

Cilt 33
Volume

Sayı 2
Number

2018

Basılı ISSN 2636 - 7874
Printed

Çevrimiçi ISSN 2630 - 6034
Online

Çukurova
TARIM
ve **GIDA**
Bilimleri Dergisi



Çukurova Journal of
AGRICULTURAL
and **FOOD**
Sciences



Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi

Çukurova Journal of Agricultural and Food Sciences

Editörler Kurulu

Editorial Board

Orhan BOZAN
Serap GÖNCÜ
H. Hüseyin ÖZTÜRK
Serkan SELLİ

Çukurova Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi

Baş Editör

Editor-in-chief

Mahmut ÇETİN

Çukurova Üniversitesi

Sorumlu Editör

Managing Editor

Emin Bülent ERENOĞLU

Çukurova Üniversitesi

Bilimsel Danışma Kurulu

Advisory Board

Adil AKYÜZ
Ali AYBEK
Mikail BAYLAN
Kenan BÜYÜKTAŞ
Gıyasettin ÇİÇEK
Ömür DÜNDAR
Serap GÖNCÜ
Ali İKİNCİ
İlhami İLHAN
Pınar KADİROĞLU KELEBEK
Muharrem A. KAMBEROĞLU
Burçak KAPUR
Mehmet KARACAOĞLU
Bora KAYDAN
Haşim KELEBEK
Songül KESEN
Hasan Rüştü KUTLU
Mustafa KÜSEK
Hasan Hüseyin ÖZTÜRK
Kemal ŞEN
Hüseyin TEMİZ
Tahsin TONKAZ
Fatih TOPALOĞLU
Murat YILDIRIM

K.Maraş Sütçü İmam Üni.
K.Maraş Sütçü İmam Üni.
Çukurova Üniversitesi
Akdeniz Üniversitesi
Çanakkale Onsekiz Mart Üni.
Çukurova Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
Harran Üniversitesi
Mersin Üniversitesi
Adana Bilim ve Teknoloji Üni.
Çukurova Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
Malatya Turgut Özal Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
Adana Bilim ve Teknoloji Üni.
Gaziantep Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
K.Maraş Sütçü İmam Üni.
Çukurova Üniversitesi
Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üni.
K.Maraş Sütçü İmam Üni.
Ordu Üniversitesi
Çukurova Üniversitesi
Çanakkale Onsekiz Mart Üni.

Amaç ve Kapsam

Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, Tarım, Orman, Gıda, Çevre, Peyzaj, Su Ürünleri, Biyoloji ve Biyoteknoloji alanlarında hazırlanan daha önce başka bir yerde yayınlanmamış araştırma ve derleme makaleleri Türkçe veya İngilizce olarak yayınlar.

Aims and Scope

Çukurova Journal of Agricultural and Food Sciences publishes original papers and review articles dealing with agriculture, forestry, food sciences, environment, landscape, fisheries, biology and biotechnology in Turkish or English.

**Çukurova
Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi**



**Çukurova
Journal of Agricultural and Food Sciences**

Basılı ISSN 2636 - 7874
Printed

Çevrimiçi ISSN 2630 - 6034
Online

Ürün Bilgisi (Product Information)

Yayıncı Publisher	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çukurova University Faculty of Agriculture
Sahibi (ÇÜZF adına) Owner (on behalf of ÇUFA)	Mustafa Bülent TORUN, Dekan (Dean)
Teknik Sekreteryası Technical Secretary	Hasan YILDIRIM - Murat ACAR
Basımevi Adresi Printing House	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi Balcalı, Sarıçam 01330 Adana-TÜRKİYE
Basım Tarihi Date of Publication	31/12/2018
Dil Language	Türkçe - İngilizce Turkish - English
Yayın Türü Type of Publication	Hakemli Süreli Yayın Double-blind peer reviewed

“Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi” yayın hayatına 1 Ocak 2016 tarihi itibarıyla “Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi” adıyla devam etmektedir.

From January 1, 2016 “Çukurova University Journal of Faculty of Agriculture” continuous its publication life as “Çukurova Journal of Agriculture and Food Sciences”.

Yönetim Adresi

Çukurova Tarım Gıda Bil. Der.
Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Yayın Ünitesi
Balcalı-Sarıçam 01330 Adana

Management Address

Çukurova J. Agric. Food Sci.
Çukurova University Faculty of Agriculture
Publication Department
Balcalı-Sarıçam 01330 Adana, TURKEY

Telefon : 0 322 338 60 84 / 2115-2119

Faks : 0 322 338 63 64

E-posta : ctgbdeditor@cukurova.edu.tr

Phone : 0 322 338 60 84 / 2115-2119

Fax : 0 322 338 63 64

E-mail : ctgbdeditor@cukurova.edu.tr



'Robinson' Mandarininin Soğukta Muhafazası Üzerine Anaçların Etkileri

Öznur DİDİN¹ Ahmet Erhan ÖZDEMİR^{1*} Elif ÇANDIR¹
Mustafa KAPLANKIRAN¹ Ercan YILDIZ²

Özet

Araştırmada, Dörtyol ekolojik koşullarında turunç anacı ile Carrizo ve Troyer sitranjı anacı üzerine aşılı olan 'Robinson' mandarin çeşidinin soğukta muhafazasına anaçların etkileri ve muhafaza koşulları incelenmiştir. Optimal derim zamanında derilen ve her üç anaç üzerinde yetiştirilen 'Robinson' mandarin meyveleri derimden hemen sonra Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait soğuk hava depolarına getirilmiştir. Meyvelerin başlangıç analizleri yapılmış ve diğer meyveler her 15 günde bir analizleri yapılmak üzere 2 farklı sıcaklıkta (4 ve 6 °C) 120 gün muhafaza edilmiştir. Çalışma süresince meyvelerde ağırlık kaybı, mantarsal ve fizyolojik bozulma oranları, usare miktarı, suda çözünebilir toplam kuru madde içeriği (SÇKM), yeşil kapsüllü meyve oranı, titre edilebilir asit miktarı (TEA), usare pH'sı, C vitamini ve meyve kabuk rengi (L*, C*, h°) analizleri yapılarak, soğukta muhafazanın farklı anaçlar üzerindeki 'Robinson' mandarin meyvelerindeki kalite kayıplarına etkileri ortaya konulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; 'Robinson' mandarin için en uygun muhafaza sıcaklığının 4 °C olduğu ve bu sıcaklıkta kalitelerinden fazla bir şey kaybetmeden 75 gün depolanabilecekleri saptanmıştır. Turunç anacı üzerine aşılı 'Robinson' mandarinine ait depolanan meyvelerde ağırlık kayıpları (%9.57), Carrizo ve Troyer sitranjlarından (%8.48-9.00) daha yüksek olmuştur. Ağırlık kayıpları 4 °C'de depolanan 'Robinson' mandarininde 120 gün sonunda %7.77 olurken, 6 °C'de depolananlarda %10.25 olmuştur. Depolama süresi sonunda 'Robinson' mandarin meyvelerinde pH, mantarsal ve fizyolojik bozulmaların oranı artarken; TEA, meyve kabuk rengi L*, C* ve h° değerleri, C vitamini ve yeşil kapsüllü meyve oranı azalmıştır.

Anahtar kelimeler: 'Robinson' mandarin, turunçgil muhafazası, kalite, turunç, Carrizo sitranjı, Troyer sitranjı

Effects of Rootstocks on Cold Storage of 'Robinson' Mandarin

Abstract

In this research, cold storage performance of 'Robinson' mandarins grafted Carrizo, Troyer citrange and sour orange in Dörtyol ecological condition and effects of rootstocks on the storage performance of this cultivar was studied. 'Robinson' mandarin fruits grown on all three rootstocks were harvested at optimum maturity and immediately transferred to the cold storage unit of Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Mustafa Kemal University and kept at 4 and 6 °C for 120 days. Changes in weight loss, incidence of fungal decay and physiological disorders, juice content, total soluble solids (TSS), percent green buttoned fruit, titratable acidity (TA), juice pH value, vitamin C content and peel color (L*, C*, h°) and were monitored at 15 days interval during storage to determine effects of rootstock on postharvest quality of 'Robinson' mandarins. According to data, optimum storage temperature was 4 °C for 'Robinson' mandarin cultivar. Fruits could be kept at 4 °C for 75 days without any quality deterioration. Fruits of 'Robinson' mandarin grafted on sour orange (9.57%) had higher weight loss than those grafted on Carrizo and Troyer citrange (8.48-9.00%). In 'Robinson' mandarins, weight loss was 7.77% at 4°C and 10.25% at 6 °C after 120 days of storage. pH, the incidence of fungal decay and physiological disorders increased while TA, L*, C* and h° values of peel color, vitamin C content and percent green buttoned fruit decreased in 'Robinson' mandarin cultivar during cold storage.

Keywords: 'Robinson' mandarin, citrus storage, quality, sour orange, Carrizo citrange, Troyer citrange

Giriş

Son yıllarda mandarin yetiştiriciliğine eğilim artarken, kabuğu kolay soyulan, tohumuz,

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 09.11.2017

*¹ Ahmet Erhan ÖZDEMİR; Mustafa Kemal Üniv., Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 31034, Hatay, erhan@mku.edu.tr

² Uşak Üniv., Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 64200, Uşak

meyve kabuğu koyu renkli ve şeker/asit oranı yüksek çeşitlere yönelim olmuştur. Anaç; ağaç gelişimi, toprak koşullarına adaptasyon, hastalık ve zararlılara dayanım, meyve verim ve kalitesine olumlu etkileri amacıyla kullanılmaktadır (Castle ve ark., 2010). Meyve yetiştiriciliğinin vazgeçilmez iki unsuru olan anaç ve kalemin birbirlerini değişik şekillerde etkiledikleri, büyümeden meyve verimine, karbonhidrat metabolizması ve bitki besin elementlerinden hormonlara ve birçok biyokimyasal metabolizma döngülerine kadar çeşitli olayların anaç ve kalemin karşılıklı etkileşim alanı içerisine girdiği değişik araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Tuzcu ve ark., 1998; Toplu ve ark., 2008; Kaplankıran ve ark., 2001, 2011; Uzun ve ark., 2013; Kurt ve ark., 2014; İncesu ve ark., 2015).

Hastalıklara dayanım ve ekolojik şartlara uyum ile erkencilik, uzun ömür, verimlilik, yüksek meyve kalitesi ve sık dikim gibi amaçlarla anaç kullanılmaktadır. Anaçlar bitki tarafından sentezlenen çeşitli bileşiklerin özellikle karbonhidratların yapımı, taşınması ve kullanılması ile ilgili olaylarda birbirlerinden farklılıklar göstererek bitkilerin çevre koşulları karşısında reaksiyonlarının farklı olmasına neden olabilmektedir (Yener, 2011).

Yöresel iklim ve toprak şartları, anaç seçiminde ilk önce dikkate alınacak faktörlerdir. Turunç, bazik ve tuzlu topraklara adaptasyon bakımından kullanılırken, Carrizo sitranjı gal nematodunun problem olduğu yerlerde tercih edilen en önemli anaçtır (Dalkılıç, 2005). Toplu ve ark. (2010) Dörtyol-Hatay’da farklı anaçların ‘Nova’, ‘Robinson’ ve ‘Fremont’ mandarin çeşitlerinin yaprak besin elementi içeriğine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada Carrizo sitranjı anacında azot, potasyum, magnezyum, sodyum ve mangan; Troyer sitranjı anacında demir ve turunç anacında kalsiyum ve çinko miktarları diğer anaçlara göre daha yüksek düzeylerde bulunmuştur. ‘Robinson’ mandarin

çeşidinde potasyum, mangan ve çinko içeriği istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur.

Turunçgil türlerinin meyve kalite kriterlerini hem bu türler içerisindeki çeşit ve tipler hem de kullanılan anaç, ekoloji ve kültürel bakım koşulları etkilemektedir. Meyve kalitesi ile ilgili her bir özellik (büyüklük, kabuk rengi ve kalınlığı, meyve suyu, vitamin içeriği, toplam çözünebilir kuru madde miktarı ve toplam asitlik) anaçlar tarafından etkilenmektedir (Düzenoğlu, 1991; Kaplankıran ve ark., 1991; Akgül ve Tuzcu, 1993; Tuzcu ve ark., 1999; Yıldırım, 2003).

Akpınar (1990) meyve kalitesi ile ilgili özelliklerin kullanılan anaç tarafından etkilendiğini, anaçlarla kalite arasındaki ilişkilerin meyvelerin muhafazası üzerine etkili olduğunu, kalitesi yüksek bir meyvenin daha başarılı bir şekilde muhafaza edilebileceğini bildirmiştir.

Turunçgillerde çeşit seçimi kadar anaç seçiminin de önemli bir konu olduğu, çeşit seçimi dikkate alınmayacak olursa, Çukurova Bölgesi’nde turunçgiller yetiştiriciliğinde limonlar hariç tüm çeşitler için Carrizo sitranjının en olumlu sonuçları verdiği, bu anacın önemle önerilmesi gerektiği bildirilmiştir (Kaplankıran ve ark., 2001; Demirkeser ve ark., 2011).

Gürgen ve ark. (1995) bazı önemli turunçgil anaçlarının ‘Marsh Seedless’ altıntop meyvelerinin soğukta muhafaza ve derim sonrası fizyolojileri üzerine etkilerini saptamak amacıyla yaptığı çalışmada, Yuzu ve turunç anaçlarının en olumlu sonuçları verdiği, bunları sırasıyla Carrizo sitranjı, Brezilya turuncu, ‘Kleopatra’ mandarini ve Volkameriana anaçlarının izlediğini bildirmişlerdir.

Kırıkhan (Hatay) koşullarında yetiştirilen mandarinlerin verim ve kalitelerine değişik anaçların etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada ‘Robinson’ mandarinleri için en yüksek verim Carrizo sitranjından alınmıştır (Şener, 2002).

'Robinson' Mandarininin Soğukta Muhafazası Üzerine Anaçların Etkileri

Temiz (2005) tarafından farklı anaçlar üzerine aşılı 'Robinson' mandarinlerinde bazı fizyolojik, morfolojik ve pomolojik özellikler incelenmiş ve Kırıkhan koşullarında 'Robinson' mandarinleri en iri meyveleri Carrizo sitranjı üzerinde vermişlerdir. Robinson mandarinlerinin Carrizo sitranjı üzerinde daha yüksek SÇKM/TEA oranına sahip olduğu belirlenmiştir. 'Robinson' meyvelerinin meyve et rengi ve meyve et tekstürü bakımından anaçlar tarafından etkilenmediğini bildirilmiştir. Turunç ve Carrizo sitranjı üzerine aşılı 'Robinson' mandarinlerinde meyvenin ete sıkı bağlı olduğu belirtilmiştir.

Demirkeser ve ark. (2009) Dörtüol-Hatay koşullarında 'Nova' ve 'Robinson' mandarin çeşitlerinde yaptıkları çalışmada, 6 yıllık periyotta her iki çeşitte Carrizo sitranjında (405.89 kg/ağaç – 389.50 kg/ağaç), Troyer sitranjına (345.06 kg/ağaç – 339.33 kg/ağaç) göre daha yüksek kümülatif verim saptamışlardır. 'Robinson' mandarininde ise meyve ağırlığı ve boyunun anaçlar tarafından etkilenmediği, buna karşın, meyve rengi ve kabuk yapısının etkilendiğini bildirmişlerdir. Her iki anaçta bu çeşitlerde kabuk kalınlığı, meyve suyu içeriği, SÇKM, TEA, SÇKM/TEA oranının benzer düzeyde olduğunu bildirmişlerdir.

