerden anlaşılmaktadır. L değerinin en fazla düşüş % 30 konsantrasyonlarda gerçekleşirken aşırı doymuş çözeltilerde 180 dakikalık süreç sonunda L değeri düşüşünün daha az olduğu bunun sebebi ise yüzeyde biriken tuzdan kaynaklandığı düşünülmüştür.

Çizelge 4.13. Deniz tuzu çözeltisi ile yapılan osmotik dehidrasyon sonucu L değerleri varyans analizi

Değişim	Hata Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F	P
Model	173,324 ^a	33	5,252	6,561	,000
Etkileşim	90397,192	1	90397,192	112916,403	,000
Sıcaklık	10,734	2	5,367	6,704	,006
Süre	111,282	5	22,256	27,801	,000
Konsantrasyon	14,035	2	7,017	8,765	,002
Süre * Konsantrasyon	4,065	10	,407	,508	,865
Sıcaklık * Süre	16,291	10	1,629	2,035	,085
Sıcaklık * Konsantrasyon	16,917	4	4,229	5,283	,005
Hata	16,011	20	,801		
Toplam	90586,527	54			
Doğrulanmış Toplam	189,335	53			

Maraş kırmızı biberinin deniz tuzu çözeltisiyle osmotik dehidrasyon işlemi sonucu elde edilen değerlere istatistiksel olarak bakıldığında süre, sıcaklık ve konsantrasyonun L değerleri üzerinde her üç faktöründe tek başlarına anlamlı bir farklılık oluşturduğu ($p < 0.05$), ikili etkileşimlerine bakıldığında süre*konsantrasyon ve sıcaklık*sürenin birlikte etkili olmadığı ($p > 0.05$) fakat sıcaklık*konsantrasyonun birlikte etkili olduğu ($p < 0.05$) görülmüştür (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.14. Örneklerin deniz tuzu çözeltisinde L ortalama değerleri ve Tukey testi grupları

Süre (dk)		0	30	60	90	120	180
Konsantrasyon	Sıcaklık °C						
%20	25	46.170 (a)	42.060 (b)	43.370 (b)	41.780 (b)	41.990 (b)	42.540 (b)
	35	44.110 (a)	40.180 (b)	38.990 (b)	40.080 (b)	42.030 (b)	41.000 (b)
	45	44.090 (a)	40.450 (b)	41.360 (b)	38.780 (b)	38.990 (b)	41.250 (b)
%30	25	43.180 (a)	40.750 (b)	40.050 (b)	39.250 (b)	39.050 (b)	38.990 (b)
	35	45.200 (a)	40.350 (b)	39.400 (b)	40.260 (b)	41.080 (b)	39.590 (b)
	45	43.750 (a)	39.110 (b)	40.010 (b)	39.750 (b)	38.000 (b)	40.240 (b)
Aşırı Doymuş	25	42.440 (a)	40.250 (b)	39.700 (b)	41.150 (b)	40.850 (b)	39.180 (b)
	35	43.830 (a)	40.930 (b)	41.150 (b)	38.890 (b)	41.550 (b)	42.890 (b)
	45	43.950 (a)	40.150 (b)	39.220 (b)	38.550 (b)	37.990 (b)	39.500 (b)

Çizelge 4.14'te Tukey testine bakıldığında 0.'dakikadaki işlem görmemiş biber örneklerinin L değerlerinin yüksek olduğu görülmüştür. Deniz tuzu çözeltisi ile yapılan osmotik dehidrasyon işlemi sonucu 30 dakika sonunda ölçülen L değerlerinin düşüş gösterdiği görülmüştür.

Çizelge 4.15. Saf tuz çözeltisi ile yapılan osmotik dehidrasyon sonucu L değerleri varyans analizi

Değişim	Hata Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F	P
Model	211,988 ^a	33	6,424	10,999	,000
Etkileşim	96115,739	1	96115,739	164574,669	,000
Sıcaklık	76,587	2	38,294	65,569	,000
Süre	86,057	5	17,211	29,470	,000
Konsantrasyon	16,049	2	8,025	13,740	,000
Süre * Konsantrasyon	6,466	10	,647	1,107	,403
Sıcaklık * Süre	8,082	10	,808	1,384	,257
Sıcaklık * Konsantrasyon	18,746	4	4,687	8,025	,000
Hata	11,681	20	,584		
Toplam	96339,408	54			
Doğrulanmış Toplam	223,669	53			

Saf tuz çözeltisiyle yapılan osmotik dehidrasyon işleminde elde edilen L değerlerinin süre, sıcaklık ve konsantrasyon faktörlerinin istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturduğu ($p < 0.05$), ikili etkileşimlerine bakıldığında süre*konsantrasyon ve sıcaklık*sürenin birlikte etkili olmadığı ($p > 0.05$) fakat sıcaklık*konsantrasyon birlikte etkili olduğu ($p < 0.05$) Çizelge 4.15'teki varyans analiz sonuçlarına bakıldığında anlaşılmıştır.

Çizelge 4.16. Örneklerin saf tuz çözeltisinde L ortalama değerleri ve Tukey testi grupları

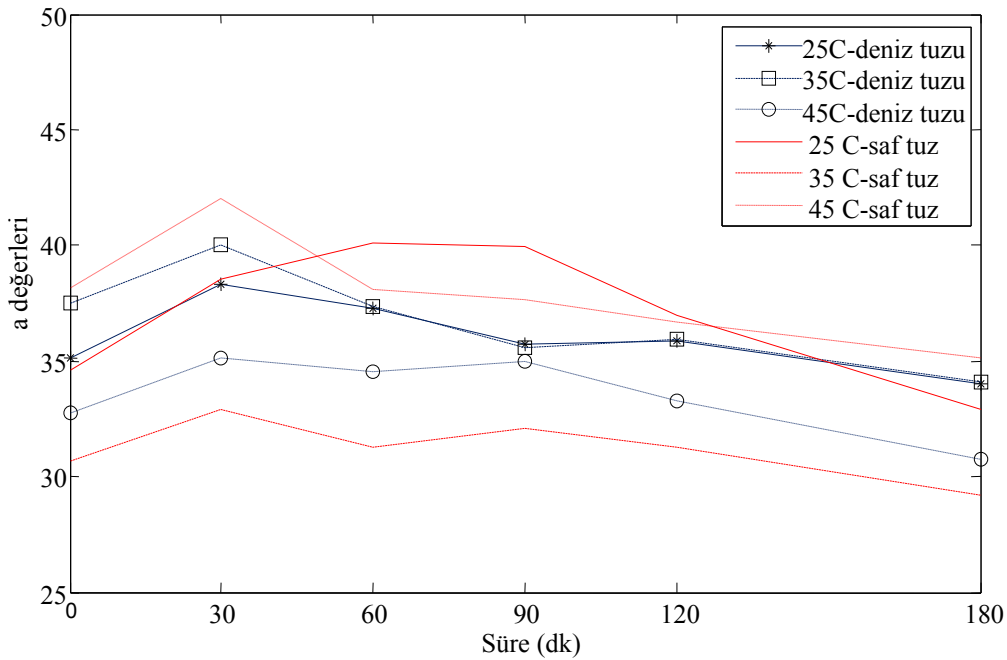
Süre (dk)		0	30	60	90	120	180
Konsantrasyon	Sıcaklık °C						
%20	25	48.210 (a)	45.330 (b)	44.210 (b)	44.110 (b)	45.150 (b)	43.250 (b)
	35	43.780 (a)	39.100 (b)	39.750 (b)	40.210 (b)	39.710 (b)	40.550 (b)
	45	45.230 (a)	42.010 (b)	43.110 (b)	42.270 (b)	41.52 (b)	42.080 (b)
%30	25	44.830 (a)	41.010 (b)	41.370 (b)	41.360 (b)	42.100 (b)	41.100 (b)
	35	43.830 (a)	40.070 (b)	38.990 (b)	39.530 (b)	41.180 (b)	41.820 (b)
	45	43.910 (a)	40.520 (b)	40.220 (b)	41.000 (b)	40.980 (b)	42.530 (b)
Aşırı doymuş	25	45.440 (a)	43.100 (b)	43.990 (b)	43.790 (b)	43.810 (b)	44.000 (b)
	35	44.880 (a)	40.830 (b)	39.232 (b)	41.350 (b)	39.880 (b)	38.990 (b)
	45	44.690 (a)	40.550 (b)	41.500 (b)	42.600 (b)	40.710 (b)	42.510 (b)

Saf tuz çözeltisiyle osmotik işleme tabi tutulan biber örneklerinin L değerleri üzerinde gerçekleştirilen Tukey testine göre 0 ile 30 dakika arasında farklılık olduğu ve 2 farklı grupta olduğu görülmüştür. L değeri 30 dakikada düşüşün gözlemlendiği ve sonraki sürelerde aynı gruptandırma içinde yer aldığı Çizelge 4.16'da görülmüştür. İstatistiksel olarak en yüksek L değerlerinin 25°C ve % 20 konsantrasyonlarda elde edilmiştir.

