



Araştırma Makalesi

## Farklı Sulama Programlarının 'Tombul' Fındık Çeşidinde Depolama Süresince Su Aktivitesine Etkisi\*\*

Yaşar Akçin<sup>1</sup>, Saim Zeki Bostan<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Nuriye Halit Çebi Özel Eğitim Meslek Lisesi, Ordu

<sup>2</sup>Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ordu

Geliş tarihi (Received): 26.07.2019

Kabul tarihi (Accepted): 17.09.2019

### Anahtar kelimeler:

*Corylus avellana*, damla sulama, depolama, su aktivitesi

**Özet.** Bu çalışma 2015 ve 2016 yıllarında Giresun ilinde yetiştirilen 'Tombul' fındık çeşidinde yürütülmüştür. Çalışmada, damla sulama yönteminde farklı sulama programlarına göre sulanan fındığın depolama süresince su aktivitesi değişimi araştırılmıştır. Deneme, tesadüf parselleri deneme deseninde 3 tekerrürlü, her tekerrürde 3 ocak olacak şekilde planlanmıştır. Araştırmada, 3 farklı sulama döneminde (D1: Döllenme sonu, meyve tutumu dönemi, D2: Tohum taslağı-embriyo gelişimi dönemi, D3: Hasat olumu önu dönemi), 4 farklı sulama konusu (S1: sulama uygulanmayan, S2: D1, D2 ve D3'de sulama, S3: D2'de sulama diğer dönemler susuz, S4: D2 ve D3'de sulama, diğer dönemler susuz) uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, su aktivitesi değerindeki değişimlerin yıllara göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Su aktivitesi değerinin 2015 yılında sulama programlarına göre değişimi önemsiz, analiz dönemlerine göre ise önemli bulunmuş ve bu değer bütün uygulamalarda depolama süresince artmıştır. 2016 yılında değişimler daha fazla olmuş ve bu değer hem analiz dönemlerine hem sulama programlarına ve hem de interaksyona göre değişimi önemli bulunmuştur. En yüksek değer (0.84 a<sub>w</sub>) S4 programında 12. ayda, en düşük değerler de (0.41 a<sub>w</sub>), 2015 yılında olduğu gibi, başlangıçta belirlenmiştir. Bütün örnek gruplarında aflatoksin tespit edilmemiştir.

### \*Sorumlu yazar

szbostan@hotmail.com

## Effect of Different Irrigation Applications on Water Activity of 'Tombul' Hazelnut During Storage

### Keywords:

*Corylus avellana*, drip irrigation, storage, water activity

**Abstract.** The study was carried out on 'Tombul' hazelnut grown in Giresun province (Turkey) in 2015 and 2016 years. In the study, it was researched that changes of water activity values during storage according to different irrigation applications at drip irrigation. The experiment was designed as randomized plots with three replications. Three oaks were used for each replicates. In the study, 4 different irrigation applications (S1: non-irrigated, S2: irrigated in D1, D2 and D3, S3: irrigated in D2 and non-irrigated in other periods, S4: irrigated in D2 and D3 and non-irrigated in other periods) were applied in 3 different irrigation periods (D1: end of fertilization, fruit set period, D2: Ovule and embryo development period, D3: pre-harvest period). In the results, changes in water activity values differed over the years. The change in the water activity value according to irrigation programs in 2015 was insignificant and it was found significant in the analysis periods, and this value increased in all applications during storage period. In 2016, the changes were higher and it was found that the change of this value according to both analysis periods, irrigation programs and interaction were significant. The highest value (0.84 a<sub>w</sub>) was determined in the S4 program at 12 months and the lowest values (0.41 a<sub>w</sub>) were initially determined, as in 2015. Aflatoxin was not detected in all sample groups.

\*\* Bu makale, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda Yaşar AKÇİN tarafından tamamlanan Doktora tezinden hazırlanmıştır.