Ağar ve Kaşka (1994) tarafından 'Robinson', 'Fremont' ve 'Sunburst' mandarinleri 2 farklı derim zamanında, 2000 ppm Imazalil ve %5'lik hipoklorid uygulamaları yapıldıktan sonra difenilsiz kağıda sarılarak 4 °C sıcaklık ve %85-90 oransal nemde 3 ay muhafaza edilmiştir. Deneme sonuçlarına göre, uygulamalar mantarsal çürümelere azaltmada başarılı bulunmuştur.

Özkaya (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, turunç anacı üzerine aşılı 'Robinson' mandarin meyvelerinin 3 °C ve %85-90 oransal nem koşullarında 2 ay başarı ile muhafaza edilebileceği bildirilmiştir.

Özdemir ve ark. (2008) Dörtüol-Hatay koşullarında turunç anacı üzerinde yetiştirilen 'Robinson' mandarinlerini 120 gün ve 4 °C'de %85-90 oransal nemde depolamışlar ve 60 gün başarıyla depolanabileceklerini saptamışlardır. Dörtüol-Hatay ekolojik koşullarında turunç ve Carrizo sitranjı anaçları üzerine aşılı olan 'Fremont' mandarin çeşidi meyvelerinin soğukta muhafazası sırasında anaçların ve muhafaza sıcaklıklarının kalite kayıplarına etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, her iki anaç içinde 'Fremont' mandarinleri 4 °C'de kalitelerinden fazla bir şey kaybetmeden 45 gün ve 6 °C'de ise 30 gün depolanabilecekleri saptanmıştır (Özdemir ve ark., 2016).

Bu çalışmanın amacı, ülkemizde üretimi yapılan 'Robinson' mandarinlerinin farklı anaçlar üzerindeki soğukta muhafaza performansları ve en uygun muhafaza sıcaklıklarının belirlenmesidir.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada materyal olarak turunç, Carrizo ve Troyer sitranjı anaçları üzerine aşılı 7x7 m aralıklarla tesis edilmiş 7-8 yaşlı 'Robinson' mandarin çeşidi kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan meyveler, Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesinin Dörtüol Doç.Dr. Turan Hakan DEMİRKESER Subtropik ve Turunçgiller Araştırma ve Uygulama (36° 09' E, 36° 51' N: rakım 9 m) bahçesinden sağlanmıştır. 'Robinson' mandarinlerinde her iki yılda da tam çiçeklenme nisan ayının son haftasında meydana gelmiştir. 'Robinson' mandarini: 'Klemantin' mandarini ile 'Orlando tanjelo'nun melezlenmesi sonucu elde edilmiş bir çeşittir. Meyve kabuğu portakal renkli ve hafif pürüzlüdür. Meyve kalitesi yüksek, verimli bir çeşit olup, periyodisiteye eğilimi çok azdır. Kabuğun meyve etine bağlılığı sıkı olmasına karşın, kolay soyulabilmektedir. Puflaşma eğilimi azdır. Taşımaya ve depolamaya elverişlidir. Lezzetli,

'Robinson' Mandarininin Soğukta Muhafazası Üzerine Anaçların Etkileri

tatlı ve kokulu bir çeşittir (Tuzcu, 1990; Anonim, 2000).

'Robinson' mandarinlerinin olgunluk kriterlerine bağlı özellikleri Tuzcu (1990), Anonim (1991; 1995) ve Arpaia ve Kader (2015) tarafından belirtilen kriterlere göre meyve usaresi %33'ün üzerinde, SÇKM oranı %10'un üzerinde, SÇKM/TEA oranı 6.5'un üzerinde ve çeşide özgü meyve kabuk rengini 2/3 oranında aldığı dönemden yaklaşık 10 gün sonrası olacak şekilde belirlenen optimum derim olum zamanlarında, derim makası ve alttan açılır toplama kapları kullanılarak toplanmıştır.

Yarasız, beresiz, orta irilikte olan meyveler, seçilerek, plastik kasalara yerleştirildikten sonra, 4 ve 6 °C (±0.5) sıcaklıkta ve %90 (±5.0) oransal nemde 120 gün süre ile önceden dezenfekte edilmiş soğuk hava depolarında muhafaza edilmiştir. Muhafaza süresince 15 günde bir alınan mandarin meyve örneklerinde her seferinde ve her uygulamada 10'ar adet meyve 3 yinelemeli olarak analiz edilmiştir.

Ağırlık kayıpları: Her uygulamadan 30 adet meyve tek tek numaralanmış ve her ay 0.01 g'a duyarlı teraziyle tartılmış başlangıç ağırlığından son ağırlığı çıkarılıp yüzde olarak hesaplanmıştır.

Mantarsal ve fizyolojik bozulmalar: Periyodik olarak her analiz döneminde her tekerrürdeki tüm meyveler incelenerek mantarsal ve fizyolojik bozulma oranları yüzde olarak saptanmıştır.

Usare miktarı: Meyve sıkacağı ile meyve suları sıkılıp, posa ağırlığı bulunduktan sonra usare miktarı yüzde olarak hesaplanmıştır.

Suda çözünabilir toplam kuru madde miktarı (SÇKM): El refraktometresi (Atago Model ATC-1E) ile yüzde olarak saptanmıştır.

Yeşil kapsüllü meyve oranı: Muhafaza sonunda periyodik olarak her analiz döneminde her tekerrürdeki yeşil kapsüllü meyveler sayılarak yeşil kapsüllü meyve oranı yüzde olarak hesaplanmıştır.

Titre edilebilir asit miktarı (TEA): Potansiyometrik yöntem (Sadler, 1994) ile ölçülmüş, elde edilen meyve suyundan alınan 5 ml örnek distile su ile 100 ml'ye tamamlanarak, dijital pH metrede 8.1 değeri okunana kadar 0.1 N NaOH çözeltisi ile titre edilmiş ve sonuçlar sitrik asit cinsinden yüzde olarak "g sitrik asit / 100 ml meyve suyu" hesaplanmıştır.

Meyve suyu pH değeri: Dijital pH metre (Orion marka pH metre) ile ölçülmüştür.

C Vitamini (L-Askorbik Asit) miktarı: C vitamini (L-Askorbik Asit) analizi Pearson ve Churchill (1970) tarafından geliştirilen, Çandır ve Özdemir (2015) tarafından modifiye edilmiş spektrofotometrik metoda göre yapılmıştır. Askorbik asit %0.04'lük oksalik asit çözeltisi ile ekstrakte edilmiş olup, meyve örneklerinin askorbik asit konsantrasyonu hazırlanan standard askorbik asit eğrisi yardımıyla meyve suyu örneğindeki C vitamini (L-Askorbik asit) içeriği "mg askorbik asit/100 ml usare" olarak belirlenmiştir.

Meyve kabuk rengi: L*, C*, h° değerleri; Ağırlık kayıpları için her ay depodan dışarı çıkarılan meyvelerde C.I.E. L*a*b*'ye göre Minolta CR-300 Chromometer renk ölçüm cihazı ile meyvenin ekvator bölgesinde her iki yanaktan ve daha önceden işaretlenen yerlerden her seferinde okuma yapılmıştır (McGuire 1992).

Çalışma 2 yıl süre ile gerçekleştirilmiş olup, veriler iki yılın ortalaması olarak verilmiştir. Denemelerde "Faktöriyel Düzendeki Tesadüf Parselleri" deneme deseni esas alınmış (Düzgüneş ve ark., 1987), elde edilen verilerin istatistiksel analizi SAS Software paket programı ile yapılmış (Anonymous, 2017) ve ortalamalar Tukey testi ile karşılaştırılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

'Robinson' Mandarininin Soğukta Muhafazası Üzerine Anaçların Etkileri

'Robinson' mandarin meyvelerinin kalite parametreleri üzerine anaçlar ve muhafaza sıcaklıklarının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Muhafaza süresi uzadıkça, ağırlık kayıpları artmış ve 120. günün sonunda ortalama %15.99'a ulaşmıştır. Turunç (%9.57) üzerine aşılı 'Robinson' mandarinlerinde ağırlık kayıpları Carrizo (%8.48) ve Troyer (%9.00) sitranjı üzerine aşılı olanlardan daha yüksek olmuştur. 6 °C'de (%10.25) depolanan meyvelerde ağırlık kaybı 4 °C'dekilerden (%7.77) daha yüksek olmuştur (Çizelge 1). Grierson ve Ben-Yehoshua'ya (1986) göre, turunçgil meyvelerinin derim sonrası görülen kalite kayıplarında en önemli faktör ağırlık kaybıdır. Ayrıca; Pekmezci 1984, Waks ve ark. (1985) ve Gürgen ve ark. (1995) tarafından %85-90 oransal nem ve uygun sıcaklıkta, turunçgillerde ayda %2-3 oranında ağırlık kaybının olabileceği bildirilmiştir. Muhafaza süresi uzadıkça, ağırlık kayıplarının arttığı yönündeki sonuçlarımız, mandarin muhafazasıyla ilgili çalışmalarla uyumlu bulunmuştur (Pekmezci, 1984; Ağar ve Kaşka, 1992; 1994; Pekmezci ve ark., 1997; Gonzales-Aguilar ve ark., 1997; Agabbio ve ark., 1999; Ragone, 1999; Dündar ve Göçer, 2001; D'Aquino ve ark., 1997; 2005; Şen ve Karaçalı, 2005; Salvador ve ark., 2006; Kardeşahin ve ark., 2014; Özdemir ve ark., 2005; 2007; 2008; 2016). Bulgularımıza benzer olarak, Akpınar (1990) tarafından, 'Valencia' ve 'Washington

Navel' portakallarıyla ve Gürgen ve ark. (1995) tarafından, 'Marsh Seedless' altıntoplarıyla yürütülen çalışmalarda muhafaza süresi sonunda en düşük ağırlık kaybının Carrizo ve Troyer sitranjları üzerinde yetiştirilip, depolanan meyvelerde olduğu saptanmıştır.

Muhafaza süresi uzadıkça mantarsal bozulmalar artmış ve 120. günde ortalama %10.46'ya ulaşmıştır (Çizelge 1). Anaçlar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Mantarsal bozulmalar 6 °C'de (%3.29) depolanan meyvelerde 4 °C'dekilerden (%1.92) daha yüksek olmuştur (Çizelge 1). Benzer şekilde, muhafaza süresinin mandarinlerde mantarsal bozulma gösteren meyve oranını arttırdığı (Pekmezci, 1984; Ağar ve Kaşka, 1992; 1994; D'Aquino ve ark., 1997; Pekmezci ve ark., 1997; Schirra ve D'Hallewin, 1997; Ragone, 1999; Şen ve Karaçalı, 2005; Hong ve ark., 2007; Özdemir ve ark., 2005; 2008; Kardeşahin ve ark., 2014), farklı sıcaklıkların (Ragone, 1999; Obenland ve ark., 2011; Özdemir ve ark., 2007; 2016) ve farklı anaçların (Özdemir ve ark., 2016) etkilediği değişik araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir. Bulgularımıza benzer olarak, Akpınar (1990) tarafından yapılan bir çalışmada, Valencia' ve 'Washington Navel' portakal çeşitlerinde mantarsal bozulmalar üzerine anaçlar arasındaki farkların istatistiksel olarak önemsiz olduğunu bildirilmiştir.

'Robinson' Mandarininin Soğukta Muhafazası Üzerine Anaçların Etkileri

Çizelge 1. Farklı anaçlar üzerinde yetiştirilen 'Robinson' mandarinlerinde 4 ve 6 °C sıcaklıklarda muhafaza sırasında saptanan ağırlık kaybı (%), mantarsal (%) ve fizyolojik bozulmalar (%)

Ağırlık kaybı (%)	Sıcaklık (°C)						Muhafaza süre ortalaması
	4			6			
Muhafaza süresi (Gün)	Anaçlar						Ortalama
	Carrizo	Troyer	Turunç	Carrizo	Troyer	Turunç	
15	1.59	1.94	1.97	2.18	2.41	2.60	2.12 h
30	2.95	3.31	3.70	4.38	4.58	4.75	3.94 g
45	4.77	5.07	5.60	6.85	7.17	7.23	6.11 f
60	6.34	6.56	7.51	8.73	9.34	9.65	8.02 e
75	8.15	8.40	9.49	10.93	11.75	12.08	10.13 d
90	9.67	9.90	11.26	12.70	13.73	13.87	11.86 c
105	11.15	11.78	13.30	15.19	16.04	16.00	13.91 b
120	12.88	13.61	15.59	17.07	18.35	18.43	15.99 a
Sıcaklık ortalaması	7.77 b			10.25 a			
Anaç ortalaması	Carrizo8.48 c		Troyer9.00 b		Turunç9.57 a		
HSD _{%5} (süre):	0.30		HSD _{%5} (sıcaklık):0.14		HSD _{%5} (anaç):0.17		
Mantarsal bozulmalar (%)							Ortalama
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 c
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 c
45	0.00	0.56	0.00	0.00	0.56	0.00	0.19 c
60	0.00	0.00	0.56	1.11	0.00	0.00	0.28 c
75	0.00	0.00	0.56	1.11	1.67	1.11	0.74 c
90	0.56	1.11	2.22	0.00	0.56	0.56	0.83 c
105	3.33	8.89	5.00	10.56	10.56	11.67	8.33 b
120	5.56	10.56	7.22	13.89	11.67	13.89	10.46 a
Sıcaklık ortalaması	1.92 b			3.29 a			
Anaç ortalaması	Carrizo2.26		Troyer2.88		Turunç2.67		
HSD _{%5} (süre):	1.11		HSD _{%5} (sıcaklık):0.52		HSD _{%5} (anaç):Ö.D.		
Fizyolojik bozulmalar (%)							Ortalama
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 d
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 d
45	0.00	0.00	0.00	1.11	0.56	0.00	0.28 d
60	2.22	0.00	0.56	0.00	1.11	1.67	0.93 cd
75	2.22	0.56	1.67	4.45	4.45	1.67	2.50 c
90	1.11	0.00	0.00	2.78	2.78	0.56	1.20 cd
105	2.22	5.00	2.78	9.45	10.56	6.67	6.11 b
120	8.33	9.45	9.45	20.00	13.89	27.23	14.72 a
Sıcaklık ortalaması	1.90 b			4.54 a			
Anaç ortalaması	Carrizo3.37		Troyer3.02		Turunç3.27		
HSD _{%5} (süre):	1.75		HSD _{%5} (sıcaklık):0.83		HSD _{%5} (anaç):Ö.D.		
Ö.D.: Önemli değil							