Deniz tuzu çözeltilerinin L değerleri üzerinde 25 ve 35°C’de sıcaklığın benzer etki yaptığı çözelti konsantrasyonlarına bakıldığında % 30 ve aşırı doymuş çözeltilerin benzer etkiyi yaptığı belirlenmiştir

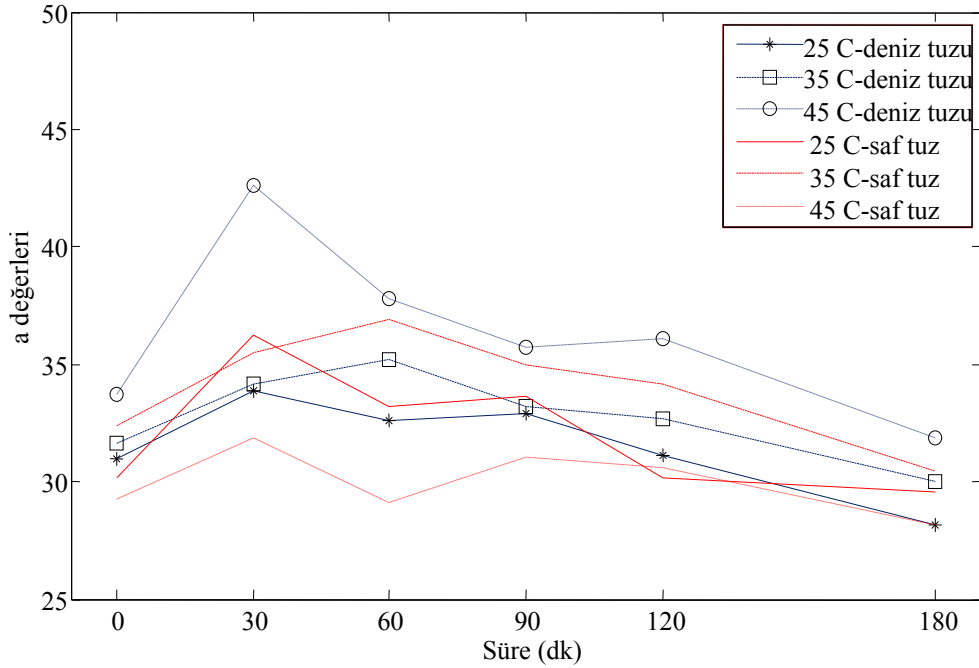
4.5. Biber Örneklerinin a Değerleri

Şekil 4.16’ ya bakıldığında deniz tuzunun 25 °C’deki çözeltisiyle gerçekleştirilen osmotik işlemden 0. Dakikadaki a değerinin 35.1, 30. dakika sonunda 38.29, 60. dakika sonunda 37.25, 180. dakika sonunda 33.99 olduğu görülmüştür. Saf tuz çözeltileriyle 25 °C’de muamele edilen kırmızı biber örneklerinin 0. dakikada a değeri 34.63, 30. dakikada 38.55, 60. dakikada 40.11 ve 180. dakikada 32.89 olduğu görülmüştür. Biberlerin 35°C sıcaklıktaki deniz tuzu çözeltisine daldırılmasıyla a değerleri 0. dakikada 37.5, 30. dakika sonunda 39.99 ve 180. dakika sonunda 34.11 olduğu görülmüştür. Saf tuz çözeltisiyle 35°C sıcaklıkta 0, 30 ve 180 dakikalarda elde edilen a değerleri sırasıyla 30.68, 32.9 ve 29.17 olduğu görülmüştür. Deniz tuzu çözeltisinin 45°C sıcaklıktaki 0 ve 180 dakikalardaki osmotik dehidrasyon işlemi sonucu a değerleri 32.78 ve 30.78 olduğu belirlenmiştir. Saf tuz çözeltisinin 45°C sıcaklıktaki 0 ve 180. dakikadaki a değerleri ise 38.15 ve 35.11 olduğu görülmüştür.



Şekil 4.16. Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin % 20’lik konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin a değerleri

a değerlerine bakıldığında kırmızılığın 30 dakikalık periyotta arttığı bu durumu başlangıçta su kaybı ile birlikte a değerinin yükseldiği ve daha sonra a değerinde düşüş görülmesinin sebebi ise katı kazanımı sebep olduğu düşünülmüştür. Katı kazanımı ile birlikte ürün yapısına geçen tuzun ürünün kırmızılık oranını düşürdüğü ve ürün renginde açılmaları meydana getirdiği düşünülmüştür.

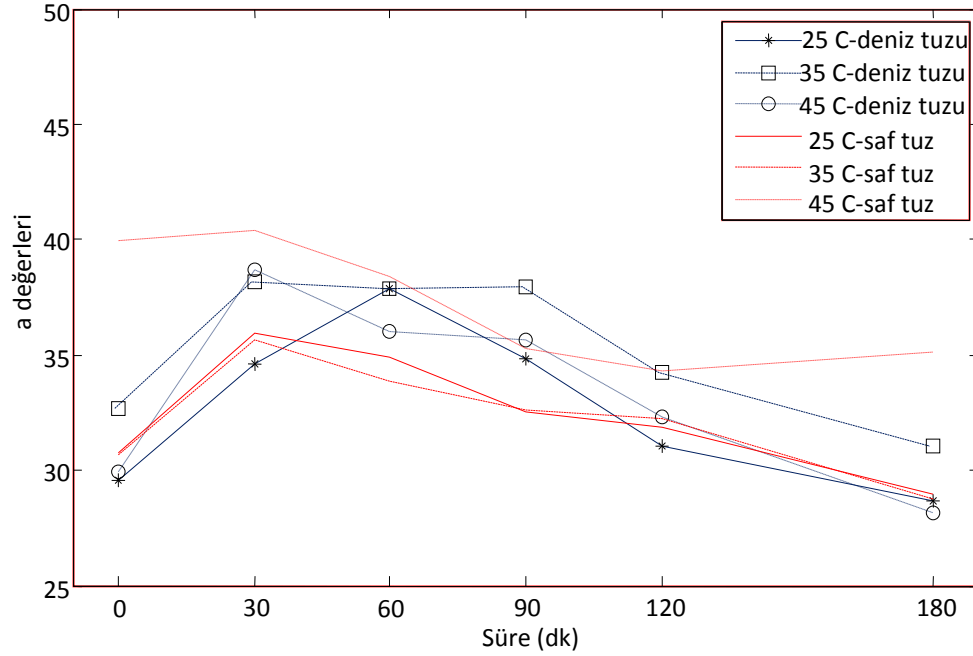


Şekil 4.17. Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin % 30'luk konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin a değerleri

Şekil 4.17'ye göre biber örneklerinin deniz tuzu çözeltisiyle 25°C sıcaklıkta daldırma işleminde 0. Dakikada a değeri 30.99, 180. Dakikada 28.12 olarak ölçülmüştür. Saf tuz çözeltisinin 25°C sıcaklıkta a değeri 0. dakikada 30.125, 180 dakika sonunda 29.55 olduğu görülmüştür. Deniz tuzu çözeltilerinin 35°C sıcaklıktaki muamelesinde 0, 30 ve 180 dakikalarda a değerleri 31.66, 34.19 ve 30.10 olduğu görülmüştür. Saf tuz çözeltisiyle 35°C sıcaklıkta uygulanan daldırma işleminde 0, 30 ve 180.dakikalardaki a değerleri sırasıyla 32.36, 35.47 ve 30.44 olduğu belirlenmiştir. Deniz tuzunun 45°C sıcaklıktaki % 30 konsantrasyonu ile uygulanan dehidrasyon işleminin 0 ve 180.dakikalardaki a değerleri 33.73, 31.89 olduğu görülmüştür. Saf tuz çözeltisiyle 45°C sıcaklıktaki daldırma işleminde 0 ve 180 dakika sonlarındaki a değerleri sırasıyla 29.25 ve 28.12 olduğu görülmüştür.

Şekil 4.18'e bakıldığında ise biber örneklerinin 25°C'de deniz tuzunun aşırı doymuş çözeltileri ile gerçekleştirilen osmotik dehidrasyon işleminin 0, 120 ve 180 dakikalarda a değerleri 29.55, 31.050 ve 28.670 olduğu görülmüştür. Saf tuz çözeltisiyle 25°C sıcaklıkta osmotik dehidrasyona tabi tutulan biber örneklerinin 0, 120 ve 180. dakikadaki değerleri 30.75, 31.88 ve 28.99 olduğu görülmüştür. Deniz tuzunun 35°C'de çözeltilere daldırılmasıyla 0, 30 ve 180. dakikalardaki a değerleri 32.69, 38.2 ve 31.01 olduğu görülmüştür. Saf tuz çözeltisinin 35°C'deki aşırı doymuş çözeltileriyle muamelede 0, 30 ve 180 dakikalardaki a değerleri 30.65, 35.66 ve 28.77 olarak tespit edilmiştir. Deniz tuzunun 45°C sıcaklıktaki aşırı doymuş çözeltilisine tabi tutulan biber örneklerinin 0 ve 180 dakikadaki değerleri 29.91 ve 28.12 olarak belirlenmiştir. Saf tuzun 45°C sıcaklıktaki aşırı doymuş çözeltilere tabi tutulmuş Maraş biberlerinin 0 ve 180 dakika sonlarındaki a değerleri 39.95 ve 35.11 olduğu görülmüştür. a değerlerine bakıldığında 180 dakika sonunda genel olarak saf tuz çözeltileriyle muamele edilen örneklerin a değerlerinin düşüşü deniz tuzu çözeltileriyle muamele edilen örneklerden daha yüksek olduğu görülmüştür. Saf tuzun 45 °C sıcaklıkta aşırı doymuş çözeltisiyle gerçekleştirilen

dehidrasyon işleminde a değerinin % 13.79 oranında düştüğü görülmüştür. İlk 30 dakika a değerlerinde bir yükselme görülse de tuz kazanımı ile ürün a değeri düşmekte Şekil 4.17 ve 4.18 bakıldığında ise 180 dakikalık daldırma sonunda a değerinin hiçbir zaman başlangıçtaki değerden büyük olmamıştır.