ORCID ID (Yazar sırasına göre/By author order)

0000-0002-6302-9754 0000-0001-6398-1916

## GİRİŞ

Su gıdaların yapısındaki temel bileşenlerden birisidir ancak gıdanın yapısını ve depolama süresince dayanıklılığını etkileyen asıl faktör ise su aktivitesidir. Su aktivitesinin yüksek olması biyoaktif bileşenlerin depolama süresince dayanıklılığını olumsuz yönde etkilemektedir. Gıdalarda biyoaktif bileşenlerin sabit kalması özellikle depolama süresince maksimum düzeyde korunabilmesi fiziksel, kimyasal ve enzimatik süreçlerden kolaylıkla etkilenmelerini önlemekte ve bu amaçla farklı kurutma teknikleri uygulanmaktadır. Bu işlemlerin temel amacını su aktivitesinin düşürülmesi ve raf ömrünün uzatılması oluşturmaktadır. Bu konuda yapılacak araştırmaların ürün kaybını en az düzeyde tutacak şekilde raf ömrünü arttırmaya odaklanması gerekmektedir (Fontana, 2000; Yıldırım ve ark., 2018).

Su aktivitesi, gıda ürünlerinin kalitesini sağlamak için hayati öneme sahiptir, çünkü kimyasal ve enzimatik reaksiyonların yanı sıra mikrobiyal üreme serbest suyla ilgilidir. Aslında, 0.6'dan düşük su aktivitesi ( $a_w$ ) pratik olarak tüm mikrobiyal aktiviteyi nötrleştirmekte, öte yandan, 0.6'dan daha fazla olan  $a_w$  kimyasal ve enzimatik reaksiyonların oluşması için yeterli olmaktadır (Guiné ve ark., 2015). Kimyasal, enzimatik ve mikrobiyolojik reaksiyonlar 0.2-0.4 su aktivitesinde en düşük hızda gerçekleşmekte (Cemeroğlu ve Acar, 1986), bu değer 0.6'nın altında olduğunda tüm mikroorganizma faaliyetlerinin sona erdiği kabul edilmektedir (Cemeroğlu ve ark., 2013).

Kuru ve kurutulmuş ürünler tüketiciler tarafından yüksek sağlık değerleri nedeni ile en çok tercih edilen ürün grubu arasındadır. Kuru ürünler raf ömrünün uzun, paketleme masrafları ile taşıma ve depolama giderlerinin daha az olması gibi faktörlerden dolayı ekonomik olmaktadır. Su aktivitesinin kuru ürünlerde ve kurutulmuş meyve ve sebzelerde kontrol altına alınması ürünün yapı, doku, stabilite, yoğunluk ve rehidrasyon özelliklerinin sürekliliğini sağladığı için önemlidir (Koç ve Şen, 2007). Sert kabuklu meyvelerin raf ömrünü kısaltan etkenlerin başında küflenme gelmektedir. Bu nedenle hem küf gelişimi hem de aflatoksin oluşumunun en önemli nedeni olan yüksek su aktivitesinin ve sıcaklığın kontrol edilmesi, meyvelerin yıl boyunca bozulmadan depolanabilmesi için teknolojiye uygun depolama sistemlerinin projelendirilmesi ve böylece uzun süre kalitelerinin korunarak pazar değerlerinin artırılması önemlidir (Kibar ve Öztürk, 2009).

Sert kabuklu meyveler çerez olarak tüketimlerinin yanı sıra pasta, ezme, krema, çikolata vb. ürünlerde de yoğun olarak kullanılmaktadır. Gıda kaynaklı hastalıkların ve tüketici bilincinin her geçen gün biraz daha artması gıda ürünlerinde kullanılan her türlü ham maddedeki mevcut beklentiyi arttırmıştır. Özellikle ham madde farklı mamullere işlendiğinde nem ve su aktivitesinde meydana gelecek değişimler mikrobiyal açıdan ürünün güvenilirliğini daha da önemli kılmaktadır. Gıda maddelerindeki kimyasal, biyokimyasal ve mikrobiyolojik değişimleri sınırlayan en önemli faktör su aktivitesidir. Su aktivitesi düştükçe gıda maddesinin kalite kaybı azalmakta, muhafaza süresi uzamaktadır (LaBuza, 1982).