'Robinson' Mandarininin Soğukta Muhafazası Üzerine Anaçların Etkileri

Meyve kabuk yüzeyinde kararmalar ve hafif çöküntüler şeklinde görülen fizyolojik bozulmalar, muhafaza süresi uzadıkça artmış, özellikle 105 ve 120. günlerde tüm anaçlarda ve her iki muhafaza sıcaklığında da meydana gelmiş ve 120. gün sonunda ortalama %14.72'ye ulaşmıştır (Çizelge 1). Anaçlar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz olmuştur. Fizyolojik bozulmalar 6 °C'de (%4.54) depolanan meyvelerde 4 °C'dekilerden (%1.90) daha yüksek olmuştur (Çizelge 1). Troyer sitranjı ve turunç anacı üzerine aşılı 'Robinson' mandarin ağaçlarından alınan ve iki farklı sıcaklıkta depolanan meyve örneklerinde, muhafaza süresinin 120. gününde granülasyon (tanelenme) fizyolojik bozukluğu görülmüştür. Çalışmada kullanmış olduğumuz ağaçlar genç sayılabilecek bir yaşta (7-8) olduğundan, genellikle genç ağaçların meyvelerinde görüldüğü ve anaçların etkileri olduğu özellikle kaba limon, Rangpur laymı ve Wolkameriana anaçlarında görülebileceği bildirilmiştir (Kamiloğlu, 2016). Granülasyonda anaçların etkisinin olduğu ve kültürel işlemlerin zamanında ve uygun olarak yapılması halinde meyvelerde granülasyonun görülmeyeceği bildirilmiştir (Temiz, 2005). Bulgularımızdan farklı olarak, Özdemir ve ark. (2016) tarafından, Carrizo sitranjı üzerinde yetiştirilip, depolanan 'Fremont' mandarini meyvelerinde fizyolojik bozulmaların turunç anacı üzerine aşılı olanlardan daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Bulgularımıza benzer şekilde, muhafaza sırasında mandarinlerde fizyolojik bozulma gösteren meyve oranının arttığı değişik araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Pekmezci, 1984; Açar ve Kaşka, 1992; 1994; D'Aquino ve ark., 1997; Pekmezci ve ark., 1997; Ragone, 1999; Salvador ve ark., 2006; Özdemir ve ark., 2005; 2007; 2008). Muhafaza süresi uzadıkça, usare miktarında artış ve azalışlar şeklinde dalgalanmalar olmasına rağmen, tüm anaçlarda ve her iki muhafaza sıcaklığında da azalarak başlangıçta

ortalama %53.69 iken, 120. günde sonunda %48.15'e düşmüştür (Çizelge 2). Carrizo sitranjı (%53.72) üzerine aşılı 'Robinson' mandarinlerinde usare miktarı turunç anacı (%52.62) ve Troyer sitranjı (%52.01) üzerine aşılı olanlardan daha yüksek olmuştur. Muhafaza sıcaklıkları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz olmuştur (Çizelge 2). Benzer şekilde, Özdemir ve ark. (2016) tarafından Carrizo sitranjı üzerinde yetiştirilip, depolanan 'Fremont' mandarini meyvelerindeki usare miktarının, turunç anacı üzerine aşılı olanlardan daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Gürgen ve ark. (1995) tarafından 'Marsh Seedless' altıntop meyveleri üzerinde yürütülen çalışmalarda muhafaza süresi sonunda en yüksek usare miktarının Troyer sitranjı üzerinde yetiştirilip, depolanan meyvelerde olduğu saptanmıştır. Ayrıca; 'Valencia' ve 'Washington Navel' portakallarıyla yürütülen bir çalışmada, muhafaza süresi sonunda en yüksek usare miktarının Carrizo ve Troyer sitranjıları üzerinde yetiştirilip, depolanan meyvelerde olduğu saptanmıştır (Akpınar, 1990). Muhafaza süresi uzadıkça usare miktarının azaldığı yönündeki sonuçlarımız mandarin muhafazasıyla ilgili daha önce yapılmış birçok çalışmanın sonuçları ile uyum içindedir (Pekmezci, 1984; Açar ve Kaşka, 1992; 1994; Pekmezci ve ark., 1997; Agabbio ve ark., 1999; Ragone, 1999; Şen ve Karaçalı, 2005; Özdemir ve ark., 2005; 2007; 2008; Ladaniya, 2011). Usarede muhafaza süresi ile beraber artışlar olması, kabuğun fiziksel ve kimyasal olaylar sonucu nem kaybetmesi ile ilgili olup, muhafaza süresince usare miktarında artış ve azalışlar şeklinde dalgalanmalar olmasının sebebinin karbonhidrat/şekerler dışındaki bileşiklerin çözünürlüğünden kaynaklanıyor olabileceği bildirilmiştir (Echeverria ve Ismail, 1990). Muhafaza süresi uzadıkça, SÇKM içeriğinde tüm anaçlarda artış ve azalışlar şeklinde

'Robinson' Mandarininin Soğukta Muhafazası Üzerine Anaçların Etkileri

dalgalanmalar olmuştur. Anaçlar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2).

Çizelge 2. Farklı anaçlar üzerinde yetiştirilen 'Robinson' mandarinlerinde 4 ve 6 °C sıcaklıklarda muhafaza sırasında usare (%) ve SÇKM miktarları (%) ile yeşil kapsüllü meyve oranında (%) saptanan değişimler

U sare miktarı (%)	Sıcaklık (°C)						Muhafaza süre ortalaması
	4			6			
Muhafaza süresi (Gün)	Anaçlar						Ortalama
	Carrizo	Troyer	Turunç	Carrizo	Troyer	Turunç	
0	54.67	54.74	51.67	54.67	54.74	51.67	53.69 b
15	57.73	55.64	55.06	57.16	54.39	54.51	55.75 a
30	53.71	53.63	53.88	48.78	50.97	50.56	51.92 c
45	55.16	55.77	55.56	58.88	55.43	55.60	56.07 a
60	53.83	54.88	53.86	56.36	56.10	54.47	54.91 ab
75	53.38	52.38	52.46	50.34	50.11	52.41	51.85 c
90	49.65	48.75	52.34	54.29	48.14	52.40	50.93 c
105	51.17	51.35	52.43	53.89	50.03	51.83	51.78 c
120	52.45	43.48	44.43	50.88	45.58	52.07	48.15 d
Sıcaklık ortalaması	52.74			52.82			
Anaç ortalaması	Carrizo53.72 a		Troyer52.01 b		Turunç52.62 b		
HSD%5 (süre):	1.54		HSD%5 (sıcaklık):Ö.D.		HSD%5 (anaç):0.89		
SÇKM miktarı (%)							Ortalama
0	11.40	11.17	11.47	11.40	11.17	11.47	11.34 b
15	11.73	10.67	11.00	11.27	11.43	11.73	11.31 b
30	11.27	11.03	10.70	11.57	11.50	11.65	11.29 b
45	11.63	11.67	11.20	12.33	12.17	12.20	11.87 a
60	11.53	11.40	11.77	11.93	11.63	11.90	11.69 a
75	11.37	11.47	11.58	11.27	11.73	10.98	11.40 b
90	11.14	11.07	10.87	11.68	11.25	11.20	11.20 b
105	11.03	11.33	11.47	11.13	11.17	11.80	11.32 b
120	11.43	11.27	11.33	11.33	11.43	11.20	11.33 b
Sıcaklık ortalaması	11.30 b			11.54 a			
Anaç ortalaması	Carrizo11.47		Troyer11.36		Turunç11.42		
HSD%5 (süre):	1.54		HSD%5 (sıcaklık):0.10		HSD%5 (anaç):Ö.D.		
Yeşil kapsül (%)							Ortalama
0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00 a
15	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00 a
30	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00 a
45	100.00	100.00	98.33	93.33	93.33	93.33	96.39 b
60	96.67	95.00	90.00	87.22	81.67	83.33	88.98 c
75	88.89	90.00	88.89	83.89	80.56	85.00	86.20 d
90	75.56	74.44	68.33	68.89	65.00	57.22	68.24 e
105	40.00	24.45	21.67	14.45	16.67	15.00	22.04 f
120	17.78	18.89	15.00	12.78	10.00	8.33	13.80 g
Sıcaklık ortalaması	77.92 a			72.22 b			
Anaç ortalaması	Carrizo76.64 a		Troyer75.00 b		Turunç73.58 c		
HSD%5 (süre):	2.46		HSD%5 (sıcaklık): 1.16		HSD%5 (anaç): 1.42		

Ö.D.: Önemli değil

'Robinson' Mandarininin Soğukta Muhafazası Üzerine Anaçların Etkileri

SÇKM içeriği 6 °C'de (%11.54) depolanan meyvelerde 4 °C'dekilerden (%11.30) daha yüksek olmuştur (Çizelge 2). Muhafaza süresi uzadıkça SÇKM içeriğinde artış ve azalışlar şeklinde dalgalanmalar olduğuyla ilgili benzer sonuçlar Özdemir ve ark. (2016) tarafından da bildirilmiştir. Ayrıca; hücre duvarı bileşenlerinin hidrolizinin de muhtemelen SÇKM içeriğinin artışına katkıda bulunabileceği belirtilmiştir (Burns, 1990). Benzer şekilde, muhafaza sırasında mandarinlerde SÇKM içeriğinin azaldığı farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Pekmezci ve ark., 1997; Ragone, 1999; Şen ve Karaçalı, 2005; Salvador ve ark., 2006; Özdemir ve ark., 2008; Ladaniya, 2011; Karaşahin ve ark., 2014). Bulgularımızdan farklı olarak, Obenland ve ark. (2011) 'Owari' ve 'W. Murcott' mandarinlerinde 7 haftalık muhafaza sonunda SÇKM içeriğinin arttığını bildirmişlerdir. Ayrıca; Tietel ve ark. (2012), 'Or' ve 'Odem' mandarinlerinde 4 haftalık muhafaza süresi sonunda, farklı muhafaza sıcaklıklarının, meyvelerin SÇKM içeriği üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğunu belirlemişlerdir.

Depolama süresi uzadıkça, meyve üzerindeki kapsülün yeşil rengi, kahverengi veya siyaha dönmüş veya meyveden düşmüştür. Muhafaza süresi uzadıkça, yeşil kapsüllü meyve oranı azalmış ve başlangıçta ortalama %100.00 iken, 120. günde %13.80'e düşmüştür (Çizelge 2). En yüksek yeşil kapsüllü meyve oranı Carrizo sitranjı (%76.64) üzerine aşılı 'Robinson' meyvelerinde olurken, en düşük turunç anacı üzerine aşılı olanlarda (%73.58) olmuştur. Yeşil kapsüllü meyve oranı 4 °C'de (%77.92) depolanan meyvelerde 6 °C'dekilerden (%72.22) daha yüksek olmuştur (Çizelge 2). Çalışmamızla uyumlu olarak, mandarinlerle ilgili daha önceki çalışmalarda da, yeşil kapsüllü meyve oranının depolama süresine bağlı olarak azaldığı bildirilmiştir. (Ağar ve Kaşka, 1992; 1994; Karaşahin ve ark., 2014; Özdemir ve ark., 2005;

2007; 2008; 2016). Bulgularımızdan farklı olarak, Akpınar (1990) tarafından yapılan bir çalışmada, 'Valencia' ve 'Washington Navel' portakal çeşitlerinde yeşil kapsüllü meyve oranı üzerine anaçların etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğunu bildirilmiştir.

Muhafaza süresi uzadıkça, TA miktarı azalmış ve başlangıçta ortalama %1.17 iken, 120. günün sonunda %0.70'e düşmüştür (Çizelge 3). En yüksek TA miktarı Troyer sitranjı (%0.98) üzerine aşılı 'Robinson' mandarinlerinde saptanırken, en düşük turunç anacı (%0.87) üzerine aşılı olanlarda saptanmıştır. TA miktarı 6 °C'de (%0.94) depolanan meyvelerde 4 °C'dekilerden (%0.92) daha yüksek olmuştur (Çizelge 3). Muhafaza süresi uzadıkça mandarinlerde TA içeriğinin azaldığı yönündeki sonuçlarımız daha önce yapılmış birçok çalışmanın sonuçları ile uyum içindedir (Pekmezci, 1984; Ağar ve Kaşka, 1992; 1994; Gonzales-Aguilar ve ark., 1997; Pekmezci ve ark., 1997; Schirra ve D'Hallewin, 1997; Agabbio ve ark., 1999; Ragone, 1999; D'Aquino ve ark., 1997; 2005; Şen ve Karaçalı, 2005; Salvador ve ark., 2006; Ladaniya, 2011; Obenland ve ark., 2011; Tietel ve ark., 2012; Karaşahin ve ark., 2014; Özdemir ve ark., 2005; 2007; 2008; 2016). Benzer şekilde, 'Valencia' ve 'Washington Navel' portakallarıyla yürütülen bir çalışmada, muhafaza süresi sonunda en yüksek TA içeriğinin Carrizo ve Troyer sitranjları üzerinde yetiştirilip, depolanan meyvelerde olduğu saptanmıştır (Akpınar, 1990). Özdemir ve ark. (2016) tarafından 'Fremont' mandarin çeşidiyle yürütülen bir çalışmada, muhafaza süresi sonunda en yüksek TA içeriğinin Carrizo sitranjı üzerinde yetiştirilip, depolanan meyvelerde olduğunu bildirmişlerdir. Bulgularımızdan farklı olarak, Gürgeç ve ark. (1995), 'Marsh Seedless' altıntoplarında muhafaza süresi sonunda en yüksek TA içeriğinin

'Robinson' Mandarininin Soğukta Muhafazası Üzerine Anaçların Etkileri

Yuzu ve turunç anacı üzerinde yetiştirilip, depolanan meyvelerde olduğunu belirlemiştir.