Şekil 4.18. Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin aşırı doymuş konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin a değerleri

Çizelge 4.17. Deniz tuzu çözeltisi ile yapılan osmotik dehidrasyon sonucu a değerleri varyans analizi

Değişim	Hata Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F	p
Model	482,894 ^a	33	14,633	11,541	,000
Etkileşim	63506,109	1	63506,109	50087,077	,000
Sıcaklık	20,817	2	10,408	8,209	,002
Süre	264,720	5	52,944	41,757	,000
Konsantrasyon	37,095	2	18,548	14,629	,000
Süre * Konsantrasyon	41,326	10	4,133	3,259	,012
Sıcaklık * Süre	14,350	10	1,435	1,132	,388
Sıcaklık * Konsantrasyon	104,586	4	26,147	20,622	,000
Hata	25,358	20	1,268		
Toplam	64014,362	54			
Doğrulanmış Toplam	508,252	53			

Deniz tuzu ile yapılan osmotik dehidrasyon işlemiyle elde edilen a değerlerinin varyans analizi değerleri Çizelge 4.17'de görüldüğü gibi istatistiksel olarak sıcaklık, süre ve

konsantrasyonun tek başına anlamlı bir fark ($p<0.05$) oluşturduğu görülmüştür. Süre*konsantrasyon ve sıcaklık*konsantrasyonun birlikte a değerleri üzerinde etkili olduğu ($p<0.05$) fakat sıcaklık*sürenin birlikte etkili olmadığı ($p>0.05$) görülmüştür.

Çizelge 4.18. Örneklerin deniz tuzu çözeltisinde a ortalama değerleri ve Tukey testi grupları

Süre (dk)		0	30	60	90	120	180
Konsantrasyon	Sıcaklık °C						
%20	25	35.100 (d)	38.290 (a)	37.250 (ab)	35.690 (bc)	35.870 (cd)	33.990 (e)
	35	37.500 (d)	39.990 (a)	37.350 (ab)	35.580 (bc)	35.970 (cd)	34.110 (e)
	45	32.780 (d)	35.140 (a)	34.550 (ab)	35.010 (bc)	33.250 (cd)	30.780 (e)
%30	25	30.990 (d)	33.890 (a)	32.580 (ab)	32.910 (bc)	31.110 (cd)	28.120 (e)
	35	31.660 (d)	34.190 (a)	35.210 (ab)	33.230 (bc)	32.690 (cd)	30.010 (e)
	45	33.730 (d)	42.650 (a)	37.780 (ab)	35.690 (bc)	36.110 (cd)	31.890 (e)
Aşırı Doymuş	25	29.550 (d)	34.630 (a)	37.875 (ab)	34.860 (bc)	31.050 (cd)	28.670 (e)
	35	32.690 (d)	38.200 (a)	37.850 (ab)	37.930 (bc)	34.210 (cd)	31.010 (e)
	45	29.910 (d)	38.660 (a)	36.00 (ab)	35.660 (bc)	32.330 (cd)	28.120 (e)

Çizelge 4.18’de Tukey testinin sonuçlarına göre kırmızılığı belirten a değerinin 30. dakikada en yüksek değerlerde olduğu daha sonraki periyotlarda 30. dakikadaki değere ulaşmadığı ve başlangıçtaki (0) değerlerin daima 180 dakikalık periyottaki değerlerden yüksek olduğu 30 ile 60’ın, 60 ile 90’ın 90 ile 120 dakikanın birbiriyle ilişkili olduğu görülmüştür. İstatistiki olarak kırmızılık değerlerinin en yüksek olduğu değerlerin % 20 konsantrasyonlardaki muamelelerde görülmüştür. 35 ve 45°C sıcaklıklardaki etkilerin birbirine benzer olduğu belirlenmiştir.

Saf tuz çözeltilerine daldırılan Maraş kırmızı biber örneklerinin a değerlerinin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.19’da verilmiştir. Sıcaklık süre ve konsantrasyonun istatistiksel olarak tek başlarına a değerini etkilediği ($p<0.05$), süre*konsantrasyon ve sıcaklık*sürenin birlikte a değerleri üzerine etkili olmadığı ($p>0.05$) fakat sıcaklık*konsantrasyon birlikte etkili olduğu görülmüştür ($p<0.05$).

Çizelge 4.20’de örneklerin saf tuz çözeltisindeki a ortalama değerleri ve Tukey testi grupları verilmiştir. Saf tuz çözeltisine daldırılan biber örneklerinin kırmızılık değerlerine bakıldığında 30 dakikada yükseldiği görülmüştür. 0 ila 120 dakikalardaki değerlerin aynı grupta adlandırıldığı görülmüştür. Kırmızılık değerleri genel olarak 30. dakikaya kadar olan süreçte bir yükselme ve 30 dakikadan sonra bir düşüş olmuştur. Tukey testine göre 30 dakikadaki kırmızılık değerlerine bakıldığında 45°C sıcaklıkta % 20 konsantrasyonda gerçekleştirilen daldırma işlemi sonucunda en yüksek değer (42.010) elde edildiği görülmüştür.

Çizelge 4.19. Saf tuz çözeltisi ile yapılan osmotik dehidrasyon sonucu a değerleri varyans analizi

Değişim	Hata Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F	p
Model	625,053 ^a	33	18,941	11,907	,000
Etkileşim	61853,497	1	61853,497	38882,415	,000
Sıcaklık	58,329	2	29,164	18,333	,000
Süre	173,019	5	34,604	21,753	,000
Konsantrasyon	104,158	2	52,079	32,738	,000
Süre * Konsantrasyon	12,066	10	1,207	,759	,665
Sıcaklık * Süre	30,305	10	3,030	1,905	,106
Sıcaklık * Konsantrasyon	247,177	4	61,794	38,845	,000
Hata	31,816	20	1,591		
Toplam	62510,366	54			
Doğrulanmış Toplam	656,869	53			

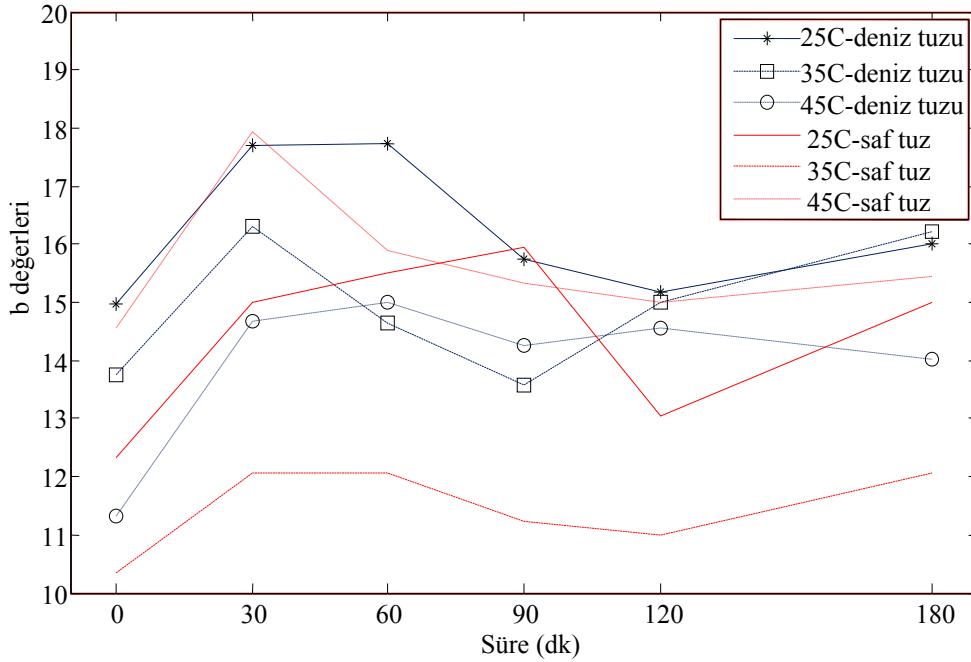
Çizelge 4.20. Örneklerin saf tuz çözeltisinde a değerlerinin Tukey Testi

Süre (dk)		0	30	60	90	120	180
Konsantrasyon	Sıcaklık °C						
%20	25	34.630 (c)	38.550 (a)	40.110 (ab)	39.950 (bc)	36.990 (c)	32.890 (d)
	35	30.680 (c)	32.900 (a)	31.250 (ab)	32.110 (bc)	31.260 (c)	29.170 (d)
	45	38.150 (c)	42.010 (a)	38.110 (ab)	37.650 (bc)	36.650 (c)	35.110 (d)
%30	25	30.125 (c)	36.210 (a)	33.230 (ab)	33.660 (bc)	30.130 (c)	29.550 (d)
	35	32.360 (c)	35.470 (a)	36.880 (ab)	34.990 (bc)	34.130 (c)	30.440 (d)
	45	29.250 (c)	31.890 (a)	29.130 (ab)	31.010 (bc)	30.590 (c)	28.120 (d)
Aşırı doymuş	25	30.750 (c)	35.930 (a)	34.936 (ab)	32.550 (bc)	31.880 (c)	28.990 (d)
	35	30.650 (c)	35.660 (a)	33.890 (ab)	32.580 (bc)	32.220 (c)	28.770 (d)
	45	39.950 (c)	40.400 (a)	38.400 (ab)	35.260 (bc)	34.330 (c)	35.110 (d)

4.6. Biber Örneklerinin b Değerleri

Deniz tuzunun % 20 konsantrasyonuna 25°C’de daldırılan Maraş kırmızı biber örneklerinin 0, 30 ve 180 dakikada ölçülen b değerlerine bakıldığında 14.96, 17.7 ve 16.01 olduğu saf tuz çözeltileriyle 35°C’deki işlemde 0, 30 ve 180 dakikalardaki a değerleri 12.33, 15 ve 14.99 olduğu görülmüştür. Deniz tuzu çözeltisine 35°C sıcaklıkta daldırılan örneklerin 0 ve 180. dakikalardaki b değerleri 13.75 ve 16.22 olduğu görülmüştür. Saf tuz

çözeltilisiyle 35°C sıcaklıktaki daldırma işleminde 0 ile 180 dakikalardaki değerleri 10.33 ve 12.06 olduğu görülmüştür. Deniz tuzu çözeltisinin 45°C sıcaklık ve % 20 konsantrasyonunda 0 ve 30 dakikalık periyotlarda ölçülen b değerleri 11.33 ve 14.68 olduğu 45 °C'deki saf tuz çözeltisiyle gerçekleştirilen işlemde 0 ve 30. Dakika a değerleri 14.55 ve 17.95 olduğu görülmüştür (Şekil 4.19).