Fındık Türkiye'nin en önemli ticari tarımsal ürünlerinden birisidir. Böylesine önemli bir meyve türü olmasına rağmen, depolanması sürecinde yaşanan sorunlar henüz tam anlamıyla çözülebilmemiş değildir. Bu nedenle fındıkta istenilen kalite uzun süre korunamamakta ve ürün kayıpları yaşanmaktadır. Hasattan sonra fındığın kalitesini etkileyen nem ve sıcaklık gibi pek çok dış faktör bulunmaktadır. Nem önemli faktörlerden birisi olup çok yüksek olması durumunda ürün küflenmekte, çok düşük olması durumunda içler buruşmakta, renk değiştirmekte ve kokuşmaktadır. Bu yüzden, uzun bir raf ömrü sağlamak ve kokmayı önlemek için fındığın hasattan hemen sonra %3.5-5.0 nem düzeyinde kurutulması önerilmektedir (Richardson, 1988).

Ülkemizde fındıkta farklı uygulamalar ile depolanan fındık ürünlerinde depolama süresince fiziksel ve kimyasal parametrelerin araştırıldığı birçok çalışma olmasına rağmen, sulama ve sulamanın depo kalitesine etkisi konusunda yapılan çalışmaların sayısı yok denecek kadar azdır. Bu çalışmada da damla sulama sistemi ile farklı sulama programlarında sulanan 'Tombul' fındık çeşidinde, 12 ay boyunca depolanan kabuklu ürünün su aktivitesi değerindeki değişimin araştırılması amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

### **Materyal**

Bu çalışma, 2015 ve 2016 yıllarında Giresun iline bağlı Barça köyünde üreticiye ait bir fındık bahçesinde yetiştirilen 'Tombul' fındık çeşidi ile yürütülmüştür. Bahçe 110 m rakımda, eğimi yaklaşık olarak %60 ve ocaklar arasındaki mesafe ortalama 4 metredir. Ocaklardaki dal sayısı 5 adettir.

2015 yılında deneme alanının toprak pH'sı 5.79-6.37, 2016 yılında ise 5.86-6.28 aralığında tespit edilmiştir. Bu pH değeri fındık yetiştirilmesi için en uygun değerler arasında ve hafif asidiktir. Toprak analizlerinde azot değerleri düşük (0.01-0.02 ppm), fosfor miktarı çok az ile az arasında (11.8-82.40 mg kg<sup>-1</sup>); potasyum miktarı az (67.21-