Çizelge 3. Farklı anaçlar üzerinde yetiştirilen 'Robinson' mandarinlerinde 4 ve 6 °C sıcaklıklarda muhafaza sırasında pH değeri, titre edilebilir asit (%) ve C vitamini (%) içeriklerinde saptanan değişimler

pH değeri	Sıcaklık (°C)						Muhafaza süre ortalaması
	4			6			
Muhafaza süresi (Gün)	Anaçlar						Ortalama
	Carrizo	Troyer	Turunç	Carrizo	Troyer	Turunç	
0	3.17	3.25	3.22	3.17	3.25	3.22	3.21 f
15	3.11	3.19	3.19	3.12	3.21	3.19	3.17 g
30	3.17	3.27	3.27	3.02	3.12	3.14	3.16 g
45	3.23	3.28	3.27	3.23	3.35	3.32	3.28 e
60	3.28	3.32	3.29	3.26	3.32	3.30	3.29 e
75	3.34	3.50	3.47	3.38	3.34	3.34	3.39 d
90	3.39	3.44	3.41	3.33	3.47	3.51	3.42 c
105	3.51	3.57	3.47	3.44	3.57	3.49	3.51 b
120	3.58	3.73	3.75	3.56	3.73	3.54	3.65 a
Sıcaklık ortalaması	3.36 a			3.33 b			
Anaç ortalaması	Carrizo3.29 c		Troyer3.38 a		Turunç3.35 b		
HSD _{%5} (süre):	0.02		HSD _{%5} (sıcaklık):0.01		HSD _{%5} (anaç):0.01		
Asit içeriği (%)							Ortalama
0	1.20	1.20	1.11	1.20	1.20	1.11	1.17 a
15	1.12	1.12	1.03	1.10	1.24	0.98	1.10 b
30	1.07	1.02	0.94	1.01	1.08	0.97	1.01 c
45	1.03	0.96	0.91	0.97	1.00	0.92	0.97 d
60	0.92	0.88	0.86	0.87	0.98	0.86	0.89 e
75	0.87	0.91	0.79	0.86	0.99	0.76	0.86 ef
90	0.82	0.92	0.76	0.86	0.90	0.73	0.83 fg
105	0.74	0.83	0.77	0.84	0.87	0.78	0.80 g
120	0.60	0.75	0.63	0.76	0.76	0.70	0.70 h
Sıcaklık ortalaması	0.92 b			0.94 a			
Anaç ortalaması	Carrizo0.93 b		Troyer0.98 a		Turunç0.87 c		
HSD _{%5} (süre):	0.03		HSD _{%5} (sıcaklık):0.01		HSD _{%5} (anaç):0.02		
C vitamini (%)							Ortalama
0	47.07	40.58	44.57	47.07	40.58	44.57	44.08 a
15	45.73	40.84	43.79	45.17	40.85	43.86	43.37 ab
30	44.38	41.10	43.02	43.26	41.12	43.14	42.67 bc
45	44.01	40.11	42.58	42.29	40.61	42.21	41.97 cd
60	43.64	39.12	42.14	41.31	40.10	41.28	41.27 d
75	41.69	38.95	40.29	40.35	39.36	40.83	40.25 e
90	39.74	38.77	38.44	39.39	38.63	40.39	39.23 f
105	37.08	34.43	33.78	36.58	33.28	38.44	35.60 g
120	34.42	30.08	29.11	33.77	27.94	36.50	31.97 h
Sıcaklık ortalaması	39.98			40.11			
Anaç ortalaması	Carrizo41.50 a		Troyer38.14 c		Turunç40.50 b		
HSD _{%5} (süre):	0.86		HSD _{%5} (sıcaklık):Ö.D.		HSD _{%5} (anaç):0.49		
Ö.D.: Önemli değil							

'Robinson' Mandarininin Soğukta Muhafazası Üzerine Anaçların Etkileri

Muhafaza süresi uzadıkça, meyve suyu pH değerlerinde artış ve azalışlar bakımından dalgalanmalar görülmesine rağmen, tüm anaçlarda ve her iki muhafaza sıcaklığında da artarak, başlangıçta ortalama 3.21 iken, 120. günde 3.65'e ulaşmıştır (Çizelge 3). Troyer (3.38) üzerine aşılı 'Robinson' mandarinlerinde meyve suyu pH değeri, turunç anacı (3.35) ve Carrizo sitranjı (3.29) üzerine aşılı olanlardan daha yüksek olmuştur. Meyve suyu pH değeri 4 °C'de (3.36) depolanan meyvelerde 6 °C'dekilerden (3.33) daha yüksek olmuştur (Çizelge 3). Sonuçlarımıza uygun olarak, mandarin muhafazası konusunda çalışan araştırmacılar, depolama esnasında pH değerlerinde artış olduğunu bildirmişlerdir (Pekmezci, 1984; Açar ve Kaşka, 1992; 1994; D'Aquino ve ark., 1997; Pekmezci ve ark., 1997; Karaşahin ve ark., 2014; Özdemir ve ark., 2005; 2008; 2016).

Muhafaza süresi uzadıkça, C vitamini içeriği azalmış ve başlangıçta ortalama 44.08 mg / 100 ml iken, 120. günün sonunda 31.97 mg / 100 ml'ye düşmüştür (Çizelge 3). Carrizo sitranjı (41.50 mg / 100 ml) üzerine aşılı 'Robinson' mandarinlerinde C vitamini içeriği turunç anacı (40.50 mg / 100 ml) ve Troyer sitranjı (38.14 mg / 100 ml) üzerine aşılı olanlardan daha yüksek olmuştur. Muhafaza sıcaklıkları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. (Çizelge 3). Bulgularımızdan farklı olarak, 'Valencia' ve 'Washington Navel' portakallarıyla yürütülen bir çalışmada, muhafaza süresi sonunda C vitamini içeriği, turunç anacı üzerinde yetiştirilenlerde Carrizo sitranjı üzerinde yetiştirilenlerden daha yüksek olmuştur (Akpınar, 1990). Ayrıca, Özdemir ve ark. (2016) tarafından 'Fremont' mandarin çeşidiyle yürütülen bir çalışmada da, muhafaza süresi sonunda en yüksek C vitamini içeriği, turunç anacı üzerinde yetiştirilenlerde tespit edilmiştir. Benzer şekilde, muhafaza sırasında mandarinlerde C vitamini içeriğinin azaldığı farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir

(Pekmezci, 1984; Açar ve Kaşka, 1992; D'Aquino ve ark., 1997; Pekmezci ve ark., 1997; Şen ve Karaçalı, 2005; Ladaniya, 2011; Karaşahin ve ark., 2014). Mahajan ve ark. (2006) tarafından 5°C'de depolanan 'Kinnow' mandarinlerinde C vitamini ve TA önemli derecede azalırken, SÇKM'de küçük bir değişiklik görüldüğü bildirilmiştir.

Meyve kabuk renginin sarıdan, çeşide özgül renge dönüştüğü söylenebilir. Muhafaza süresi uzadıkça, meyve kabuk rengi L* değeri azalmış ve başlangıçta ortalama 65.17 iken, 120. günün sonunda 60.98'e düşmüştür (Çizelge 4). Carrizo sitranjı (63.78) üzerine aşılı 'Robinson' mandarinlerinde meyve kabuk rengi L* değeri, Troyer sitranjı (63.47) ve turunç anacı (63.27) üzerine aşılı olanlardan daha yüksek olmuştur. Meyve kabuk rengi L* değeri 4 °C'de (63.94) depolanan meyvelerde 6 °C'dekilerden (63.07) daha yüksek olmuştur (Çizelge 4). Muhafaza süresi uzadıkça meyve kabuk rengi C* değeri azalmış ve başlangıçta ortalama 73.48 iken, 120. günün sonunda 67.05'e düşmüştür (Çizelge 4). Turunç anacı (71.71) ve Troyer sitranjı (71.41) üzerine aşılı 'Robinson' mandarinlerinde meyve kabuk rengi C* değeri, Carrizo sitranjı (70.99) üzerine aşılı olanlardan daha yüksek olmuştur. Meyve kabuk rengi C* değeri 4 °C'de (72.34) depolanan meyvelerde 6 °C'dekilerden (70.40) daha yüksek olmuştur (Çizelge 4). Muhafaza süresi uzadıkça meyve kabuk rengi h° değeri azalmış ve başlangıçta ortalama 66.32° iken, 120. günde 63.82°'ye düşmüştür (Çizelge 4). Troyer sitranjıları (64.92°) ve Carrizo (64.72°) üzerine aşılı 'Robinson' mandarinlerinde meyve kabuk rengi h° değeri, turunç anacı (64.21°) üzerine aşılı olanlardan daha yüksek olmuştur. Meyve kabuk rengi h° değeri 4 °C'de (64.98°) depolanan meyvelerde, 6 °C'dekilerden (64.26°) daha yüksek olmuştur (Çizelge 4). h° değerinin değeri 90°'den 0°'ye gittikçe meyve kabuk rengi sarıdan kırmızıya, 180°'den 90°'ye gittikçe yeşilden sarıya dönüşmektedir. h° değerinin a* ve b* değerlerinin açılı değeri olarak ifadesi

'Robinson' Mandarininin Soğukta Muhafazası Üzerine Anaçların Etkileri

olduğundan, a* ve b* değerleri hakkındaki en iyi yorumu h° değerinin verebileceği bildirilmiştir (Voss, 1992).

Çizelge 4. Farklı anaçlar üzerinde yetiştirilen 'Robinson' mandarinlerinde 4 ve 6 °C sıcaklıklarda muhafaza sırasında meyve kabuk rengi L*, C* ve h° değerlerinde saptanan değişimler

L* değeri	Sıcaklık (°C)						Muhafaza süresi ortalaması
	4			6			
Muhafaza süresi (Gün)	Anaçlar						Ortalama
	Carrizo	Troyer	Turunç	Carrizo	Troyer	Turunç	
0	65.14	65.42	64.73	65.31	65.62	64.79	65.17 a
15	64.11	63.99	63.65	64.36	64.35	63.88	64.06 c
30	64.16	64.01	64.06	64.66	64.28	63.81	64.16 c
45	64.93	64.77	64.23	65.04	64.82	64.27	64.68 b
60	64.61	64.45	64.00	64.40	63.97	63.80	64.20 c
75	63.78	64.13	63.70	63.78	62.05	63.19	63.44 d
90	64.10	64.13	63.58	63.01	61.38	62.33	63.09 d
105	63.07	63.20	62.29	61.53	59.76	60.89	61.79 e
120	63.06	63.12	62.04	59.00	59.00	59.67	60.98 f
Sıcaklık ortalaması	63.94 a			63.07 b			
Anaç ortalaması	Carrizo63.78 a		Troyer63.47 b		Turunç63.27 b		
HSD%5 (süre):	0.45		HSD%5 (sıcaklık):0.21		HSD%5 (anaç):0.26		
C* değeri							Ortalama
0	74.11	73.90	74.19	72.65	72.78	73.25	73.48 a
15	72.56	73.88	74.07	72.09	72.68	72.87	73.03 a
30	72.55	73.50	72.84	73.33	73.57	73.74	73.26 a
45	70.31	70.94	70.37	70.28	70.88	71.21	70.67 c
60	71.94	72.55	71.86	71.08	71.66	72.56	71.94 b
75	71.15	72.24	71.48	70.09	69.41	71.61	71.00 c
90	74.77	75.63	73.74	69.88	68.54	70.49	72.17 b
105	73.12	72.72	71.42	66.84	66.01	68.53	69.77 d
120	68.22	69.12	70.05	62.89	65.43	66.57	67.05 e
Sıcaklık ortalaması	72.34 a			70.40 b			
Anaç ortalaması	Carrizo70.99 b		Troyer71.41 a		Turunç71.71 a		
HSD%5 (süre):	0.62		HSD%5 (sıcaklık):0.29		HSD%5 (anaç):0.36		
h° değeri							Ortalama
0	66.42	66.98	66.20	65.99	66.70	65.65	66.32 a
15	65.01	65.44	64.85	64.59	64.93	64.53	64.89 b
30	64.99	65.31	64.65	64.95	65.25	64.03	64.86 b
45	62.95	63.24	62.49	62.62	62.96	61.67	62.65 d
60	64.91	65.10	64.52	64.37	64.84	63.47	64.53 b
75	64.80	65.41	64.85	64.60	64.35	63.51	64.59 b
90	65.73	66.04	65.03	64.75	64.43	63.70	64.95 b
105	65.92	66.15	65.26	64.74	63.98	63.60	64.94 b
120	63.52	63.89	64.70	64.11	63.59	63.12	63.82 c
Sıcaklık ortalaması	64.98 a			64.26 b			
Anaç ortalaması	Carrizo64.72 a		Troyer64.92 a		Turunç64.21 b		
HSD%5 (süre):	0.45		HSD%5 (sıcaklık):0.21		HSD%5 (anaç):0.26		

'Robinson' Mandarininin Soğukta Muhafazası Üzerine Anaçların Etkileri

Mandarin meyveleri depolanırken meyve kabuk rengi L*, C* ve h° değerlerinin azaldığı yönündeki sonuçlarımızla benzer sonuçlar diğer çalışmalarda da saptanmıştır (Ağar ve Kaşka, 1992; Şen ve Karaçalı, 2005; Özdemir ve ark., 2007; 2008; Tietel ve ark., 2012; Karaşahin ve ark., 2014). Bulgularımızdan farklı olarak, Özdemir ve ark. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, muhafaza sırasında 'Fremont' mandarin çeşidinde, meyve kabuk rengi L* ve h° değerleri üzerine anaçların etkilerinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bildirilmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Ağırlık kayıpları, mantarsal ve fizyolojik bozulmalar başta olmak üzere bütün kriterleri birlikte değerlendirdiğimizde, 'Robinson' mandarinlerinde sitranjlar üzerinde yetiştirilen meyvelerin soğukta muhafazası turunç üzerine yetiştirilenler kadar başarılı olmuştur. Her üç anaç içinde 4 °C'de muhafazanın 6 °C'den daha başarılı olduğu saptanmıştır. 'Robinson' mandarin meyvelerinin 4 °C sıcaklıkta ve %85-90 oransal nemde, kalitelerinden fazla bir şey kaybetmeden 75 gün; meyveler 6 °C sıcaklıkta %85-90 oransal nemde depolandığı takdirde 60 gün muhafaza edilebileceği belirlenmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma, Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenen "04 M 0105" nolu ve "Farklı anaç ve değişik depo sıcaklıklarının bazı mandarin çeşitlerinin muhafazasına etkileri" adlı projenin bir kısmını oluşturmaktadır.

Kaynaklar

Agabbio, M., D'Aquino, S., Piga, A., Molinu, M. G. (1999) Agronomic behaviour and postharvest response to cold storage of 'Malvasio' mandarin fruits. *Fruits* 54 (2): 103-114.

Ağar, İ. T., Kaşka, N. (1992) 'Satsuma', 'Klemantin' ve 'Fremont' mandarinleri ile 'Minneola tangelo'nun soğukta muhafaza olanakları üzerinde araştırmalar. II. Ulusal

Soğutma ve İklimlendirme Kongresi, Adana, 327-336.

Ağar, İ. T., Kaşka, N. (1994) Effect of different harvest dates and postharvest treatments on the storage quality of mandarins. International postharvest physiology and technology for horticultural commodities symp, Agadir, Morocco, 13 p.

Akgül, F., Tuzcu, Ö. (1993) The effect of different citrus rootstocks on the fruit yield and quality of 'Clementine', 'Satsuma' and 'Fremont' mandarin cultivars. *Doga, Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi* 17 (2) 359-371.

Akpınar, I. (1990) Değişik turunçgil anaçları üzerine aşılı 'Washington Navel', 'Valencia' ve 'Moro' portakal meyvelerinin muhafazası üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi

Anonim, (1991) Turunçgil meyveleri. Resmi Gazete, Sayı: 20885, 29 Mayıs 1991, 7 s.

Anonim, (1995) Turunçgil meyveleri. Yaş Meyve ve Sebze Standartları, Avrupa Birliği Standartları, Mersin, 106-110.

Anonim, (2000) Turunçgil Dünyası. Akdeniz İhracatçı Birliği yayımları, Mersin, 120 s.

Anonymous, (2017) SAS Online Doc, Version 9.4. SAS Inst., Cary, NC.

Arpaia, M. L., Kader, A. A. (1999) Mandarin/Tangerine. Recommendations for Maintaining Postharvest Quality. http://postharvest.ucdavis.edu/Commodity_Resources/Fact_Sheets/Datastores/Fruit_English/?uid=36&ds=798, Accessed 09 October 2018.

Castle, W. S., Baldwin, J. C., Muraro, R. P., Littell, R. (2010) Performance of 'Valencia' sweet orange trees on 12 rootstocks at two locations and an economic interpretation as a basis for rootstock selection. *Hortscience* 45: 523-533.