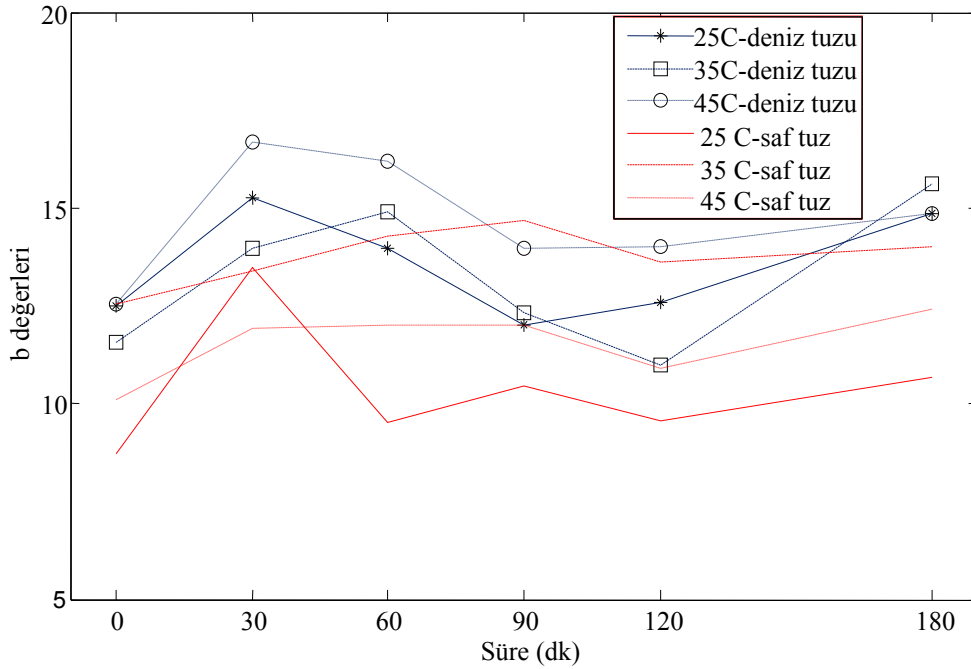


Şekil 4.19. Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin % 20'lik konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin b değerleri

Doymaz ve Pala (2002), yaptıkları çalışmada alkali çözeltilerine daldırılan biber örneklerinin tamamında kurutma sıcaklığının artmasıyla b değerlerinin düştüğü görülmüştür. Kuşçu (2002), Maraş kırmızı biber örnekleri için b değerlerinin sürekli artış gösterdiği görülmüştür. Sarılık (b) değerlerine bakıldığında a değerleri gibi ilk 30 dakika artışın yüksek olduğu daha sonra düşüş görülmüştür. Fakat tüm uygulamalarda 180 dakika sonunda b değeri başlangıçtaki değerden yüksek olduğu yani üründe sarılık arttığı görülmüştür. Kırmızılığın 180 dakikalık işlem sürecinde azalması ürünün sarılığının artmasına neden olmuştur.

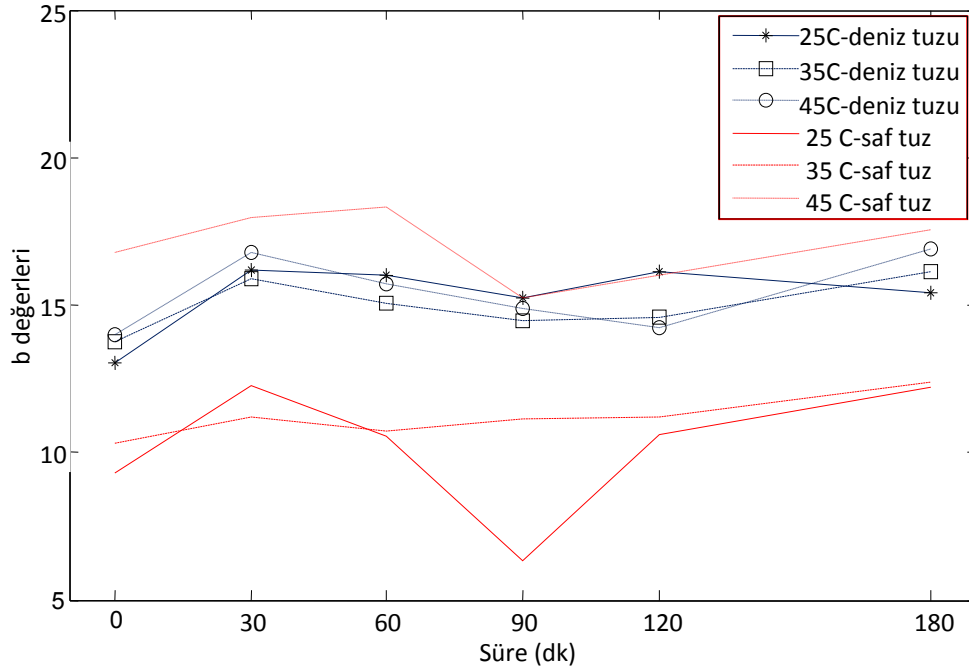
Biber örneklerinin 25°C sıcaklık ve % 30 deniz tuzu konsantrasyonlarında gerçekleştirilen osmotik dehidrasyon işleminin 0, 30 ve 60 dakikada b değerleri sırasıyla 12.51, 15.25 ve 13.98 olduğu 25°C sıcaklıkta saf tuz çözeltisinde Maraş biberinin 0, 30 ve 60. Dakikalarda b değerleri 8.7, 13.5 ve 9.53 olduğu görülmüştür. Deniz tuzunun 35°C sıcaklıktaki aşırı doymuş çözeltisine tabi tutulan örneklerin 0, 60 ve 180 dakikalık periyotlarda b değerlerinin 11.55, 14.9 ve 15.63 olduğu belirlenmiştir. Saf tuz çözeltisiyle 25°C sıcaklıkta daldırılan örneklerin b değerlerinin 0,60 ve 180 dakikalarda 12.53, 14.3 ve 14.02 olduğu görülmüştür. Deniz tuzunun 45°C sıcaklıktaki % 30'luk çözeltisine daldırılan biber örneklerinin 0, 60, 120 ve 180 dakikalık periyotlarda b değerleri sırasıyla 12.53, 16.2, 14.01 ve 14.87 olduğu saf tuz çözeltileriyle 45°C sıcaklıkta muamele edilen biberlerin 0, 60, 120 ve 180 b değerleri ise 10.11, 12, 10.88 ve 12.41 olduğu görülmüştür (Şekil 4.20).

Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltileriyle 180 dakikalık işlem sonunda b değerinin aşırı doymuş çözeltilerde 45°C sıcaklıkta en yüksek olduğu görülmüştür. b değerinin en çok değiştiği konsantrasyon ise % 30 olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.20. Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerine % 30'luk konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin b değerleri

Şekil 4.21'e bakıldığında aşırı doymuş 25°C sıcaklıktaki deniz tuzu çözeltisi ile muamele sonrasında 30. dakikada 16.21, 60. dakika sonunda 15.98, 90. dakika sonrasında 15.21 ve 180. dakika sonunda 15.39 olduğu tespit edilmiştir. Biber örneklerinin saf tuz çözeltilerinin 25°C sıcaklıktaki uygulamasıyla b değerleri 30. dakikada 12.25, 60. dakikada 10.55, 180. dakika sonunda 12.2 değeri elde edilmiştir. Aşırı doymuş 35°C sıcaklıktaki deniz tuzu çözeltileriyle osmotik dehidrasyona tabi tutulmuş örneklerin 0 ve 180. dakikada b değerleri 13.78 ve 16.11 olduğu saf tuz çözeltisiyle 35°C'de muamele edilen örneklerin 0 ve 180 dakikadaki b değerleri 10.3 ve 12.36 olduğu görülmüştür. Aşırı doymuş 45°C sıcaklıktaki deniz tuzu ile muamele edilmiş örnekler için 30, 60 ve 120 dakikada b değerleri 16.78, 15.69 ve 14.21 olduğu ve saf tuz örneklerinde ise 17.99, 18.30, 15.99 değerleri elde edilmiştir.