84.55 mg kg<sup>-1</sup>) olarak tespit edilmiştir. Tekstür analizinde araştırmanın yürütüldüğü deneme alanının toprak yapısı kumlu-killi-tınlı, tarla kapasitesi %30.2, solma noktası %16.2 ve 0-60 cm'lik etkili kök derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesi 110.88 mm olarak saptanmıştır. Toprak analiz sonuçlarına göre kışlık gübre uygulaması için her bir ocağın etrafına 12 adet çukur açılarak analiz sonucu eksik olan gübre miktarları uygulanarak üzerleri toprakla kapatılmıştır. 21.01.2015 tarihinde 500 g TSP (Triple Süper Fosfat Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O (%43-44 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)) ve saf olarak 150 g Fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) uygulanmıştır. Azotlu gübre uygulaması ise damla sulama sistemi ile fertigasyon şeklinde "%27 Azot, %5 Fosfor, %5 Potasyum, %2 Çinko, %1 Bor" formundaki gübreden 700 g ve %33'lük Amonyum Nitrat gübresinden 800 g şeklinde olmuştur. Azotlu gübre uygulamaları 15 Nisan ve 14 Mayıs 2015 tarihlerinde 5 mm damla sulama suyu ile uygulanmıştır. Sulama uygulanmayan kontrol grubuna gübreleme elle yapılmıştır. 2016 yılında gübre uygulaması aralık ayında başlamıştır ve haziran ayına kadar devam etmiştir. Gübreler, toprak analiz sonuçlarına göre fertigasyona uygun olması bakımından %100 suda çözünür formdaki gübrelerden seçilmiştir. Azot ihtiyacı için "%27 Azot, %5 Fosfor, %5 Potasyum, %2 Çinko, %1 Bor" formundaki gübreden 700 g ve %33'lük Amonyum Nitrat gübresinden 800 g uygulanmıştır. Fosfor kaynağı olarak 400 g MAP (11-52-0), Potas kaynağı olarak ise 400 g Potasyum Nitrat (KNO<sub>3</sub>) (13-0-44) formundaki gübreler uygulanmıştır. Sulama uygulanmayan kontrol grubuna ise gübreleme elle yapılmıştır.

2015-2016 yıllarında zararlılar ile mücadele için bahçede gözlemler yapılmış ve zarar eşiğine ulaşılmadığı belirlendiğinden herhangi bir uygulama yapılmamıştır. Hastalıklar ile mücadele için 2016 yılında külleme görüldüğünden mayıs ve haziran aylarında 2 kez ilaç uygulaması yapılmıştır.

### **Metot**

#### **Sulama Sisteminin Kurulması**

Bahçede yabancı ot temizliği yapıldıktan sonra damla sulama sisteminin uygulaması yapılmıştır. Pompaj tesisinden yaklaşık 300 m uzaktaki deneme alanına 50 mm çapındaki boru ile ulaştırılan suyun, deneme desenine göre arazi içerisinde dağıtımı yapılmıştır. Bu amaçla arazinin uzun eksenini boyunca sağ ve sol yanında 32 mm'lik borular döşenmiştir. 32 mm'lik borulardan 20 mm'lik damla sulama borusu ile alınan su, ocağın etrafından halka şeklinde uygulanarak boru sabitleme aparatlarıyla sabit hale getirilmiştir. Toprak nem içeriği gravimetrik yöntemle takip edilmiştir.

Çalışmamızda fındık bitkisi gelişme dönemlerine göre aşağıdaki şekilde 3 farklı döneme ayrılmıştır (Bostan, 1998).

1. Dönem (D1): Dölllenme sonu, meyve tutumu dönemi (15-30 Mayıs)
2. Dönem (D2): Tohum taslağı- embriyo gelişimi dönemi (1-30 Haziran)
3. Dönem (D3): Hasat olumu önü dönemi (1-30 Temmuz)

Denemede fındığın gelişme dönemlerinde farklı su uygulama zamanlarına göre 4 farklı sulama konusu oluşturulmuştur. Bunlar:

- S1: Sulama uygulanmayan
- S2: D1, D2 ve D3'de sulama yapılan
- S3: Sadece D2'de sulama yapılan
- S4: Sadece D2 ve D3'te sulama yapılan

2015 yılında D2 dönemindeki yağışlardan dolayı S3 konusu; 2016 yılında da D1 dönemindeki yağışlardan dolayı bütün sulama konularından D1 dönemi çıkarılmış ve istatistiksel analiz buna göre yapılmıştır (Çizelge 1 ve 2).

Sulama suyu uygulaması toprakta bulunan kullanılabilir suyun %40'ı tüketildiğinde sulama yapılacak şekilde planlanmıştır. İlk sulama toprakta suyun kullanılabilir miktarının %40'ı tüketildiği tarih olan 26 Mayıs 2015 tarihinde yapılmıştır (Çizelge 1). 2016 yılındaki ilk sulama ise 06 Haziran 2016 tarihinde uygulanmıştır (Çizelge 2).