Çandır, E., Özdemir A. E. (2015) Derim Sonrası Analiz Teknikleri. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Hatay (Yayınlanmamış).

Dalkılıç, Z. (2005) Turunçgiller. Adnan Menderes Üniversitesi Yayınları No: 22, Aydın, 273 s.

- D'Aquino, S., Piga, A., Agabbio, M. (1997) Effect of high temperature conditioning, fungicide treatment and film wrapping on the keeping quality of 'Nova' tangelo during cold storage. *Packaging Technol. Sci.* 10: 295-309.
- D'Aquino, S., Palma, A., Fronteddu, F. 2005. Effect of preharvest and postharvest calcium treatment on chilling injury and decay of cold stored 'Fortune' mandarins. *Acta Hort.* 682: 631-637.
- Demirköser, T. H., Kaplankıran, M., Toplu, C., Yıldız, E. (2009) Yield and fruit quality performance of 'Nova' and 'Robinson' mandarins on three rootstocks in Eastern Mediterranean. *African Journal of Agricultural Research* 4 (4): 262-268.
- Demirköser, T. H., Kaplankıran, M., Yıldız, E., Toplu, C., Kamiloğlu, M., Özdemir, A. E., Çandır, E. (2011) Farklı anaçlar üzerindeki 'Fremont' mandarininin Dörtüyl koşullarındaki verim ve kalite performansları. Türkiye VI. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Şanlıurfa, 883-888.
- Dündar, Ö., Göçer, S. (2001) Control of storage rots of 'Washington Navel' oranges and 'Minneola' by a combination of yeast antagonist and Thiabendazole. *Acta Hort.* (ISHS) 553: 399-402.
- Düzenoğlu, S. (1991) Değişik turunçgil anaçlarının, 'Washington Navel', 'Valencia', 'Moro' ve 'Yafa' portakal çeşitlerinin meyve verim ve kalitesi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F. (1987) Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları-II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1021, Ders Kitabı: 295, Ankara, 381 s.
- Echeverria, E., Ismail, M. (1990) Sugars unrelated to Brix changes in stored citrus fruits. *HortScience* 25: 710.
- Gonzales-Aguilar, G. A., Zacarias, L., Mulas, M., Lafuente, M. T. (1997) Temperature and duration of water dips influence chilling injury, decay and polyamine content in 'Fortune' mandarins. *Postharvest Biol. Technol.* 12 (1): 61-69.
- Grierson, W., Ben-Yehoshua, S. (1986) Storage of citrus fruits. In: Wardowski, V. F., Nagy, S., Grierson, W. editors. Fresh citrus fruits. Avi Publishing Co. Inc., Westport, CT, pp: 479-507.
- Gürgen, M., Kaşka, N., Dündar, Ö. (1995) Değişik turunçgil anaçları üzerine aşılı 'Marsh Seedless' altıntopu meyvelerinin muhafazası üzerinde araştırmalar. *Tr. J. Agric. For.* 19 (6): 423-427.
- Hong, S. I., Lee, H. E., Kim, D. (2007) Effects of hot water treatment on the storage stability of 'Satsuma' mandarin as a postharvest decay control. *Postharvest Biol. Technol.* 41: 271-279.
- İncesu, M., Yeşiloğlu, T., Çimen, B., Yılmaz, B. (2015) Influences of different iron levels on plant growth and photosynthesis of 'W. Murcott' mandarin grafted on two rootstocks under high pH conditions. *Türk J Agric For* 39: 838-844.
- Kamiloğlu, M. (2016) Turunçgil ders notları. Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Hatay (Yayınlanmamış).
- Kaplankıran, M., Tuzcu, Ö., Yeşiloğlu, T., Özcan, M. (1991) Adana'da 1985 kış soğuklarının bazı portakal çeşitlerinde oluşturdukları zararlar. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 6 (4): 155-170.
- Kaplankıran, M., Demirköser, T. H., Toplu, C., Uysal, M. (2001) The structure of citrus production, the status of rootstocks and nursery tree production in Turkey. 6th World Congress of the International Society of Citrus Nurserymen, Proceedings of the Congress, 190-194.
- Kaplankıran, M., Özdemir, A. E., Çandır, E., Demirköser, T. H., Toplu, C., Yıldız, E. (2011) 'Star Ruby' altıntoplarının meyve büyümesi sırasında kalite parametrelerindeki değişimler ve derim olumu. Türkiye VI. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 04-08 Ekim 2011, Şanlıurfa, Cilt I, 432-439.
- Karaşahin, Z., Ünlü, M., Oluk, C. A., Yazıcı, E., Canan, İ., Eroğlu, E. Ç., Özdemir, A. E. (2014) Farklı dozda 1-Metilsiklopropan uygulamalarının 'Nova' mandarin çeşidinin soğukta muhafazası üzerine

'Robinson' Mandarininin Soğukta Muhafazası Üzerine Anaçların Etkileri

- etkisi. VI. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, Bursa, 53-59.
- Kurt, Ş., Turgutoğlu, E., Demir, G. (2014) Farklı anaçlar üzerine aşılı bazı virüsten ari altıntop çeşitlerinin meyve kalite özellikleri. *Derim* 31 (2): 51-62.
- Ladaniya, M. S. (2011) Physico-chemical, respiratory and fungicide residue changes in wax coated mandarin fruit stored at chilling temperature with intermittent warming. *J Food Sci Technol.* 48 (2): 150-158.
- Mahajan, B. V. C., Dhatt, A. S., Kumar, S., Manohar, L. (2006) Effect of prestorage treatments and packaging on storage behaviour and quality of 'Kinnow' mandarin. *J. Food Sci Technol.* 43: 589-593.
- McGuire, R. G. (1992) Reporting of objective colour measurement. *HortScience* 27: 1254-1255.
- Obenland, D., Collin, S., Mackey, B., Sievert, J., Arpaia, M. L. (2011) Storage temperature and time influences sensory quality of mandarins by altering soluble solids, acidity and aroma volatile composition. *Postharvest Biol. Technol.* 59: 187-193.
- Özkaya, O. (2007) Bazı turunçgil tür ve çeşitlerinde sıcak su ve kimyasal uygulamalarının muhafazaya etkilerinin araştırılması. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi.
- Özdemir, A.E., Ertürk, E., Şahinler, N., Kaplankıran, M., Gül, A. (2005) Propolis uygulamalarının 'Fremont' mandarinlerinin muhafazasına etkileri. III. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Antakya-Hatay, 204-211.
- Özdemir, A.E., Çandır, E. E., Kaplankıran, M., Demirkese, T. H., Toplu, C., Yıldız, E. (2007) Dört yol koşullarında yetiştirilen 'Minneola tanjelo'ların soğukta muhafazası. V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Erzurum, 180-184.
- Özdemir, A. E., Çandır, E. E., Kaplankıran, M., Demirkese, T. H., Toplu, C., Yıldız, E. (2008) Dört yol koşullarında yetiştirilen 'Fremont', 'Nova' ve 'Robinson' mandarinlerinin soğukta muhafazası. Bahçe Ürünlerinde IV. Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Antalya, 276-283.
- Özdemir, A. E., Toplu, C., Çandır, E., Kaplankıran, M., Yıldız, E., Kamiloğlu, M., Yücel, F., Kıvrak, M., Demirkese, Ö., Ünlü, M. (2016) Carrizo sitranjı ve turunç anaçları üzerinde yetiştirilen 'Fremont' mandarinlerinin soğukta muhafazası. *Bahçe* 45: 384-389.
- Pearson, D., Churchill, A. A. (1970) The Chemical Analysis of Foods. Gloucester Place, London, 104. 233 p.
- Pekmezci, M. (1984) 'Satsuma' ve 'Klemantin' mandarinlerinin soğukta muhafazası üzerinde araştırmalar. TÜBİTAK Yayınları, No: 587, TOAG Seri No: 118, 99-116.
- Pekmezci, M., Demirkol, A., Gübbük, H. (1997) 'Klemantin' mandarininde değişik sıcaklık ve kimyasal uygulamalarının soğukta muhafaza üzerine etkileri. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, Yalova, 317-322.
- Ragone, M. L. (1999) Cold storage of 'Nova' Tangerine. *Rev. Cient. Agropecu.* 3 (12) 31-38.
- Sadler, G. O. (1994) Titratable Acidity. In: Introduction to the Chemical Analysis of Foods. Nielsen, S. S. (Ed.). Jones and Berlett Publishers, Borton, USA, 81-91.
- Salvador, A., Carvalho, C. P., Monterde, A., Martínez-Jávega, J. M. (2006) 1-MCP effect on chilling injury development in 'Nova' and 'Ortanique' mandarins. *Food Sci Tech Int.* 12: 165-170.
- Schirra, M., D'Hallewin, G. (1997) Storage performance of 'Fortune' mandarins following hot water dips. *Postharvest Biol. Technol.* 10: 229-238.
- Şen, F., Karaçalı, İ. (2005) Hasat sonrası farklı sıcaklık uygulamalarının 'Satsuma' mandarininin kalite ve dayanım gücüne etkileri. III. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Antakya-Hatay, 212-219.
- Şener, H. (2002) Değişik anaçlar üzerine aşılı olan turunçgil tür ve çeşitlerinin kırıkhan koşullarında gösterdikleri performanslar. Bitirme Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi.
- Temiz, S. (2005) Farklı anaçlar üzerindeki bazı turunçgil tür ve çeşitlerinin kırıkhan koşullarında gösterdikleri bazı biyolojik,

'Robinson' Mandarininin Soğukta Muhafazası Üzerine Anaçların Etkileri

- fizyolojik, morfolojik ve pomolojik özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi.
- Tietel, Z., Lewinsohn, E., Fallik, E., Porat, R. (2012) Importance of storage temperatures in maintaining flavor and quality of mandarins. *Postharvest Biol. Technol.* 64: 175-182.
- Toplu, C., Kaplankıran, M., Demirkeser, T. H., Yıldız, E. (2008) The effects of citrus rootstocks on 'Valencia Late' and 'Rhode Red Valencia' oranges for some plant nutrient elements. *Afric. J. Biotech.* 7: 4441-4445.
- Toplu, C., Uygur, V., Kaplankıran, M., Demirkeser, T.H., Yıldız, E. (2010) Leaf mineral composition of 'Nova', 'Robinson' and 'Fremont' mandarin cultivars on different rootstocks. *Journal of Plant Nutrition* 33: 602-612.
- Tuzcu, Ö. (1990) Türkiye'de Yetiştirilen Başlıca Turunçgil Çeşitleri. Akdeniz İhracatçı Birlikleri Yayınları, Mersin, 71 s.
- Tuzcu, Ö., Kaplankıran, M., Şeker, M. (1998) Bazı turunçgil anaçlarının Çukurova koşullarında önemli portakal altıntop, limon ve mandarin çeşitlerinde meyve verimi üzerine etkileri. *Tr. J. Agric. For.* 22 (2): 117-126.
- Tuzcu, Ö., Yıldırım, B., Düzenoğlu, S., Bahçeci, İ. (1999) Değişik turunçgil anaçlarının 'Valencia' ve 'Yafa' portakal çeşitlerinin meyve verim ve kalitesi üzerine etkileri. *Tr. J. Agric. For.* 23 (1): 125-135.
- Uzun, A., Seday, U., Kafa, G. (2013) Bazı turunçgil anaçlarının 'Valencia Late' portakalında meyve kalite özellikleri üzerine etkileri. *Meyve Bilimi* 1 (1): 18-22.
- Voss, H. D. (1992) Relating colorimeter measurement of plant color to the royal horticultural society colour chart. *Hort. Sci.* 27 (12): 129-145.
- Waks, J., Amir, A., Kahn, M., Chalutz, E. (1985) Effect of grapefruit rootstocks on the storage ability of the harvested fruit. Institute for Technology and Storage of Agricultural Products. Special publication no: 239, pp: 106.
- Yıldırım, B. (2003) Değişik anaçlar üzerine aşılı 'Washington Navel' portakalında verimlilik ile karbonhidrat düzeyleri arasındaki ilişkiler. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi.
- Yener, S. F. (2011) Dört yol koşullarında farklı anaçların 'Ortanique Tangor'un bazı biyolojik, morfolojik ve pomolojik özellikleri üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi.



Bazı Sofralık Kayısı Çeşitlerinin Silifke/Mersin Ekolojik Koşullarındaki Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Araştırmalar

Levent SON^{1*}

Özet

2013-2014 yıllarında Silifke’de yürütülen bu araştırmada, 5 yabancı orjinli ‘Aurora’, ‘Ninfa’, ‘Bebeco’, ‘Precoce De Tyrinthe’, ‘Priana’; 3 yerli orjinli ‘Alyanak’, ‘Tokaloğlu’, ‘Çağataybey’ toplam 8 farklı kayısı çeşidi materyal olarak kullanılmıştır. Çeşitlerde çiçeklenme, ağaç başına verim, meyve iriliği, meyve eti/çekirdek oranı, asitlik ve suda çözünür kuru madde (Şçkm) gibi pomolojik ve fenolojik analizler yapılmıştır. Ağaç başına verim bakımından, her iki deneme yılında da ‘Ninfa’ (91.13 kg/ağaç; 94.86 kg/ağaç), ‘Priana’ (83.87 kg/ağaç; 89.67 kg/ağaç) ve ‘P.De Tyrinthe’ (77.74 kg/ağaç; 86.85 kg/ağaç) ile en verimli çeşitler olarak bulunurken; meyve iriliği bakımından ‘Tokaloğlu’, ‘Bebeco’ ve ‘P.De Tyrinthe’ diğer çeşitlerden daha üstün olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre erkencilik ve verim bakımından ‘Ninfa’, ‘Priana’ ve ‘P.De Tyrinthe’ kayısı çeşitleri Silifke yöresi için önerilebilir çeşitler olarak saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kayısı, Silifke, verim, meyve kalitesi, erkencilik

Investigations on Yield and Quality Characteristics of Some Table Apricot Cultivars in Silifke/Mersin Ecological Conditions

Abstract

This research was conducted between 2013-2014 in Silifke, utilizing 8 different apricot varieties, 5 from non-domestic origin ‘Aurora’, ‘Ninfa’, ‘Bebeco’, ‘Precoce De Tyrinthe’, ‘Priana’ and 3 from domestic origin ‘Alyanak’, ‘Tokaloğlu’, ‘Çağataybey’. In material cultivars some phenological and pomological characters such as flowering, yield/tree, average fruit weight, flesh/seed ratio, acidity and total soluble solids (TSS) were examined. In terms of fruit yield, ‘Ninfa’(91.13 kg/tree; 94.86 kg/tree), ‘Priana’(83.87 kg/tree; 89.67 kg/tree) and ‘P.De Tyrinthe’ (77.74 kg/tree; 86.85 kg/tree) were found the most productive in both trial years. The biggest fruit were observed in ‘Tokaloğlu’, ‘Bebeco’ and ‘P.De Tyrinthe’ cultivars. As a result, ‘Ninfa’, ‘Priana’ ve ‘P.De Tyrinthe’ regarding to their precocity and yield were found suitable cultivars for the Silifke area.