Şekil 4.21. Deniz tuzu ve saf tuzu çözeltilerinin aşırı doymuş konsantrasyonlarına daldırılan örneklerin b değerleri

Çizelge 4.21 Deniz tuzu çözeltisi ile yapılan osmotik dehidrasyon sonucu b değerlerinin varyans analizi

Değişim	Hata Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F	p
Model	112,200 ^a	33	3,400	5,120	,000
Etkileşim	11668,860	1	11668,860	17573,290	,000
Sıcaklık	3,802	2	1,901	2,863	,081
Süre	56,948	5	11,390	17,153	,000
Konsantrasyon	21,090	2	10,545	15,881	,000
Süre * Konsantrasyon	5,891	10	,589	,887	,560
Sıcaklık * Süre	4,979	10	,498	,750	,672
Sıcaklık * Konsantrasyon	19,488	4	4,872	7,337	,001
Hata	13,280	20	,664		
Toplam	11794,340	54			
Doğrulanmış Toplam	125,480	53			

Maraş kırmızı biberin deniz tuzu çözeltileriyle osmotik dehidrasyon işlemine tabi tutulmasından sonra sarılığı temsil eden b renk değerleriyle oluşturulan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.21’de gösterilmiştir. İstatistiki olarak süre ve konsantrasyonun gruplar arasında anlamlı bir fark oluşturduğu ($p < 0.05$) fakat sıcaklığın b değerleri üzerine anlamlı

bir farkın olmadığı görülmüştür. Süre*konsantrasyon ve sıcaklık*süre birlikte b değerine etki etmedikleri ($p>0.05$) fakat sıcaklık*süre birlikte etkili olduğu ($p<0.05$) görülmüştür.

Çizelge 4. 22. Örneklerin deniz tuzu çözeltisinde b ortalama değerleri ve Tukey testi grupları

Süre (dk)							
Konsantrasyon	Sıcaklık °C	0	30	60	90	120	180
%20	25	14.960 (b)	17.700 (a)	17.730 (a)	15.750 (b)	15.170 (b)	16.010 (a)
	35	13.750 (b)	16.310 (a)	14.650 (a)	13.580 (b)	14.990 (b)	16.220 (a)
	45	11.330 (b)	14.680 (a)	15.010 (a)	14.260 (b)	14.550 (b)	14.020 (a)
%30	25	12.510 (b)	15.250 (a)	13.980 (a)	12.010 (b)	12.580 (b)	14.850 (a)
	35	11.550 (b)	13.980 (a)	14.900 (a)	12.330 (b)	10.970 (b)	15.630 (a)
	45	12.530 (b)	16.700 (a)	16.200 (a)	13.980 (b)	14.010 (b)	14.870 (a)
Aşırı Doymuş	25	13.050 (b)	16.210 (a)	15.980 (a)	15.210 (b)	16.110 (b)	15.390 (a)
	35	13.780 (b)	15.900 (a)	15.050 (a)	14.450 (b)	14.600 (b)	16.110 (a)
	45	14.010 (b)	16.780 (a)	15.690 (a)	14.880 (b)	14.210 (b)	16.890 (a)

Deniz tuzu çözeltisine daldırılan biber örneklerimizin sarılığı temsil eden b renk ortalama değerleri ve Tukey testi grupları Çizelge 4.22’de verilmiştir. 180 dakikadaki değerlerin taze örneklerden yüksek olduğu görülmüştür. 30, 60 ve 180 dakika değerlerinin aynı grup içerisinde yer aldığı görülmüştür. 0, 90 ve 120. dakikalarda ise sarılık değerlerinin aynı grupta adlandırıldığı ve bu süreler arasında bir ilişki olduğu görülmüştür. Sarılığın 180 dakikalık işlem sonunda en yüksek olduğu değer saf tuzun aşırı doymuş konsantrasyonu ile 45°C sıcaklıktaki uygulamada görülmüştür.

Çizelge 4.23’e bakıldığında Saf tuz çözeltisiyle uygulanan osmotik işlemlerden elde edilen b (sarılık) değerleri varyans analizi sonucuna göre istatistiki olarak sıcaklık, süre ve konsantrasyonun etkili olduğu ($p<0.05$) görülmüştür. Süre*konsantrasyon ve sıcaklık*sürenin birlikte b değeri üzerinde anlamlı bir fark oluşturmadığı ($p>0.05$), sıcaklık*konsantrasyonun ise anlamlı bir fark oluşturduğu görülmüştür.

Çizelge 4.23. Saf tuz çözeltisi ile yapılan osmotik dehidrasyon sonucu b değerlerinin varyans analizi

Değişim	Hata Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F	P
Model	320,820 ^a	33	9,722	10,428	,000
Etkileşim	8769,962	1	8769,962	9406,646	,000
Sıcaklık	77,156	2	38,578	41,379	,000
Süre	35,998	5	7,200	7,722	,000
Konsantrasyon	24,282	2	12,141	13,023	,000
Süre * Konsantrasyon	15,468	10	1,547	1,659	,161
Sıcaklık * Süre	9,451	10	,945	1,014	,466
Sıcaklık * Konsantrasyon	158,464	4	39,616	42,492	,000
Hata	18,646	20	,932		
Toplam	9109,428	54			
Doğrulanmış Toplam	339,466	53			

Çizelge 4.24. Örneklerin saf tuzu çözeltisinde b ortalama değerleri ve Tukey testi grupları

Süre (dk)		0	30	60	90	120	180
Konsantrasyon	Sıcaklık °C						
%20	25	12.330 (c)	15.000 (a)	15.500 (ab)	15.950 (bc)	13.030 (bc)	14.990 (ab)
	35	10.330 (c)	12.050 (a)	12.060 (ab)	11.220 (bc)	10.990 (bc)	12.060 (ab)
	45	14.550 (c)	17.950 (a)	15.900 (ab)	15.330 (bc)	15.010 (bc)	15.440 (ab)
%30	25	8.700(c)	13.500 (a)	9.530 (ab)	10.470 (bc)	9.550 (bc)	10.690 (ab)
	35	12.530 (c)	13.400 (a)	14.300 (ab)	14.660 (bc)	13.600 (bc)	14.020 (ab)
	45	10.110 (c)	11.900 (a)	12.000 (ab)	12.010 (bc)	10.880 (bc)	12.410 (ab)
Aşırı Doymuş	25	9.320 (c)	12.250 (a)	10.550 (ab)	6.320 (bc)	10.600 (bc)	12.200 (ab)
	35	10.300 (c)	11.200 (a)	10.750 (ab)	11.170 (bc)	11.200 (bc)	12.360 (ab)
	45	16.780 (c)	17.990 (a)	18.300 (ab)	15.250 (bc)	15.990 (bc)	17.580 (ab)

Çizelge 4.24'te ortalama b (sarılık) değerleri ve Tukey testi sonuçları verilmiştir. 0. dakikadaki değerlerin diğer sürelerdeki değerlere göre düşük olduğu görülmüştür. İlk 30 dakikalık işlem sürecinde sarılığın yükseldiği görülmüştür. İşlemin 90 ve 120 dakikalarında b değerlerinin birbiriyle ilişkili olduğu aynı grupta yer aldığı belirlenmiştir. İşlem süresinin 180. dakikasında ise tekrar yükseldiği ve sarılığın 0. dakikadan yüksek olduğu görülmüştür. Sarılık değeri süreler arasında düzensiz bir artış göstermiş olsa da osmotik dehidrasyon sonunda daima taze örneklerden yüksek olduğu görülmüştür.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Osmotik dehidrasyon işlemi gıda maddelerinin yapısındaki suyun uzaklaştırılması işlemi ve çözeltiden ürüne çözünür madde geçişi şeklinde gerçekleşmektedir. Son yıllarda gıdalara uygulanacak kurutma veya dondurma gibi işlemler öncesinde ürün kalitesini geliştirmek ve enerji maliyetini düşürmeye yönelik pek çok çalışma yapılmış ve sonuçlarda önerilen bir işlem olduğu görülmüştür.

Sıcaklık artışının hem su kaybı hem de katı kazanımını önemli oranda arttırdığı belirlenmiştir. Deniz tuzu çözeltisiyle 180 dakikalık daldırma işlemi sonunda en yüksek su kaybı değerleri 35°C sıcaklıkta elde edilmiştir. Hem deniz tuzu hem de saf tuzu çözeltilerinin konsantrasyonu arttıkça ilk 60 dakikada su kaybı değerlerinin yükseldiği görülmüştür. Su kaybı katı kazanımından daha yüksek seviyelerde gerçekleştiği görülmüştür. Su kaybı değerlerine bakıldığında 60 dakikadan sonra düştüğü görülmüş fakat katı kazanımı değerleri yükselmeye devam ettiği gözlemlenmiştir. Katı kazanımı değerlerine bakıldığında 180 dakika boyunca arttığı fakat artışın düzensiz olduğu görülmüştür. katı kazanımı genel olarak sıcaklık ve konsantrasyon artışıyla arttığı belirlenmiştir. Tuzun ürüne işleme oranı yüksek olduğundan kısa işlem sürelerinde bile katı kazanımının yüksek olduğu belirlenmiştir.

Katı kazanımının en yüksek olduğu işlem parametrelerinde su aktivitesinin en düşük değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin su aktivite değerlerine bakıldığında başlangıçta 0.92-0.94 arasında olduğu belirlenmiştir. Su aktivitesinin 180 dakika boyunca düştüğü fakat ilk 30 dakikalık daldırmada su aktivitesinin düşüşü çok yüksek olduğu görülmüştür. Su aktivitesi değerlerine bakıldığında yüksek sıcaklık ve yüksek konsantrasyonda düşüşün daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Deniz tuzu çözeltisiyle 180 dakika sonunda su aktivitesinin 0.713'e kadar düştüğü gözlenmiştir. Yüksek sıcaklıklarda su aktivite değerlerinin daha hızlı düştüğü görülmüş bu durumda denge durumuna daha kısa sürede ulaşacağını düşünülmüştür.