#### **Hasat ve Harman İşleri**

Deneme alanında 2015 yılında hasat, el ile daldan toplama şeklinde ocak bazlı olarak 15 Ağustos 2015 tarihinde yapılmıştır. Çuvallarda biriktirilen zuruflu haldeki fındıklarda taneleri zuruftan ayırmak için patoz makinesi kullanılmıştır. Patozla zuruflarından ayrılan bütün fındıklar değerlendirilmek ve analiz edilmek üzere çuvallanmıştır. Çuvallanan fındıklar Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesinde 7 gün süre ile kendi çuvalları üzerine tek sıra halinde serilerek güneşte kurutulmuştur. Kurutma süresi boyunca yağmur yağmamıştır. 2016 yılında hasat, önceki yıldan biraz daha erken olarak 8 Ağustos 2016 tarihinde yapılmıştır. Toplanan fındıklar ertesi gün patoz makinesi ile zuruflarından ayrılmıştır. 5 gün süre ile güneşte kurutulan fındıklar naylon filelere konularak laboratuvara alınmıştır. Her bir analiz dönemi için ayrılan fındıklar oda koşullarında 12 ay boyunca depolanmıştır.

**Çizelge 1.** 2015 yılı sulama programı.

Table 1. Irrigation program of 2015.

| Sulama programı | D1<br>(Döllenme sonu, meyve tutumu dönemi) | D2<br>(Tohum taslağı-embriyo gelişimi dönemi) | D3<br>(Hasat olumu önu dönemi) |
|-----------------|--|---|--------------------------------|
| S1              | Sulama yok                                 | Sulama yok                                    | Sulama yok                     |
| S2              | 26.05.2015<br>(40.83 mm/60 cm)             | Yağıştan dolayı sulanamadı                    | 20.07.2015 (38.20 mm/60 cm)    |
|                 |  |   | 24.07.2015 (40.01 mm/60 cm)    |
|                 |  |   | 29.07.2015 (39.12 mm/60 cm)    |
|                 |  |   | 02.08.2015 (41.15 mm/60 cm)    |
| S4              | Sulama yok                                 | Yağıştan dolayı sulanamadı                    | 06.08.2015 (39.89 mm/60 cm)    |
|                 |  |   | 20.07.2015 (38.20 mm/60 cm)    |
|                 |  |   | 24.07.2015 (40.01 mm/60 cm)    |
|                 |  |   | 29.07.2015 (39.12 mm/60 cm)    |
|                 |  |   | 02.08.2015 (41.15 mm/60 cm)    |
|                 |  |   | 06.08.2015 (39.89 mm/60 cm)    |

**Çizelge 2.** 2016 yılı sulama programı.

Table 2. Irrigation program of 2016.

| Sulama programı | D2<br>(Tohum taslağı- embriyo gelişimi dönemi) | D3<br>(Hasat olumu önu dönemi) |
|-----------------|--|--------------------------------|
| S1              | Sulama yok                                     | Sulama yok                     |
| S2              | 06.06.2016<br>(44.60 mm/60 cm)                 | 16.07.2016 (46.08 mm/60 cm)    |
|                 |  | 26.07.2016 (44.68 mm/60 cm)    |
|                 |  | 30.07.2016 (43.68 mm/60 cm)    |
|                 |  | 06.08.2016 (44.08 mm/60 cm)    |
| S3              | 06.06.2016<br>(44.60 mm/60 cm)                 | Sulama yok                     |
|                 |  |                                |
| S4              | 06.06.2016<br>(44.60 mm/60 cm)                 | 16.07.2016 (46.08 mm/60 cm)    |
|                 |  | 26.07.2016 (44.68 mm/60 cm)    |
|                 |  | 30.07.2016 (43.68 mm/60 cm)    |
|                 |  | 06.08.2016 (44.08 mm/60 cm)    |

### Su Aktivitesi ( $a_w$ ) Analizi

Blendırda öğütölen numuneler kilitli poşetlere konularak su aktivitesi ölçümü için hazırlanmıştır. Ölçüm için yaklaşık 5 g örnek ölçüm kabına konularak 25°C sıcaklıkta ölçüm yapılmıştır. Ölçümlerde Novasina/aw Sprint TH 500 su aktivitesi cihazı kullanılmıştır (Anonim, 2004).