Keywords: Apricot, Silifke, yield, fruit quality, earliness

Giriş

Anadolu birçok meyvenin olduğu gibi kayısının (*Prunus armeniaca* L.) da anavatanıdır (Şen, 1988; Bostan 1994). Dünya toplam kayısı üretimi 3.365.738 ton olup bunun 680.000 ton’luk kısmı Türkiye tarafından karşılanmaktadır. Bu üretim ile Türkiye dünyada kayısı üretiminde lider durumdadır (Fao, 2014). Mersin ilinde ise; 67.943 da alanda 1.370.992 adet meyve veren ağaçla 107.922 ton kayısı üretimi yapılmaktadır (Tuik, 2016). Kayısı (*Prunus armeniaca* L.) dünyada ve ülkemizde yetiştiriciliği yapılan, taze ve kurutulmuş olarak tüketilebilen bir meyvedir.

Sibirya’nın çok soğuk, Kuzey Afrika’nın subtropik, Orta Asya’nın çöl, Japonya ve Doğu Çin’in ise nemli iklim bölgelerinde kayısı yetiştiriciliği yapılabilmektedir. Türkiye kuru kayısı üretiminde ve ihracatında dünya’da ön sıralarda bulunduğu halde, sofralık kayısı üretiminde oldukça geri durumdadır (Paydaş ve ark. 1992; Baş ve ark., 2001). Dünya sofralık kayısı ticaretinin %80’den fazlası turfanda olarak yapılmaktadır. Bu durumdan Akdeniz ülkeleri çok iyi yararlanmaktadır. İspanya, Yunanistan, İtalya, Fransa ve Macaristan kayısı ihraç eden ülkelerin başında gelmektedir. Aynı iklim kuşağında yer

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 22.02.2018

¹Mersin Üniversitesi, Silifke Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu, Silifke, Mersin, Türkiye

*Sorumlu Yazar: Levent SON, levent@mersin.edu.tr

Tel: 05388668108

alan Türkiye'nin ise taze kayısı dış satımı yok denecek kadar azdır, buna karşılık Türkiye ve İran dünya piyasalarında kurutulmuş kayısı dış satımı ile tanınmışlardır (Kaşka, 2006). Subtropik iklim alanlarında yapılan kayısı yetiştiriciliğinde ilkbahar geç donları riski, de azalmaktadır (Rodrigo ve Julian, 2006). Ülkemizde son yıllarda kayısı ağaç sayısı ve üretimine bakıldığında, bazı yıllarda dalgalanmaların olduğu göze çarpmaktadır. Bu durum iklim olaylarının olumsuz etkilerinden kaynaklanmaktadır. Buna rağmen, ülkemizde kayısı ağaç sayısı ve üretimi sürekli artış göstermektedir (Durgaç, 2011). Kayısı, ülkemizde Karadeniz Bölgesinin çok nemli kısımları ile Doğu Anadolu Bölgesinin kışları sert geçen dağlık alanları dışında hemen her yerde yetiştirilmektedir. Ülkemiz dünya yaş ve kuru kayısı üretiminde birinci sırada yer almaktadır (Anonim, 2007). Erkenci ve sofralık kayısı yetiştiriciliği bakımından Akdeniz ve Ege Bölgeleri büyük bir potansiyele sahiptir. Bu potansiyelin değerlendirilmesinde kaliteli ve erkenci çeşitlerin sayılarının artırılması önem kazanmaktadır. Son yıllarda yapılan adaptasyon çalışmalarıyla Akdeniz Bölgesinde erkenci ve sofralık kayısı üretimi hızla artış göstermiştir (Asma ve ark., 2004). Erdemli/Alata koşullarında yapılan bir çalışmada; 'Precoce De Colomer', 'San Castrese', 'Boccucia', 'Sakit2', 'Çiğli' ve 'Fracasso' çeşitleri erkencilik ve meyve kalitesi bakımından ümitvar olarak bulunmuşlardır (Ayanoğlu ve Sağlamer, 1986). Antalya şartlarında yapılan bir çalışmada; Silistre Rona, Precoce De Colomer ve Canino çeşitleri erkenci çeşitler olarak saptanmıştır (Baktır ve ark., 1992). Sofralık ve erkenci kayısı yetiştiriciliği yönünden Ege ve Akdeniz Bölgeleri yüksek bir potansiyele sahiptir. Bu potansiyelin değerlendirilmesinde kaliteli, erkenci ve yola dayanıklı çeşitlerin artırılması büyük önem taşımaktadır (Önal ve ark., 1995). Ülkemizin kayısı yetiştiriciliği konusunda pek çok araştırma yapılmıştır (Son ve Küden, 2001; Batmaz, 2005; Özkardeş ve ark., 2008; Abacı ve Asma, 200; Yılmaz ve ark., 2012; Osmanoğlu ve Göksüncükçil, 2014). Bu çalışmanın amacı ise; ülkemizde tarımsal potansiyeli oldukça yüksek olan Silifke/Mersin yöresine uygun yüksek verimli, erkenci ve kaliteli sofralık kayısı çeşitlerinin saptanmasıdır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma 2013-2014 yıllarında Mersin'in Silifke ilçesinde bir üretici bahçesinde yürütülmüştür. Araştırmada zerdali anacına aşılı, 'Alyanak', 'Aurora', 'Bebeco', 'Çağataybey', 'Ninfa', 'Priana', 'Tokaloğlu' ve Precoce De Tyrinthe' çeşitlerine ait 7 yaşlı ağaçlar materyal olarak kullanılmıştır. Araştırmada her çeşitten 9'ar ağaç kullanılmış olup, sıra arası ve sıra üzeri mesafeler 4m olarak bırakılmıştır. Deneme ağaçlarına goble şekli verilmiş olup, bahçede kültürel işlemler düzenli olarak yapılmıştır. Ağaçlar damla sulama sistemi ile düzenli olarak sulanmıştır. Araştırmanın yürütüldüğü bahçenin rakımı 10m olup, toprak yapısı tınlı-kumlu, pH'sı 7.8'dir.

Fenolojik gözlemler: İlk çiçeklenme, tam çiçeklenme, çiçeklenme sonu ve derim tarihleri her çeşit için saptanmıştır.

Pomolojik analizler: Ölçümler ve değerlendirmeler her çeşidin 9 ağacından rastgele alınan 90 meyvede yapılmıştır.

-Meyve ağırlığı(g): Her çeşide ait 90 meyvede ortalama meyve ağırlıkları hassas terazide tartılarak bulunmuştur.

-Çekirdek ağırlığı(g): Her çeşide ait 90 meyvede ortalama çekirdek ağırlıkları hassas terazi kullanarak saptanmıştır.

-Usarede toplam asit miktarı(g/100 ml usare): Her çeşit için alınan meyve örneklerinin, çekirdekleri çıkartıldıktan sonra karıştırıcıda sıkılarak elde edilen usare örneğinden bir pipet yardımıyla çekilen 5 ml'lik örneğin 0.1 N'lik NaOH ile titrasyonu hesaplanmıştır.

-Suda çözünabilir toplam kuru madde miktarı(%Sçkm): Bu değer meyvelerin çekirdekleri çıkartıldıktan sonra karıştırıcıda sıkılarak elde edilen usareden alınan örnekte el refraktometresiyle ölçülmüştür.

-Sertlik: Meyve eti sertlikleri 1-5 skalasıyla (1:kötü, 3:orta, 5:sert) tadarak ve dokunarak tespit edilmiştir.

Verim

Denemedeki ağaçlardan elde edilen tüm meyvelerin tartılmasıyla ağaç başına verimler bulunmuştur.

Bazı Sofralık Kayısı Çeşitlerinin Silifke/Mersin Ekolojik Koşullarındaki Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Araştırmalar

İstatistiksel Analizler

Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 yinelemeli olarak düzenlenmiş olup, her yinelemede 3'er ağaç değerlendirmeye alınmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel analizinde Costat paket programı kullanılmış olup, ortalamalar arasındaki farklar Tukey testi uygulanarak belirlenmiştir (Düzgüneş ve Kesici, 1993).

Bulgular ve Tartışma

Fenolojik Gözlemler

Araştırmada yer alan kayısı çeşitlerinin fenolojik gözlem sonuçları ve derim zamanları Çizelge 1'de verilmiştir. 'Ninfa' çeşidi 21 Şubat; 'Priana' çeşidi 23 Şubat'ta çiçeklenirken, 'Precoce De Tyrinte' (27 Şubat) ve 'Bebeco'(3 Mart) bunları takip etmiştir. 16 Mart'ta çiçeklenen 'Tokaloğlu' ise en geç çiçeklenen çeşit olmuştur (Çizelge 1). 'Ninfa', 'Priana' ve 'Aurora' çeşitleri en erkenci olarak bulunurken (10 Mayıs; 11 Mayıs; 13 Mayıs); 9 Haziran'da meyvelerini olgunlaştıran 'Alyanak' ve 17 Haziran'da olgunlaşan 'Tokaloğlu' çeşitleri en geçi olarak saptanmıştır (Çizelge 1). Bulgularımız Adana koşullarında 'Bebeco', 'Beliana', 'Canino', 'Feriana', 'Precoce De Colomer', 'Precoce De Tyrinthe', 'Priana' ve 'Trewatt' kayısı çeşitleriyle çalışan Paydaş ve ark. (1995)'nin araştırma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Bingöl ekolojik koşullarında yürütülen bir çalışmada Ninfa çeşidinin en erken çiçeklendiğini bildiren Osmanoğlu ve Göksüncükgil (2014)'in bulguları araştırma sonuçlarımızı desteklemektedir. Çiçeklenme ve olgunlaşma bakımından araştırma sonuçlarımız, Son ve Küden (2001)'in Mut ekolojik koşullarında yürüttükleri araştırma bulgularıyla paralellik göstermektedir. Özkarakaş ve ark. (2008), Ege Bölgesinde yürüttükleri bir çalışmada P.De Tyrinthe, Priana, Beliana, Feriana, P.De Colomer, Canino, Proyma, Tokaloğlu ve Sakıt 6 çeşitlerini materyal olarak kullanmışlar; Tokaloğlu ve Sakıt 6 çeşitlerinin en geç çiçeklenen çeşitler olduğunu bildirmişlerdir. Bizim araştırmamızda da Tokaloğlu en geç çiçeklenen çeşit olmuştur. Bulgularımız Özkarakaş ve ark. (2008)'nin bulgularıyla uyum içerisindedir. Yine meyve olgunlaşma zamanı bakımından bulgularımız

Özkarakaş ve ark. (2008)'nin bulgularıyla uyum içerisindedir.

Ağaç Başına Verim(kg/ağaç)

Çizelge 1. Kayısı çeşitlerine ait bazı fenolojik özellikler (2013-2014)

Çeşit	İlk Çiç.	Tam çiç.	Çiç. sonu	Derim tarihi
Alyanak	09.03	14.03	21.03	9 Haziran
Aurora	13.03	20.03	27.03	13 Mayıs
Bebeco	03.03	08.03	13.03	7 Haziran
Çağataybey	13.03	18.03	23.03	5 Haziran
Ninfa	21.02	24.02	27.02	10 Mayıs
Priana	23.02	26.02	01.03	11 Mayıs
Tokaloğlu	16.03	19.03	27.02	17 Haziran
Tyrinthe	27.02	02.03	08.03	21 Mayıs

Ağaç başına verim bakımından çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli olarak bulunmuştur. Her iki deneme yılında da 'Ninfa'(91.13 kg/ağaç; 94.86 kg/ağaç) ve 'Priana'(83.87 kg/ağaç; 89.67 kg/ağaç) en verimli çeşitler olarak bulunurken; bunları (77.74 kg/ağaç; 86.85 kg/ağaç) ile 'Precoce De Tyrinthe' ve (66.12 kg/ağaç; 75.43 kg/ağaç) ile 'Bebeco' izlemiştir. 'Tokaloğlu'(15.92 kg/ağaç; 16.84 kg/ağaç) ve 'Aurora'(16.63 kg/ağaç; 17.51 kg/ağaç) en düşük verimli çeşitler olarak saptanmıştır (Çizelge 2). Ağaç başına düşen verim bakımından bulgularımız, Özkarakaş ve ark. (2008) ve Son ve Küden (2001)'in bulgularıyla uyum içerisindedir. Ayrıca, Ayanoğlu ve ark. (1995) ve Son (2004)'ün bulguları araştırma bulgularımızı desteklemektedir.

Pomolojik Analizlerle İlgili Bulgular

Araştırmada yer alan kayısı çeşitlerine ait meyvelerde yapılan pomolojik analiz sonuçları arasındaki farklılık istatistiksel bakımdan önemli olarak bulunmuştur (Çizelge 3). Meyve ağırlığı bakımından 'Tokaloğlu'(58.83 g) en iri meyveleri yaparken, bunu 'Bebeco' (55.51 g) ve 'Precoce De Tyrinthe' (52.28 g) takip etmiştir. En küçük meyveler ise 37.70 g ile 'Priana' çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 3). Meyve eti/çekirdek oranı bakımından en yüksek

Bazı Sofralık Kayısı Çeşitlerinin Silifke/Mersin Ekolojik Koşullarındaki Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Araştırmalar

Aynı sütunda aynı rakamla gösterilen değerler önemli düzeyde farklılık göstermemektedir ($p>0.05$).