Maraş kırmızı biberin L (parlaklık) değerlerinin taze örneklerde 43-44 civarında bulunmuştur. L değerleri için 30 dakikalık daldırma işleminde örneklerin tamamında bir düşüş görülmüştür. Ancak sonraki değerlerde tekrar parlaklık yükselmiş fakat tüm sıcaklık ve konsantrasyonlarda son L değerinin ürünün başlangıçtaki değerine ulaşmadığı görülmüştür. Parlaklık değerlerinin tekrar yükselmesi yüzeyde biriken tuzun sebep olduğu tahmin edilmiştir. a (kırmızılık) değerlerinin taze örneklerde 30-35 arasında olduğu belirlenmiştir. 30 dakikalık işlem süresinde kırmızılığın arttığı görülmüştür. Kırmızılık 30. Dakikadan sonra süreye bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir. İlk 30 dakikada kırmızılığın yükselmesi ürünün su kaybından kaynaklandığı ve sonraki sürelerde düşüşün ise ürün yüzeyinde tuzun birikmesi olduğu düşünülmüştür.

b (sarılık) değerlerine bakıldığında a değerleri ile aynı eğilimi göstermiştir. b değerleri genel olarak 12-15 arasında olduğu görülmüştür. Sarılık osmotik dehidrasyon işleminde ilk 30 dakikalık periyotta yükselmiş daha sonra düşüş göstermiştir. Fakat hiçbir uygulamada ilk baştaki b değerine düşmediği görülmüştür.

Sonuç olarak Maraş kırmızı biberinde yapılan osmotik dehidrasyon çalışmasında 60 dakikalık daldırma sürenin optimum koşulları sağladığı, düşük sıcaklık ve düşük konsantrasyon seçimlerinde de minimum katı kazanımı elde edileceği, saf tuz kullanımı

deniz tuzu kullanımına kıyasla daha yüksek su kaybı olmasına rağmen deniz tuzundaki katı kazanımındaki düşük değerlerin elde edilmesinden dolayı deniz tuzu seçimi bir tercih sebebi olabileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca osmotik dehidrasyon işleminin kurutma öncesi uygulanması biberlerde su kaybının yüksek olması kurutma esnasında enerji sarfiyatını düşüreceği doğal olarak maliyetleri aşağıya çekilebileceği tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- ADE-OMOWAYE, B. I. O., RASTOGI, N. K., ANGERSBACH, A., KNORR, D. 2003. Combined effects of pulsed electric field pretreatment and partial osmotic dehydration on air drying behaviour of red bell pepper. *Journal of Food Engineering*, 60; 89-98.
- ADAMBOUNOU, T. L., CASTAIGNE, F., DILLON, J. C. 1983. Abaissement de l'activite de l'eau de legumes tropicaux par deshydratation osmotique. partielle, *Science Aliments*, 3 (4); 551-567.
- AKGÜL, A. 1985. Tad, Koku ve Renk Katkısı olarak Kırmızıbiber, *Gıda Teknolojisi Dergisi*, 10 (5); 355-360.
- AKGÜL, A., 1993. Baharat Bilimi ve Teknolojisi. *Gıda Teknolojisi Dergisi*, Ankara, No:15; s. 451.
- ALZAMORA, S. M., CHİRİFE, J. 1980. Some factors controlling the kinetics of moisture movement during avacado dehydration. *Journal of Food Science*, 45; 90-95.
- ANONİM, 1998 Tarım İl Müdürlüğü, Kahramanmaraş.
- ANONİM, 2002. [http:// www.fao.org](http://www.fao.org)
- ANONİM, 2006. Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- ANONİM, 2008. Antalya Tarım A. Ş
- ARAUJO, E. A. F., MURR, F. E. X. 2002. Optimization Osmotic Of Dehydration Of Nectarine (*Prunus Persica*) Using Response Surface Methodology. *Proceeding Of 13 International Drying Symposium, Beijing, China, Volume B*; p. 1000.
- AUGUSTIN, J., SWANSON, B. G., POMETTO, S. F., TEITZEL, C., ARTZ, W. E., HUANG, C. P. 1979. Changes in Nutrient Composition of Dehydrated Potato Products During Commercial Processing. *Journal of Food Science*, 44 (1); 216-219.
- AZOUBEL, P. M., TONON, R. V., MURR., F. E. X. 2003. Effect of Osmotic Dehydration in Sucrose Solution in The Drying Kinetics of Cashew Apple (*Anacardium Occidentale* L.) Drying'2002- *Proceedings of The 13th International Drying Symposium (IDS'2002), Beijing, China, 27-30 August'2002, Volume B*; pp. 929.
- AZOUBEL, P. M., MURR, F. E. X. 2004. Mass Transfer Kinetics of Osmotic Dehydration of Cherry Tomato. *Journal of Food Engineering*, 61 (2004); 291-295.
- BAĞCI, 1974. Yabancı Ve Yerli Orijinli Biber Çeşitlerinin İhracata ve Salça İmaline Uygunluğu ve Bölgeye Adaptasyonu Üzerinde Araştırmalar. *Tübitak Yayınları No:241, S. 103* Ankara.

- BARBANTI, D., MASTROCA, D., PINNAVAIA, G., SEVERINI, C., DALLA ROSA, M. 1991. Air Drying of Fruit: Effect of Different Pretreatments on Drying Rate And Product Quality, in Drying'91 Mujumdar, A. S. And Filkova, I., Elsevier Science Publication, Amsterdam, 471-482.
- BHUVANESWARI, S. V. V., SRENARYANAN, R., KAILAPPAN., PARVATHY, K. 1999. Osmotic Dehydration of Peas. Indian Food Packer, 53; 10-12.
- BOSLAND, P. W. 1994. Chiles: History, Cultivation and Uses in: Spices, Herbs Edible Fungi, G.Charalambous (Editor), Elsevier Science B.V., London, 347-366.
- CHUA, K. J., CHOU, S. K., MUJUMDAR, A. S., HO, J. C., HON, C. K 2004. Radiant-Convective Drying of Osmotic Treated Agro-Products: Effect of Drying Kinetics and Product Quality. Food Control, 15; 145-158.
- COLLIGNAN, A., RAULT-WACK, A. L., THEMELIN, A. 1992. Energy Study of Food Processing by Osmotic Dehydration and Air Drying. International Agricultural Engineering Journal, 1 (3); 125-135.
- CONTRERAS, J. M., SMYRL, T. G. 1981. An Evaluation of Osmotic Concentration of Apple Rings Using Corn Syrup Solids Solutions. Canadian Institute of Food Science and Technology, 14; 301-314.
- CONWAY, J. M., CASTAIGNE, F., PICARD G., VOXAN, X. 1983. Mass Transfer Considerations in The Osmotic Dehydration of Apples. Canadian Institute of Food Science and Technology, 16; 25-29.
- DUMAN, A. D., ZORLUGENÇ, B., EVLİYA, B. 2002. Kahramanmaraş'ta Kırmızı Biberin Önemi ve Sorunları. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi. 5 (1); S. 111-117.
- DIXON, G. M., JEN, J. J., PAYNTER, V. A. 1976. Tarty Apple Slices Result From Combined Osmotic-Dehydration and Vacuum-Drying Process. Food Product Developments. 10; 634-638.
- DIXON, G. M., JEN, J. J. 1977. Changes of Sugars and Acids Of Osmotic-Dried Apple Slices. Journal of Science, 42 (4); 1126-1127.
- DOYMAZ, İ., PALA, M. 2001. Daldırma Çözeltisinin Kullanımının Biber Kuruma Süreleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi Dergisi Davutpaşa-İstanbul. 4; 44-50, 2001
- DOYMAZ, İ., PALA, M. 2002. Hot- Air Drying Characteristics of Red Pepper. Journal of Food Engineering, 55 (4); 331-335.
- EREN, İ. 2004. Patateslerin Osmotik Dehidrasyonunun 'Response Surface' Metodu Kullanılarak Optimizasyonu. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), İzmir.