### Deneme Deseni ve İstatistik Analizler

Deneme tesadüf parsellerinde faktöriyel denemelere göre iki faktörlü deneme deseninde 3 tekerrürlü, her tekerrürde 3 ocak olacak şekilde planlanmıştır. Elde edilen verilere varyans analizi uygulanmış, sulama programları ve depolama süresi faktörleri arasında interaksiyona bakılmıştır. Farklılıkların belirlenmesi amacıyla LSD çoklu karşılaştırma testi kullanılmış ve harfli gösterim şeklinde ilgili tabloda gösterilmiştir. Hesaplama ve yorumlamalarda önem düzeyi ( $\alpha$ ) 0.05 olarak belirlenmiştir. Tüm istatistik analizlerinde JMP 13.0 istatistik paket programı kullanılmıştır. Araştırmada her iki yılda da aflatoxin düzeyinde (B1 ve B2 ile G1 ve G2) rastlanılmadığından istatistiksel analiz yapılmamıştır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

2015 yılında depolama süresinin su aktivitesine etkisinin önemli (Çizelge 3.); sulama programları ve interaksiyonun ise önemsiz olduğu; 2016 yılında sulama programları ve depolama süresi ile interaksiyonun etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.).

2015 yılında su aktivitesi depolama sürecinde artmıştır. 2016 yılında en fazla 12. Ay x S4 (0.84  $a_w$ ) interaksiyonunda, en az ise bütün sulama programlarında başlangıçta (0.41  $a_w$ ) belirlenmiştir. 2016 yılında da depolama sürecinde su aktivitesi tüm sulama programlarında artmıştır.

**Çizelge 3.** Farklı sulama programlarına göre sulanan fındıklarda depolama süresince belirlenen su aktivitesi değerleri (2015).  
**Table 3.** Water activity ( $a_w$ ) values during storage according to different irrigation applications (2015).

| Sulama programı | Başlangıç       | 6. ay         | 12. ay        | Ortalama    |
|-----------------|-----------------|---------------|---------------|-------------|
| S1              | 0.46            | 0.47          | 0.63          | <b>0.52</b> |
| S2              | 0.44            | 0.47          | 0.59          | <b>0.50</b> |
| S4              | 0.45            | 0.46          | 0.59          | <b>0.50</b> |
| <b>Ortalama</b> | <b>0.45 c**</b> | <b>0.47 b</b> | <b>0.61 a</b> |             |

\*\* P<0.01 düzeyinde önemli, LSD (%5), LSD<sub>analiz dönemi</sub>: 0.02

**Çizelge 4.** Farklı sulama programlarına göre sulanan fındıklarda depolama süresince belirlenen su aktivitesi değerleri (2016).  
**Table 4.** Water activity ( $a_w$ ) values during storage according to different irrigation applications (2016).

| Sulama programı | Başlangıç       | 6. ay         | 12. ay        | Ortalama       |
|-----------------|-----------------|---------------|---------------|----------------|
| S1              | 0.41 c**        | 0.46 c        | 0.60 b        | <b>0.49 b*</b> |
| S2              | 0.41 c          | 0.44 c        | 0.61 b        | <b>0.49 b</b>  |
| S3              | 0.41 c          | 0.45 c        | 0.60 b        | <b>0.49 b</b>  |
| S4              | 0.41 c          | 0.44 c        | 0.84 a        | <b>0.56 a</b>  |
| <b>Ortalama</b> | <b>0.41 b**</b> | <b>0.45 b</b> | <b>0.66 a</b> |                |