Çizelge 2. Kayısı çeşitlerinde verim değerleri(Kg/ağaç)

Çeşit	2013	2014
Alyanak	24.86 f	25.99 f
Aurora	16.63 g	17.51 g
Bebeco	66.12 d	75.43 d
Çağataybey	61.20 e	69.71 e
Ninfa	91.13 a	94.86 a
Priana	83.87 b	89.67 b
Tokaloğlu	15.92 g	16.84 g
Tyrinthe	77.74 c	86.85 c
D%5	2.08	2.18

değerleri oluşturan ‘Precoce De Tyrinthe’(19.39) ve ‘Çağataybey’(19.34) çeşitleri arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemsiz olarak bulunmuştur. Pomolojik özellikler bakımından bulgularımız Seferoğlu ve Gülşen (2003)’in bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Ayrıca Durgaç ve Kaşka (1995)’nin araştırma bulguları, bizim araştırma bulgularımızı desteklemektedir. Suda çözünebilir toplam kuru madde (Şçkm) bakımından en yüksek değer %16.40 ile ‘Alyanak’ çeşidinde saptanırken; en düşük değer %10.93 ile ‘P. De Tyrinthe’ çeşidinden alınmıştır (Çizelge 3). Özkarakaş ve ark. (2008), 9 kayısı çeşidiyle Ege Bölgesinde yürüttükleri bir çalışmada Priana çeşidini en küçük meyveli olarak saptamışlardır. Bizim çalışmada da Priana her iki deneme yılında da en küçük meyveleri yapan çeşit olmuştur. Ayrıca araştırma bulgularımızı; kayısılarda farklı bölgelerde adaptasyon çalışmaları yürüten Son (2004)’un; Seferoğlu ve Gülşen (2003)’in bulgularıyla

Akdeniz Bölgesi erkenci sofralık kayısı yetiştiriciliği bakımından büyük öneme sahiptir. ‘Ninfa’, ‘Priana’ ve ‘Aurora’ çeşitleri her iki deneme yılında da en erkenci çeşitler olmuştur. Pazara erken meyve çıkarabilme bakımından bu çeşitler oldukça avantajlıdır. Fakat ‘Aurora’ çeşidinin verim düşüklüğü göstermesi son derece olumsuz bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. ‘P. De Tyrinthe’ çeşidi ise ‘Ninfa’ ve ‘Priana’dan sonra olgunlaşmasına rağmen, meyve etinin daha sert olması, albenisinin fazla olması nedeniyle pazar değeri yüksek bir çeşit olarak bulunmuştur. Bu çeşit gerek erkenciliği ve gerekse yola dayanımının iyi olması nedeniyle önümüzdeki yıllarda Silifke ve çevresinde yayılışına devam edeceği düşünülmektedir. Ancak bu çeşidin yeme kalitesinin düşük olması tek dezavantajdır. Kayısı yetiştiriciliği bakımında son derece uygun bir konumda bulunan Silifke turfanda meyvecilik potansiyeli oldukça yüksek bir yöredir. Önümüzdeki yıllarda yörede soğuklama gereksinimi düşük, raf ömrü uzun, yüksek verimli ve meyve kalitesi yüksek olan çeşitlerle üretimin artırılması; yöre ve ülke ekonomisine önemli ölçüde katkı sağlayacaktır. Bu araştırma sonucuna göre; erkencilik ve verim bakımından ‘Ninfa’, ‘Priana’ ve ‘P.De Tyrinthe’; meyve kalitesi bakımından da ‘Çağataybey’ ve ‘Bebeco’ çeşitleri Silifke ekolojisine önerilebilecek çeşitler olarak belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

Abacı, Z. T., Asma, B. M. (2010). Bazı Kayısı

Çizelge 3. Kayısı çeşitlerine ait bazı pomolojik özellikler (2013-14)

Çeşit	M.Ağ (g)	Ç. ağ (g)	Et/çek oranı	Şçkm (%)	Asit (%)	Sertlik
Alyanak	43.09e	2.45d	16.56bc	16.4a	1.02e	Sert
Aurora	39.68f	2.37g	14.17cd	15.06cd	1.03e	Orta
Bebeco	55.51b	3.93b	13.12d	14.86d	1.25b	Sert
Çağatayb	48.71d	2.39f	19.34a	15.46b	1.22c	Sert
Ninfa	42.84e	2.42e	16.67abc	14.13e	1.03e	Orta
Priana	37.7g	2.33h	15.15cd	15.2bc	1.02e	Orta
Tokaloğlu	58.83a	4.35a	12.52d	14.33e	1.08d	Orta
Tyrinthe	52.28c	2.56c	19.39a	10.93f	1.49a	Sert
D%5	1.61	0.01	2.82	0.28	0.02	-

Aynı sütunda aynı rakamla gösterilen değerler önemli düzeyde farklılık göstermemektedir ($p>0.05$).

paralellik göstermektedir.

Sonuç

Çeşitlerinin Farklı Ekolojik Alanlardaki Biyolojik Özelliklerinin Analizi. *Biyoloji Bilim. Araş. Dergisi* 3 (1), 165-168.

Bazı Sofralık Kayısı Çeşitlerinin Silifke/Mersin Ekolojik Koşullarındaki Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Araştırmalar

- Anonim, (2007). VIII. *Beş Yıllık Kalkınma Planı Kayısı Raporu*
- Asma, B. M., Birhanlı, O. (2004). Mişmiş ISBN 975-288-755-4 *Evin ofset* Malatya.
- Ayanoğlu, H., Sağlamer, M. (1986). Akdeniz Bölgesi Sahil Şeridinde Yetiştirilebilecek Kayısı Çeşitlerinin Adaptasyonunda İlk Sonuçlar. *Derim Dergisi*. Narenciye Araştırma Enstitüsü Yayını. 3(1): 3-15.
- Ayanoğlu, H., Kaşka, N., Yıldız, A. (1995). Akdeniz Bölgesinde erkenci kayısı çeşitlerinin adaptasyonu üzerinde araştırmalar. *Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, Cilt I; 144-148.
- Baktır, İ., Ülger, S., Yayıcı, Z. H. (1992). Yabancı orijinli bazı kayısı çeşitlerinin Antalya koşullarına adaptasyonu ve gelişmeleri üzerine bir araştırma. *Türkiye I. Bahçe Bitkileri Kongresi*, 13- 16 Ekim, İzmir. Cilt I (Meyve): 461-464.
- Baş, M., Erbil, Y., Erenoğlu, B. (2001). Bazı kayısı Çeşitlerinin Marmara Ekolojisine Uyumu Üzerine Elde Edilen İlk Sonuçlar. *I. Sert Çekirdekli Meyveler Sempozyumu* 25-28 Eylül 2001, Yalova: 441-447.
- Batmaz, M.F. (2005). Bazı Kayısı Genotiplerinin Adana Ekolojik Koşullarındaki Verim ve Kaliteleri, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, *Yüksek Lisans Tezi*.
- Bostan, S. Z. (1994). Bazı kayısı çeşitlerinde meyve ve yaprak özellikleri arasında ilişkiler üzerine bir araştırma. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi* 4, 55-66.
- Durgaç, C., Kaşka, N. (1995). Verim, Kalite ve Erkencilik Bakımından Adana Ekolojik Koşullarına Uyabilecek Kayısı Çeşitleri Üzerine Araştırmalar. *Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, 3-6 ekim 1995 Adana, Cilt I; 154-158.
- Durgaç, C. (2011). Sakıt Kayıslarının Seleksiyonu, Meyve Büyüme Durumları ve Sakıt Vadisinin Soğuklanma Sürelerinin Belirlenmesi (*Doktora Tezi*) Adana, Fen Bilimleri Enstitüsü, (2001).
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Gürbüz, F. (1993). İstatistik Metotları. II. Baskı, *Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay.*, 1291, Ankara, 218 s.
- FAO, 2014. Statistics.<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>, (Erişim tarihi: 1Şubat, 2017).
- Kaşka, N. (2006). Orchard Management In Apricots. *Acta Hort.* 717: 287-294.
- Osmanoğlu, A., Göksüncükil, A. (2014). Bazı Sofralık Kayısı Çeşitlerinin Bingöl Ekolojisindeki Performansları. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 1(1): 72-78,
- Önal, K., Özakman, S., Özkarakas, İ. (1995). Ege Bölgesi Koşullarında Ümitvar Erkenci ve Kaliteli Kayısı (*Prunus armeniaca* L.) Çeşitlerinin Belirlenmesi. *Türkiye II Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, Cilt: 1, 159-163.
- Özkarakas, İ., Ercan, N., Günil, K., Tokmak, S., Küçük, E. (2008). Bazı Önemli kayısı (*Prunus armeniaca l.*) Çeşitlerinin Ege Bölgesi Koşullarında Değerlendirilmesi. *ANADOLU, J. of AARI* 18 (1), 30 – 48, MARA
- Paydaş, S. Kaşka, N., Polat, A.A., Gübbük, H. (1992). Yeni Bazı Kayısı (*Prunus armeniaca* L.) çeşitlerinin Adana ekolojik koşullarına adaptasyonu üzerinde araştırmalar. *Türkiye I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, 13-16 Ekim 1992, İzmir, Cilt I:465-471.
- Paydaş, S., Kaşka, N., Durgaç, C. (1995). Subtropik koşullarda bazı kayısı çeşitlerinde verim ve meyve kriterleri üzerinde araştırmalar. *Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, Cilt I (Meyve); 149-153.
- Rodrigo, J., Julian, C. (2006). Spring Frost Damage In Buds, Flowers and Developing Fruits In Apricot. *Acta Hort.* 717: 87-89.
- Seferoğlu, H.G., Gülşen, A.D. (2003). Aydın ekolojisinde Bazı Kayısı Çeşitlerinin Gelişme Performansları. *Türkiye IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, 08-12 eylül 2003 Antalya, Cilt I; 78-80.
- Son, L., Küden, A. (2001). Yeni bazı kayısı çeşitlerinin Mut ekolojik koşullarına

Bazı Sofralık Kayısı Çeşitlerinin Silifke/Mersin Ekolojik Koşullarındaki Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Araştırmalar

- adaptasyonu üzerinde araştırmalar.
Ç.Ü.Z.F. Dergisi, 16(1): 93-98
- Son, L. (2004). Bazı sofralık kayısı çeşitlerinin Bozyazı ekolojik koşullarındaki fenolojik ve pomolojik özellikleri. *Ç.Ü.Z.F. Dergisi*, 19(4):43-48.
- Şen, S. M. (1988). Mutedil iklim meyve türleri. Ders Notları. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Samsun.
- Tuik, 2016. Tuik.gov.tr
- Yılmaz, K. U., Karkı, S. P., Kafkas, S. (2012). Morphological diversity of the Turkish apricot germplasm in the Irano-Caucasion ecogeographical group. *Türk J. Agric. For.* 36, 688-694.



The Effect of Microwave Pre-Treatment on Fatty Acid and Triacylglycerol Composition of Ayvalık and Memecik Olive Oils

Didar SEVİM^{1*} Oya KÖSEOĞLU¹ Yeşim ALTUNOĞLU¹

Abstract

The objective of the current study was to assess the influence of microwave (MV) pre-treatment of olive oils. Extraction of olive oil from Ayvalık and Memecik olives was carried out by using an Abencor System (MC2 Ingenierias y Sistemas Sevilla, Spain). In the study, the fatty acid (FA) and triacylglycerol (TAG) composition of Ayvalık and Memecik olive oils were determined. Oils were heated in a microwave oven for 0, 3, 5, 10 and 15 minutes microwave oven MARSXpress, 2450 Hz at medium power 800W). FA and TAG analyses were performed with Gas Chromatography (GC) and High Performance Liquid Chromatography (HPLC) systems, respectively. . At the study ANOVA analysis showed that there were significant differences between the olive oil samples in terms of FA ($p < 0.05$). According to TAG analyses it was determined that Memecik and Ayvalık olive oils significantly affected from the MV heating time ($p < 0.05$).

Keywords: Microwave, Olive oil, TAG, FA, Ayvalık and Memecik.

Mikrodalga Uygulamasının Ayvalık ve Memecik Zeytinyağlarının Yağ Asidi ve Triasilgliserol Kompozisyonu Üzerine Etkisi

Özet

Bu çalışmanın amacı, mikrodalga ön uygulama işleminin zeytinyağı kalitesi üzerine etkisini değerlendirmektir. Ayvalık ve Memecik zeytinlerinden zeytinyağlarının ekstraksiyonu Abencor Sistemi (MC2 Ingenierias y Sistemas Sevilla, İspanya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada Ayvalık ve Memecik zeytinyağlarının yağ asidi kompozisyonu (YAK) ve triasilgliserol (TAG) kompozisyonları belirlenmiştir. Yağlar mikrodalga fırınında 0, 3, 5, 10 ve 15 dakika (mikrodalga fırın MARSXpress, 2450 Hz orta güçte 800W) ısıtılmıştır. YAK ve TAG analizleri sırası ile Gaz Kromatografisi ve Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi sistemleriyle gerçekleştirilmiştir. yapılmıştır. ANOVA analizinde, zeytinyağı örnekleri arasında YAK açısından anlamlı farklar olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). TAG analizlerine göre ise Memecik ve Ayvalık zeytinyağlarının mikrodalga ısıtma süresinden önemli ölçüde etkilendiği belirlenmiştir ($p < 0.05$).

Anahtar Kelimeler: Mikrodalga, zeytinyağı, TAG, YAK, Ayvalık ve Memecik

Introduction

Turkey is the one of the countries where the olive oil production has increased day by day, making it the largest producer after Spain, Italy and Greece. There are 91 native olive varieties in Turkey. These olives have been received under protection in National Gene Bank in Kemalpaşa Production and Experimental Area in İzmir Olive Research Institute. Each olive oil has its own original characteristic of chemical composition and aroma. When olives are harvested under ideal conditions and with an optimum maturity index and subjected to appropriate extraction, olive oils are obtained

which give a delicate and unique flavor (Kesen et al., 2013).

The Turkey olive grove lands, is dominated by three major varieties, 'Ayvalık', 'Memecik' and 'Gemlik'. The origin of Ayvalık olive variety is Edremit district of Balıkesir province. It constitutes 25% of the tree in the Aegean region. The fruit is mature in the early period. The origin of Memecik olive variety is Muğla province. It forms a large part of the tree in the Aegean region. The origin of Gemlik olive variety is Gemlik

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi:02.04.2018

¹Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Bornova/İzmir, Türkiye

*Sorumlu Yazar tel:+902324627073 fax: +902324357042 dcengeler@gmail.com

The Effect of Microwave Pre-Treatment on Fatty Acid and Triacylglycerol Composition of Ayvalık and Memecik Olive Oils

district of Bursa province. It constitutes the vast majority of the tree existence in the Marmara Region. Considering the intensive seedling production in recent years is spreading rapidly in Turkey in general. It is the most important variety considered as a black table. The fat percentage in these three varieties is more than 22% (Kaya, 2017). In Turkey olive oil consumption is approximately 2 liters of this value is increasing with each passing day. This is due to the positive effects of antioxidant compounds in olive oil on human health. The content of these compounds is related to the olive variety, geographical origin, seasonality, agronomic factors and technological conditions in the production of olive oil and olive oil storage conditions.

MV heating is a common and fast producer for food preparation and manufacturing. The effect of MV heating on the micro and macro components in foods can differ significantly from those produced by heating in a conventional oven (Abd El-Moneim Mahmoud et al., 2009). Recent technological developments and modern lifestyles have led to procedural changes in food and cooking process technology. Since the development of the microwave oven, the benefits of convenience, ease of use and the ability to transmit heat quickly have increased, and the use of the MV oven has increased steadily both in domestic and industrial sectors (Yahyaoui et al., 2014). Extra virgin olive oil (EVOO) consumption has increased due to the increased attention of consumers for its health beneficial biological activity on human health, because of presence of chemical composition (Köseoğlu et al., 2016). The content of these compounds is related to the cultivar, geographical origin, seasonality, agronomical and technological conditions of oil production and storage (Guerfel et al., 2012). In the kitchens, olive oil is used in pastry and pie making, deep frying, frying in frying, roasting, MV cooking etc. are known to be used.

Several studies have been performed for determination of the effect of MV heating on the degradation of quality parameters and chemical characteristics of virgin olive oils. Brenes et al. (2002) researched on Spanish cultivars,

Chiavaro et al. (2009) studied on commercial categories of olive oil, Abd El-Moneim Mahmoud et al. (2009) evaluated on Italian and Egyptian olive oils, Malheiro et al. (2009) evaluated on Portuguese PDO olive oils, Cossignani et al. (1998) investigated in Italian olive oil, Yahyaoui et al. (2014) researched on Tunisian olive.

According to our knowledge there are no investigation regarding the effect of MV heating on the degradation of FA and TAG composition of Turkish olive oils obtained from Memecik and Ayvalık cultivars. In this sense, the objectives of this study were to determine the effect of different MV (MARSXpress, 2450 Hz at medium power 800W) heating times (0, 3, 5, 10, 15 min) on FA and TAG composition of Memecik and Ayvalık olive oils.