- EL AOUAR, A. A., AZOUBEL, P. M., BARBOSA JR., J. L. MURR, F. E. X. 2006. Influence of The Osmotic Agenton The Osmotic Dehydration of Papaya (*Carica Papaya* L.). Journal of Food Engineering, 75; 267-274.
- EVANUZ, Ö., EVANUZ, Ç., TUĞAL, V., ÖZİL, E. 1984. Kuru ve Kurutulmuş Tarım Ürünlerinin Türk Ekonomisi İçindeki Yeri ve Güneşte Kurutma Uygulamalarının İrdelenmesi. İkinci Ara Rapor, TÜBİTAK, MAE, Gebze.
- EVANUZ, Ö. 1988. Gıda Maddelerinin Kurutulması Sırasında Kuruma Kinetiğini Kontrol Eden Faktörleri Ve Kalite Üzerine Etkileri. Gıda, 13 (1); 50-58.
- FAMUREVA, J. A. V., OLUWAMUKOMI, M. O., ADENUGA, A. L. 2006. Dehydration of Osmosised Red Bell Pepper (*Capsicum Annum*). Research Journal of Biological Sciences, 1 (1-4); 36-39.
- FAUSTINO, J. M., BARROCA, M. J., GUINE, R. P. F. 2007. Study of the drying kinetics of green bell pepper and chemical characterization. Trans IChemE, Part C, Food and Bioproducts Processing, 85 (C3); 163-170.
- FLINK, J. M. 1977. Energy Analysis in Dehdration Processes. Food Technology, 31 (3);77-84.
- FLINK, J. M. 1980. Dehydration Carrot Slices Influence of Osmotic Concentration on Drying Behaviour and Product Quality. Food Process Engineering, 1; 412-418.
- GEANKOPLIS, C. J. 1993. Transport Processes and Unit Operations. 3th edn., Prentice-hall International ,Inc., 921, New Jersey.
- GIANGIACOMO, R., TORREGGIANI, D., ABBO, E. 1987. Osmotic Dehydration of Fruit. Part 1. Sugars Exchange Between Fruit and Extracting Syrups. Journal of Processing and Preservation, 11; 183-195
- GOVINDARAJAN, V. S. 1985. Capsicum Production, Technology, Chemisty and Quality. Part 1.History and Primary Processing. Critical Review Food Science and Nutrition, 22; 109-175.
- HAWKES, J., FLINK, J. M. 1978. Osmotic Concentrations of Fruits Slices Prior to Freeze Dehydration. Journal of Food Processing Preservation. 2, 265-284.
- HENG, W., GUILBERT, S., CUQ, J. L. 1990. Osmotic Dehydration of Papaya: Influence of Process Variables on The Product Quality. Science Des Aliments, 10; 831-848.
- İSPİR, A. 2006. Kayısının Osmotik Dehidrasyonu ve Kurutmaya Etkisi. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (yayınlanmış), Elazığ.
- İSPİR, A., TOĞRUL, İ, T. 2009. Osmotic Dehydration of Apricot: Kinetics and Effect of Process Parameters.Chemical Engineering Research and Design, 87 (2009); 166-180.

- ISLAM, M. N., FLINK., J M. 1982. Dehydration Potato. II. Osmotic Concentration and its Effects on Air Drying Behaviour, *Journal of Food Technology*. 17; 387-403
- ISSE, M. G., SCHUBERT, H. 1992. Osmotic Dehydration of Mango: Mass Transfer between Mango and Syrup. In. D. Behrens (Editor) *Proceedings of The Fourth World Congress Of Chemical Engineering*, 728-745.
- JAMES, C. S. 1995. *Analytical Chemistry of Foods Blackie Academic and Professional*. 178s, Glasgow.
- JARAYAMAN, D. K., DAS GUPTA, D. K., BABU RAO, N. 1990. Effect of Pretreatment With Salt and Sucrose on The Quality and Stability of Dehydrated Cauliflower. *International Journal of Food Science and Technology*, 49; 311-319.
- JOKIĆ, A., GYURA, J., LEVIĆ, L., ZAVARGÓ, Z. 2007. Osmotic Dehydration of Sugar Aqueous Solutions of Sucrose and Sodium Chloride. *Journal of Food Engineering*, 78; 47-51.
- KARATHANOS, V. T., KOSTAROPOULOS, A. E., SARAVACOS, G. D. 1995. Air Drying Kinetics of Osmotically Dehydrated Fruits. *Drying Technology*. 13 (5-7); 1503-1521.
- KAREL, M. 1973. Recent Research and Development in The Field of Low Moisture and Intermediate Moisture Foods. *CRC Critical Reviews In Food Science & Nutrition*, 4 (2); 329-373.
- KAYMAK, F. 1993. Bezelye ve Çeşitli Meyvelerde Osmotik Dehidrasyon Ön İşleminin İncelenmesi ve Kurutma Üzerine Etkileri. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi (yayınlanmış), İzmir.
- KAYMAK-ERTEKİN, F., SULTANOĞLU, M. 2000. Modelling of Mass Transfer During Osmotic Dehydration of Apples. *Journal of Food Engineering*, 46; 243-250.
- KEEY, R. B. 1972. *Drying Principles and Practice*. Pergamon Press Ltd. Oxford, England.
- KUŞÇU, A. 2002. Sürekli Sistemde Kurutma İşleminin Kırmızıbiberde Kalite Özelliklerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmış), Isparta.
- KROKIDA, M. K., OREOPOULOU, V., MAROULIS, Z. B., MARINOS-KOURIS, D. 2001. Effect of Osmotic Dehydration Pretreatment on Quality of French Fries. *Journal of Food Engineering*, 49; 339-345.
- LABUZA, T. P. 1972. Nutrient Losses During Drying and Storage of Dehydrated Foods. *CRC Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 3 (9); 217-240.

- LAZARIDIES, H. N., NICKOLAIDIS, A., KATSANIDIS, E. 1995. Sorption Changes Induced by Osmotic Preconcentration of Apple Slices in Different Osmotic Media. *Journal of Food Science*, 60(2): 348-350.
- LEE, D. S., KIM, H. K. 1989. Carotenoid Destruction and Nonenzymatic Browning During Red Pepper Drying as Functions of Average Moisture Content and Temperature. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 21; 425-429.
- LENART, A., FLINK, J. N. 1984a. Osmotic Concentration of Potatoes: Criteria For The End Point of The Osmotic Effect. *Journal of Food Technology*, 19; 65-89
- LENART, A., FLINK, J. N. 1984b. Osmotic Concentration of Potato. II- Spatial Distribution of The Osmotic Effect. *Journal of Food Technology*, 19; 65-82.
- LENART, A., LEWICKI, P. P. 1988. Osmotic Preconcentration of Carrot Tissue Followed by Convection Drying. in "Preconcentration and Drying of Food Materials" (S. Bruin, Editor), 307-308. Elsevier Science Publishing Company, New York.
- LENART, A. 1996. Osmo-Convective Drying of Fruits and Vegetables Technology and Application. *Drying Technology*, 14; 391-413.
- LERICI, C. R., PINNAVAIA, G., DALLA ROSA M., BARTOLUCCI, L. 1983. Applicazione Dell'osmosi Diretta Nella Disidratazione Della Frutta. *Industria Alimentari*, 3; 184-190.
- LERICI, C. R., PINNAVAIA, G., DALLA ROSA M., BARTOLUCCI, L. 1985. Osmotic Dehydration of Fruits; Influence of Osmotic Agents on Drying Behaviour and Product Quality. *Journal of Food Science*, 50; 1217-1226.
- LERICI, C. R., MASTROCOLA, D., NICOLI, M. C. 1988. Use of Direct Osmosis as Fruit and Vegetables Dehydration *Acta Alimentaria Polonica*. 14 (1); 35-40.
- LEWICKI, P. P., LENART, A. 1995. Osmotic Dehydration of Fruits and Vegetables. In A. S. Mujumdar (Editor). *Handbook of Industrial Drying* (Pp, 691-713). New York; Markel Dekker., 27: 42-47.
- LEWICKI, P. P. VE LUKASZUK, A. 2000. Effect of Osmotic Dewatering on Rheological Properties of Apple Subjected to Convective Drying. *Journal of Food Engineering*. 45; 119-126.
- LOWITHUN, N., CHAROENREIN, S. 2007. Effect of Osmodehydrofreezing on The Quality of Frozen Rambutan. Department of Food Science and Technology, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart university, Bangkok- Thailand.
- LOZANO, J. E., ROTSTEIN, E., URBICAIN, M. J. 1983. Shrinkage, Porosity and Bulk Density of Food Stuffs at Changing Moisture Contents. *Journal of Food Science*, 48; 1497-1502.

- MADARRO, A., PINAGA, F., CARBONELL J. V., PENA J. L. 1982. Deshidratacion De Frutas Y Hortalizas Con Aire Ambiente. II. Ensayos Con Zonahorias Tratadas Con Cloruro Sodico. *Revolution Agroquim Technology, Alimentaria*. 22 (4); 551-559.
- MALTINI, E., TORREGGIANI, D., BERTOLO G., STECSHINI, M. 1983. Recent Development in Production of Shelf Stable Fruit by Osmosis. *Estratto Da Atti I.V.T.P.A.*, 6; 37-39.
- Marani, C. M., Agnelli M. E., Mascheroni, R. H. 2007. Osmo-frozen fruits: mass transfer and quality evaluation. *Journal of Food Engineering*, 79; 1112-1130.
- MAVROIDUS, N. E., GEKAS, V., SJÖHOLM, I. 1998. Osmotic Dehydration of Apples- Effects of Agitation and Raw Material Characteristics. *Journal of Food Engineering*, 35; 191-209
- MAZZA, G. 1983. Dehydration of Carrots. Effects of Ur Treatments on Moisture Transportproduct Quality. *Journal of Food Technology*, 18; 113-123.
- MINQUEZ-MOSPUERA, M. I., HORNORE-MENDEZ, H. 1994. Influence of The Industrial Drying Proseses of Pepper Fruits for Paprika on The Carotenoid Content. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 42; 1190-1193.
- NEUMAN, H. J. 1972. Dehydrated Celery: Effects of Predrying Treatments and Rehydration Procedures on Reconstitution. *Journal of Food Science*, 37; 437-441.
- NGODDY, P. O., IHEKORONYE, A. I. 1985. *International Food Science and Technology for The Tropics*. Macmillan Publishers Limited, London-Basingstoke, 190-198.
- OCHOA, M. R., KESSELER A. G., PIRONE, B. N., MARQUEZ, C. A., DE MICHELIS A. 2002. Shrinkage During Convective Drying of Whole Rose Hip (*Rosa Rubiginosa* L.) Fruits. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 35 (5); 400-406.
- ÖZEN, B. F., DOCK, L. L., OZDEMİR, M., FLOROS, J. D. 2002. Processing Factors Affecting The Osmotic Dehydration of Diced Green Peppers. *Journal of Food Science and Technology*, 37; 497-502.
- ÖZDEMİR, M., ÖZEN B. F., DOCK L, L., FLOROS, J. D. 2008. Optimization of Osmotic Dehydration of Diced Green Peppers by Response Surface Methodology. *Food Science and Technology*, 41; 2044-2050.
- ÖZKAN, M., CEMEROĞLU, B. 1997. Karotenoidler, Özellikleri ve Gıdalarda Uygulamaları. *Gıda Teknolojisi*, 2 (11); 34-44.
- PANAGIOTOU, N. M., KARATHANOS, V. T., MAOULIS, Z. B. 1998a. Modelling of The Osmotic Dehydration of fFruits. Drying'98- Processing of the 11th International Drying Symposium (IDS'98), Greece, vol A, 954-961.