\* P<0.05 düzeyinde önemli, \*\* P<0.01 düzeyinde önemli. LSD (%5), LSD<sub>sulama programı</sub>: 0.06, LSD<sub>analiz dönemi</sub>: 0.05, LSD<sub>interaksiyon</sub>: 0.10

Fındıkta depolama öncesinde yapılan farklı uygulamaların depolama süresince su aktivitesi gibi birçok parametre üzerindeki etkisini araştırmaya yönelik bazı çalışmalar yapılmıştır. Koç Güler *ve ark.* (2017) farklı gamma ışını uygulaması yaptıkları doğal iç fındıklarda kontrol grubunda depolama süresinin su aktivitesini önemli ölçüde etkilediğini ve 18 aylık depolama süresince dalgalanmaların görüldüğünü; depolama süresince değer 0.613  $a_w$  ile 0.637  $a_w$  arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Turan (2017) 2013-2016 yılları arasında yaptığı çalışmada 'Tombul' fındık çeşidinde depolama süresince su aktivitesi değerinin değişiminin yıllara göre değiştiğini; ilk yıl en yüksek değerlerin 12. ayda (0.720-0.727), en düşük değerlerin depolamanın son dönemi olan 18. ayda (0.397-0.410) olduğunu; ikinci yıl en yüksek değerlerin başlangıçta (0.620-0.700), en düşük değerlerin 6. ayda (0.353-0.373) olduğunu ve bundan sonra depolama sonuna kadar arttığını bulmuş ve bu farklılığın nem miktarındaki değişimden kaynaklandığını bildirmiştir. Yine, Turan (2019) farklı ortamlarında kurutulan 'Çakıldak' fındık çeşidinde depolama süresince, nem içeriğine bağlı olarak, su aktivitesi değerinin 0.35-0.72 arasında değiştiğini; dalgalanma gösterse de, depolama sonunda (24. ay) başlangıç değerine yakın olduğunu; en yüksek değerlerin (0.72) 12. ayda görüldüğünü ve kritik düzey olan 0.83'ün altında kaldığını ve bu durumun risk oluşturmadığını belirtilmiştir. Bu arada, Özay *ve ark.* (2005) da fındık ürünüde su aktivite değerinin 0.83  $a_w$  değerinden daha fazla değerde 2 gün bekletilmesi durumunda aflatoxin oluşabileceğini belirtmişlerdir. Başka bir çalışmada fındıkta depo başlangıcında su aktivitesi değerinin 0.5  $a_w$  olduğu, 12. ayın sonunda ise bu değer 0.54  $a_w$ 'ye çıktığı belirtilmiştir (Demirci Ercoşkun, 2009). Görüleceği üzere, çalışmamızda daha önceki sonuçlara benzer şekilde, özellikle 12. aya kadar su aktivitesi değerinin genel olarak artış gösterdiği belirlenmiştir. Yine, çalışmamızda, sadece 2. yılda S4 programında 12. ayda belirlenen 0.84  $a_w$  değeri hariç, diğer bütün değerler kritik olarak kabul edilen (0.83) değerinin altında kalmış hatta en fazla 0.63 değerine (2015 yılı S1 programı 12. ay) ulaşmıştır. Çalışmaların sonuçları arasındaki bazı değişimlerin çeşit, hasat-harman işlemleri, depolama koşulları, bakım koşulları, yıl gibi birçok faktörün farklılığından kaynaklanabileceği de söylenebilir.

Diğer taraftan, çalışmamızda aflatoxin analizleri de yapılmasına rağmen, depolama sürecinde su aktivitesi değeri artmış fakat aflatoxin üreten mantarların üremesi için gereken su aktivitesi değeri düşük olduğundan araştırmamızda aflatoxin tespit edilememiştir.