- PANAGIOTOU, N.M., KARATHANOS, V.T., MAROULIS, Z.B. 1998b. Mass Transfer Modelling of The Osmotic Dehydration of Some Fruits. *International Journal of Food Science and Technology*, 33; 267-284.
- PINNAVAIA, G., DALLA ROSA, M., LERICI, C. R. 1988. Dehydrofreezing of Fruit using Direct Osmosis as Concentration Process. *Acta Alimentaria Polonica*, 1; 51-57.
- PONTING, J. D., WATTERS, G. G., FORREY, R. R., JACKSON, R., STANLEY, W. L. 1966. Osmotic Dehydration of Fruits. *Food Technology*, 20; 125-128.
- PONTING, J.D. 1973. Osmotic Dehydration of Fruits-Recent Modifications and Applications. *Process Biochemistry*, 8; 18-20.
- RAHMAN, M. S. LAMB, J. 1990. Osmotic Dehydration of Pineapple. *Journal of Food Science and Technology*, 27; 150-152.
- RAHMAN, M. S., PERERA, C. O. 1999. Drying and Preservation. In M. S. Rahman (Editor), *Handbook of food preservation* (pp.173-216). New York; Markel Dekker.
- RAVINDRA, M. R., CHATTOPADHYAY, P. K. 2000. Optimization of Osmotic Preconcentration and Fluidized Bed Drying Dehydrated Quick-Cooking Potato Cubes. *Journal of Food Engineering*, 44; 5-11.
- RIVA, M., CAMPOLONGO, S., LEVA, A. A., MAESTRELLI A., TORREGGIANI D. 2005. Structure-Property Relationships in Osmo-Air-Dehydrated Apricot Cubes. *Food Research International*, 38 (5); 533-542.
- ROBBERS, M., SINGH, R. P., CUNHA, L. M. 1997. Osmotic-Convective Dehydrofreezing Process for Drying Kiwifruits. *Journal of Food Science*, 62; 1039-1047.
- RUIZ, R. Y., CAICEDO, L. A., CAMACHO, G., CLAVIJO, L. M. 2005. Determining The Effect of Sucrose Osmotic Solution Re-Use on The Pineapple's Osmotic Dehydration Kynetic. ENPOMER, 2nd Mercusor Congress on Chemical Engineering.
- SABLANI, S. S., RAHMAN, M. S., AL-SADERI, D. S. 2002. Equilibrium Distribution Data for Osmotic Drying of Apple Cubes in Sugar-Water Solution. *Journal of Food Engineering*, 5; 193-199.
- SAHARI, A. MD., SOUTI, M., EMAM-JOMEH, Z. 2006. Improving The Dehydration of Dried Peach by Osmotic Method. *Journal of Food Technology*, 4 (3); 189-193
- SANKAT, C. K., CASTAIGNE, F., MAHARAJ, R. 1996. The Air Drying Behaviour of Fresh and Osmotically Dehydrated Banana Slices. *International Journal of Food Science and Technology*, 31 (2); 123-135.

- SAUREL, R., RAOULT-WACK, A. L., RIOS, G., GUILBERT, S. 1994. Mass Transfer Phenomena During Osmotic Dehydration of Apple. I: Fresh Plant Tissue. *International Journal of Food Science and technology*, 29 (5); 531-542.
- SHI, J., LE MAGUAR, M. 2002. Osmotic Dehydration of Foods: Mass Transfer and Modelling Aspects. *Food Reviews International*, 18; 305-335
- SHIVHARE, U. S., GUPTA, M., BASU, S., RAGHAVAN, G. S. V. 2006. Kinetics of Osmotic Concentration of Carrot Preserve. *Journal of Food Technology*, 4 (3); 200-205.
- SINGH, P., PANESAR, S. P., NANDA, V. 2007. Rehydration Kinetics of Un-Osmosed and Pre-Osmosed Carrot Cubes. *World Journal of Dairy and Food Sciences*, 2 (1); 10-17.
- SINGH, P., PANESAR, S. P., NANDA, V. 2008. Optimization of Osmotic Dehydration Process of Carrot Cubes in Sucrose Solution. *Journal of Food Process Engineering*, 31(2008): 1-20
- SPIAZZI, E., MASCHERONI, R. 1997. Mass Transfer Model For Osmotic Dehydration of Fruits and Vegetables I. Development of The Simulation Model. *Journal of Food Engineering*, 34; 387-410.
- SOWTI KHIABANI, M., EMAM-DJOMEH, Z., SAHARI, M. A. 2002. Improving The Quality of Sun-Dried Peaches by Osmotic Dehydration Pre-Treatment. *Drying 2002, Proceedings of of 13th International Drying Symposium. Beijing-China Volume B*, 952.
- SULTANOĞLU, M., 1999. Elmaların Kütle Transferinde Kütle Transferinin Modellenmesi. Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Proje No:98/MÜH/010 (yayınlanmıştır), İzmir.
- TAMASICCHIO, M., ANDREOTTI, R., DE GIORGI A., 1986. Dried Fruit Part of the Ananas, Raspberries and Raspberries. *Industria Conserve*, 61; 108-114.
- TOĞRUL TÜRK, İ., İSPİR, A. 2007. Effect on Effective Diffusion Coefficients and Investigation of Shrinkage During Osmotic Dehydration of Apricot. *Energy Conversion and Management*, 48; 2611-2621.
- TORREGGIANI, D., FORNI, E., CRIVELLI G., BERTOLO, G., MAESTRELLI, A. 1987. Researches on Dehydrofreezing of Fruit. Part 1. Influence of Dehydration Levels on The Products Quality. In "Proceeding of the XVII International Congress Of Refrigeration." 461-467. Wien-Austria.
- TORREGGIANI, D. 1993. Osmotic Dehydration in Fruit and Vegetable Processing. *Food Research International*, 26; 59-68.

- TORRINGA, E., ESVELD, E., SCHEEWE I., VAN DEN, B. R., BARTELS, P. 2001. Osmotic Dehydration as a pre-treatment before Combined Microwave-Hot-air Drying of Mushrooms. *Journal of Food Engineering*, 49; 185-191.
- TSAMO, C. V. P., BILAME, A-F., NDJOUENKEU, R., NONO, Y. J. 2005. Study of Material Transfer During Osmotic Dehydration of Onion Slices (*Allium Cepa*) and Tomato Fruits (*Lycopersicon Esculentum*). *Lebensmittel-Wissenschaft Und-Technologie*, 38 (2005); 495-500.
- US. F. 2006. Ozmotik Kurutma. Hacettepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 9.Gıda Kongresi, Mayıs 2006, Bolu-Türkiye.
- ÜNLÜTÜRK, A., KARAPINAR, M., TURANTAŞ, F. 1998. Gıda Mikrobiyolojisi. Mengi Tan Basımevi, 605, İzmir.
- VAN ARSDEL, W. B., COPLEY, M. J. 1963. Food Dehydration Volume 1 Principles.The Avi Publishing Company Incorporation, Westport, Connecticut.
- VAN ARSDEL, W. B., COPLEY, M. J., MORGAN, A. I. Jr. 1973. Food Dehydration Volume 1 Drying Method and Phenomena. 2 nd. Edition. The Avi Publishing Company Incorporation, Westport, Connecticut.
- VIAL, C., GUILBERT, S., CUQ, J. 1991. Osmotic Dehydration Of Kiwi Fruits;Influence of Process Variables on The Color and Ascorbic Acid Content. *Sciences Des Aliments*,11, 63-84.
- VIBERG, U., FREULER S., GEKAS V., SJÖHOLM. I. 1998. Osmotic Pretreatment of Strawberries and Shrinkage Effects. *Journal of Food Engineering*, 35; 135-145.
- WAIS, N. L., SANTOS, M. V., MARANI, C. M., AGNELLI, M. E., MASCHERONI, R. H. 2004. Osmotic Dehydration and Combined Osmotic Dehydration- Hot Air Drying of Banana and Apple Slices. Mass Transfer and Quality Issues. Drying-2004, Proceedings of the 14th International Drying Symposium. Volume C, 2201-2206.

ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Keban/ELAZIĞ'da doğdu. İlköğretim ve lise eğitimini Keban'da tamamladı. 2002 yılında Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünde başladığı lisans öğrenimini 2006 yılında tamamladı. 2008 yılında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği ABD yüksek lisansa başladı. 2008–2009 yılları arasında özel işletmelerde Gıda Mühendisi olarak çalıştı. 2008–2009 yıllarında Ziraat Bankası Tarımsal Krediler Bölümünde Mühendis olarak Şanlıurfa'da görev yaptı. 2009 yılı Mayıs ayından itibaren Tunceli Üniversitesi Gıda Teknolojisi programında Öğretim Görevlisi olarak çalışmaktadır.