## SONUÇ

Sonuç olarak, farklı sulama programı uygulanmış 'Tombul' fındık çeşidinde 12 ay depolama süresince su aktivitesi değerindeki değişimin daha ziyade depolama süresinden etkilendiği fakat bu durumun yıllara bağlı olarak da değişebileceği görülmüştür. Depolama süresince fındıkta depolama şartlarına bağlı olarak (bağıl nem ve sıcaklık) su aktivitesi değerleri artmış fakat genel olarak bu artış kritik düzeyin altında kalmıştır. Ürünlerin oda koşullarında depo edildiği dikkate alındığında, bu değerlerin kabul edilebilir olduğu söylenebilir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından AR-1508 No'lu proje ile desteklenmiştir. Bu desteklerinden dolayı ilgili kurum ve birime teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- Anonim, (2004). *Operating manuel novasina*. AW Sprint TH 500 Water Activity Analyzers, Switzerland.
- Bostan, S. Z. (1998). Bazı önemli fındık çeşitlerinde tohum taslağı gelişimi üzerine bir araştırma. *Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 22: 295-298.
- Cemeroğlu, B., & Acar, J. (1986). *Meyve ve sebze işleme teknolojisi*. Gıda Teknolojisi Derneği No: 6, Ankara.
- Cemeroğlu, B., Karadeniz, F., & Özkan, M. (2013). Su aktivitesinin gıdaların bozulması ile ilişkisi. *Meyve ve sebze işleme teknolojisi*, 3, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 28, Ankara.
- Demirci Ercoşkun, T. (2009). *Bazı işlenmiş fındık ürünlerinin raf ömrü üzerine araştırmalar*, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Fontana, M., Somenzi, M., & Tesio, A. (2014). Cultivation, harvest and postharvest aspects that influence quality and organoleptic properties of hazelnut production and related final products. *Acta Horticulturae*, 1052, 311-314.
- Guiné, R.P.F., Almeida, F.F.C., & Correia M.R.P. (2015). Influence of packaging and storage on some properties of hazelnuts. *Food Measure*, 9, 11-19.
- Kibar, H., & Öztürk, T. (2009). Sert kabuklu meyvelerin depolanması. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23(48), 77-84.
- Koç Güler, S., Bostan, S. Z., & Çon, A. H. (2017). Effects of gamma irradiation on chemical and sensory characteristics of natural hazelnut kernels. *Postharvest Biology and Technology*, 123, 12-21.
- Koç, S., & Şen, F. (2007). Gıdalarda su aktivitesinin (aw) önemi. *Dünya Gıda, Ağustos 2007*, 65-69.
- LaBuza, T.P. (1982) *Shelf-Life Dating of Foods*. Food & Nutrition Press, Inc., Westport.
- Özay, G., Seyhan, F., Sena, S., Yılmaz, A., & Pembeci, C. (2005). Fındıklarda aflatoxin oluşumuna etki eden faktörlerin ve önleyici tedbirlerin belirlenmesi. 5024143, Sonuç Raporu, Gebze, Kocaeli.
- Richardson, D.G. (1988). Hazelnut quality. In: *Proceedings of the Annual Meeting of the Nut Growers Society of Oregon, Washington and British Columbia* 73, 83-86.
- Turan, A. (2017). *Fındıkta kurutma yöntemlerinin meyve kalitesi ve muhafazası üzerine etkileri*. Doktora Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Turan, A. (2019). Effect of drying on the chemical composition of Çakıldak (cv) hazelnuts during storage. *Grasas Y Aceites*, 70(1), 1-12.
- Yıldırım, A., Duran, M., & Koç, M. (2018). Su aktivitesinin ve farklı kurutma sistemlerinin biyoaktif bileşenlerin stabiliteyi üzerine etkisi. *GIDA*, 43(3), 512-522.