Materials and Methods

Olive oil samples

Ayvalık (Figure 1) and Memecik (Figure 2) olive varieties were harvested from the North Aegean and the South Aegean in 2015/16 crop season, respectively. A representative 10 kg sample of healthy olives were extracted to oil using a laboratory scale mill (Abencor, Mc2 Ingeniería y Sistemas, Sevilla, Spain) equipped with fruit crushing, malaxation and centrifuge parts in the Olive Research Institute of Ministry of Food, Agriculture and Livestock in Izmir/Turkey. The malaxation temperature and duration was 30 °C, 30 min respectively. All of the oil samples were filtered and stored in the amber glass bottles without headspace at +4°C until analysis (Each oil samples contains 250 mL).



Figure 1. Ayvalık variety

The Effect of Microwave Pre-Treatment on Fatty Acid and Triacylglycerol Composition of Ayvalik and Memecik Olive Oils



Figure 2. Memecik variety

Maturity Index (MI)

The olives were collected at the same maturity index. The olive maturity index was determined according to the method given by International Olive Council (IOC, 2011) based on the evaluation of the olive skin and pulp colors.

MV heating treatment

A laboratory MV oven was used for sample treatment (MARSXpress, CEM, USA). Two aliquots (90 mL) of each oil were placed in opened 150 ml flasks on the rotatory turntable plate of the oven at equal distance and exposed at a frequency of 2450 Hz at medium power (800W). The oil samples were subjected to MV for 0, 3, 5, 10 and 15 min. The two 90 mL aliquots of each oil were combined after microwaving, in order to obtain a homogeneous sample used for analysis. Unheated olive oil was used as control.

Fatty Acid Composition

FAs of olive oil samples were determined using gas chromatography system (HP 6890, USA) equipped with flame ionization detector (FID) described by International Olive Council (IOC, 2015-a). The capillary column (DB-23, 30m *0.25 mm*film thickness: 0.250 μ m, Agilent J&W GC Columns, USA) was used for analyses. The temperature of the detector and injector was set to 250 °C. The oven temperature was programmed from 170 to 210°C with an increment of 2 °C/min. The analysis was ended by maintaining the temperature to 210°C for 10 min.

In a 5 mL screw-top test tube weighed approximately 0.1 g of the oil sample. Added 5 mL of hexane, and shaken. And than 0.5 mL of the methanolic potassium hydroxide solution

was added and shaken vigorously for 30 seconds. Later leaved to stratify until the upper solution becomes clear. Than decanted the upper layer containing the methyl esters. The hexane solution (1 μ l) was injected into the gas chromatograph.

Determination of the Difference Between Actual and Theoretical Content of Triacylglycerols with ECN 42

The analysis of TAGs was performed according to the official liquid chromatographic method described in Regulation EEC/2568/91 of the European Union Commission (Anonymous, 1991). The analysis was performed using an Instrument Agilent 1200 HPLC system (USA). The results were expressed in percentage of total TAG. The column was a Superspher® 100 RP-18 HPLC column (Merck, Germany) (250 x 4 mm i.d. x 4 μ m). A loop of 100 μ L capacity was used in which 0.5 μ L of sample was injected. Acetone (63.6 %) / acetonitrile (36.4 %) were mobile phases with a flow rate linear gradient (1.200 mL/min) under nebulizer gas pressure 2.00 bar for 45 min. Determination of the absolute difference between the experimental values of TAGs with equivalent carbon number 42 (ECN₄₂^{HPLC}) obtained by determination in the oil by HPLC and the theoretical value of TAGs with an equivalent carbon number of 42 (ECN 42^{theoretical}) calculated from the fatty acid composition (IOC, 2010).

Chemical Reagents

Potassium hydroxide, n-hexan (for gas chromatography ECD and FID), methanol (for gas chromatography), acetone (for liquid chromatography) and acetonitrile (for liquid chromatography) were purchased from Merck (Germany).

Statistical Analysis

Results of the analytical determinations were expressed as mean \pm standard deviation (SD) of measurements. Statistical differences were calculated with JMP (Version 5.0.1, SAS Institute Inc, Cary, NC, 1989-2007). JMP was used to perform one-way analysis of variance (ANOVA, employing the Student's t-test. Differences were considered significant at $p < 0.05$.

The Effect of Microwave Pre-Treatment on Fatty Acid and Triacylglycerol Composition of Ayvalık and Memecik Olive Oils

Results and Discussion

Maturity Index (MI)

MI values of the samples were determined for each variety. Maturity index of Memecik and Ayvalık olive cultivars were determined as 2.20 and 2.81, respectively.

Fatty Acid Composition

FAs of Memecik and Ayvalık olive oils were evaluated as palmitic, palmitoleic, heptadecanoic, stearic, oleic, linoleic, linolenic, arachidic, gadoleic, behenic and lignoceric acids. Major fatty acids of the Memecik and Ayvalık olive oils subjected to different MV heating times were shown in Table 1. As can be seen in Table 1, ANOVA analysis showed that there were significant differences between the olive oil samples ($p<0.05$) in terms of fatty acid composition. Fatty acid percentages were within the range indicated by IOC (2015-b). At the beginning of the MV heating exposure, as the major fatty acid oleic acid percentage of Memecik

and Ayvalık olive oil was 67.70 % and 68.81 % respectively. Due to the increase on oleic acid level of Ayvalık olive oil the linoleic and linolenic acid were decreased. This can be explained by the activity of oleate desaturase enzyme that transforms oleic acid to linoleic and catalyse the formation of double bonds (Gutierrez et al., 1999). Abd El-Moneim Mahmoud et al. (2009) reported that MV heating for 30 min affected the extra virgin and refined olive oils fatty acid composition. Farag et al. (1992) found an increase of saturated (16:0) and a decrease of unsaturated (18:1 and 18:2) fatty acid percentage after prolonged MV heating of vegetable oils. Farag et al. (1992) and Yoshida (1993) reported that vegetable oils with high degrees of unsaturated fatty acids were found more sensitive to the effect of MV energy. Caponio et al. (2002), Cossignani et al. (1998), Abd El-Moneim Mahmoud et al. (2009) evaluated that a reduction of the unsaturated fractions (MUFA (Monounsaturated Fatty Acid) and PUFA (Polyunsaturated Fatty Acid)) of olive oil occurred with MV treatment.

Table 1. FA (%) of olive oil samples subjected to different MV heating times

Time (min)	(C 16:0) Palmitic	(C 16:1) Palmitoleic	(C 18:0) Stearic	(C 18:1) Oleic	(C 18:2) Linoleic	(C 18:3) Linolenic	SFA	MUFA	PUFA
Memecik (M)									
M0	14.04±0.00 ^f	1.17±0.00 ^a	2.37±0.00 ^c	67.70±0.04 ^d	12.89±0.03 ^b	0.76±0.01 ^c	17.06±0.00 ^e	69.24±0.04 ^d	13.65±0.04 ^b
M3	14.02±0.03 ^f	1.17±0.00 ^a	2.38±0.01 ^c	67.69±0.02 ^d	12.90±0.01 ^b	0.78±0.01 ^{bc}	17.04±0.03 ^e	69.23±0.03 ^d	13.68±0.00 ^b
M5	14.47±0.06 ^b	1.16±0.01 ^b	2.35±0.01 ^d	67.26±0.08 ^f	12.91±0.03 ^{ab}	0.80±0.01 ^{ab}	17.45±0.06 ^e	68.79±0.08 ^f	13.71±0.02 ^{ab}
M10	14.11±0.00 ^{ef}	1.16±0.00 ^{ab}	2.34±0.00 ^d	67.47±0.00 ^e	13.05±0.01 ^a	0.80±0.00 ^{ab}	17.12±0.02 ^{de}	69.00±0.01 ^e	13.85±0.01 ^a
M15	14.20±0.01 ^{de}	1.17±0.01 ^{ab}	2.33±0.00 ^d	67.37±0.06 ^{ef}	13.05±0.01 ^a	0.81±0.01 ^a	17.19±0.01 ^d	68.91±0.05 ^{ef}	13.86±0.01 ^a
Ayvalık (A)									
A0	14.33±0.06 ^c	1.06±0.00 ^e	2.47±0.00 ^b	68.81±0.06 ^c	11.44±0.00 ^a	0.60±0.00 ^d	17.55±0.06 ^e	70.35±0.06 ^e	12.04±0.00 ^c
A3	14.46±0.01 ^b	1.06±0.01 ^{cd}	2.49±0.02 ^b	68.81±0.18 ^c	11.32±0.18 ^c	0.59±0.01 ^d	17.69±0.00 ^b	70.36±0.19 ^e	11.91±0.19 ^c
A5	13.85±0.05 ^s	1.05±0.01 ^d	2.51±0.00 ^a	69.60±0.09 ^a	11.14±0.03 ^d	0.55±0.01 ^e	17.12±0.04 ^{de}	71.15±0.08 ^a	11.69±0.04 ^c
A10	14.91±0.14 ^a	1.01±0.01 ^f	2.52±0.01 ^a	68.88±0.06 ^c	10.82±0.06 ^f	0.54±0.01 ^e	18.20±0.13 ^a	70.40±0.09 ^e	11.36±0.06 ^e
A15	14.20±0.01 ^{cd}	1.02±0.00 ^e	2.51±0.00 ^a	69.30±0.07 ^b	10.99±0.07 ^e	0.54±0.00 ^e	17.56±0.00 ^e	70.84±0.06 ^b	11.53±0.07 ^{de}

mean±SD, ^{a-g} Different letters in the same column concerning all samples significantly different values ($p<0.05$) M: Memecik; A: Ayvalık; SFA: Saturated Fatty Acid, MUFA: Monounsaturated Fatty Acid, PUFA: Polyunsaturated Fatty Acid

Table 2. Minor FA (%) of olive oil samples subjected to different MV heating times

The Effect of Microwave Pre-Treatment on Fatty Acid and Triacylglycerol Composition of Ayvalık and Memecik Olive Oils

Time (min)	(C14:0) Miristic	(C 17:0) Margarinic	(C 17:1) Margoleic	(C 20:0) Arachidic	(C 20:1) Gadoleic	(C 22:0) Behenic	(C 24:0) Lignoseric
Memecik (M)							
M0	0.02±0.00	0.04±0.00	0.07±0.00	0.42±0.00	0.30±0.00	0.11±0.00	0.06±0.00
M3	0.02±0.00	0.04±0.00	0.07±0.00	0.42±0.00	0.31±0.00	0.12±0.01	0.05±0.01
M5	0.02±0.00	0.04±0.00	0.06±0.00	0.42±0.00	0.31±0.00	0.11±0.01	0.06±0.01
M10	0.02±0.00	0.04±0.00	0.06±0.00	0.42±0.00	0.31±0.00	0.12±0.01	0.07±0.01
M15	0.02±0.00	0.04±0.00	0.06±0.00	0.42±0.00	0.31±0.00	0.14±0.01	0.05±0.01
Ayvalık (A)							
A0	0.02±0.00	0.11±0.00	0.18±0.00	0.43±0.00	0.30±0.00	0.12±0.00	0.07±0.00
A3	0.02±0.00	0.12±0.01	0.19±0.01	0.43±0.00	0.31±0.01	0.12±0.00	0.06±0.01
A5	0.02±0.00	0.13±0.01	0.21±0.00	0.43±0.00	0.30±0.00	0.12±0.01	0.07±0.01
A10	0.02±0.00	0.13±0.00	0.21±0.00	0.43±0.00	0.31±0.02	0.12±0.00	0.07±0.01
A15	0.02±0.00	0.13±0.00	0.23±0.01	0.43±0.00	0.29±0.00	0.15±0.01	0.04±0.00

*mean±SD, M: Memecik; A: Ayvalık

Triacylglycerol (TAG) composition

Olive oil is composed of triacylglycerols (97-98%) and minor compounds (around 2 %). The FAs and triacylglycerol content of virgin olive oil differs considerably depending mainly on latitude, climate, variety and stage of maturity of olives (Sevim et al., 2013). Olive oils consist predominantly of TAG that generally follows a unique and typical pattern in the glycerol molecule being characteristics in the different oil seeds. TAG composition is immensely useful for the characterization and discrimination, as well authentication of olive oils or its geographical location (Galeano Diaz et al., 2005). As seen on the Table 3, the percentage of 1,2,3-triolelylglycerol (OOO) was determined to be the highest. The percentage of OOO was followed by the 2,3-diolelyl-1-palmitoylglycerol (POO) and 2,3-diolelyl-1-linoleylglycerol (LOO), respectively. The analysis of triacylglycerols allows the identification and the quantification of 19 triacylglycerols. the olive oils that was studied characterized by four primary TAG: LOO, PLO (palmityllinoleyloloin), OOO and POO account for more than 85% of the total are of the peaks in profile. LLL (trilinolein), POP (palmityloleypalmitin) and SOO (stearyldiolein) were also present in low percentages. TAG

composition of Memecik and Ayvalık olive oils significantly affected from the MV heating time ($p<0.05$) (Table 3). Data presented in this study OOO percentage of both olive oils showed a drastically reduction until 3 min of treatment, after 5 min an increase was observed until 10 min heating time. Then a decrease was determined until 15 min for Memecik olive oil and an increase was observed for Ayvalık olive oil until 15 min MV heating time. Albi et al. (1997) reported that thermal degradations of TAG were more abundant than were oxidative ones, especially after MV heating, and this effect was more evident for highly unsaturated vegetable oils. Caponio et al. (2002) mentioned that MV treatment produced a significantly greater amount of polar compounds and of products of triglyceride oxidation and polymerization than traditional heating. The ECN42 difference of Memecik and Ayvalık olive oil did not exceed the limit of 0.2 % determined by European Commission for extra virgin olive oil.

Conclusion

This study was performed to determine the effect of MV heating with different exposure times (0, 3, 5, 10 and 15 min) on fatty acid and triacylglycerol compositions of Memecik and Ayvalık olive oils. FA analyses were performed with Gas Chromatography; TAG analyses were

The Effect of Microwave Pre-Treatment on Fatty Acid and Triacylglycerol Composition of Ayvalık and Memecik Olive Oils

performed with High Performance Liquid Chromatography systems. All parameters are significantly affected by the time of heating, some of them decreased some of them increased. At the study ANOVA analysis showed that there

were significant differences between the olive oil samples ($p < 0.05$) in terms of FAs. According to TAG analyses it was determined that Memecik and Ayvalık olive oils significantly affected from the MV heating time ($p < 0.05$).

Table 3. Triacylglycerol composition (%) of olive oil samples subjected to different MV heating times

	Memecik (M) Time (min)					Ayvalık (A) Time (min)				
	M0	M3	M5	M10	M15	A0	A3	A5	A10	A15
LLL	0.21	0.23	0.23	0.24	0.24	0.12	0.15	0.15	0.15	0.15
OLL	3.47 ^{ab}	3.09 ^{bcd}	3.12 ^{bc}	3.65 ^a	3.41 ^{ab}	2.83 ^{cde}	2.56 ^e	2.62 ^e	2.67 ^{de}	2.62 ^e
LOO+PLnP	15.62 ^a	13.35 ^c	13.43 ^c	15.53 ^a	14.42 ^{abc}	15.20 ^{ab}	14.04 ^{bc}	13.92 ^{bc}	14.36 ^{abc}	14.6 ^{abc}
PLO+SLL	9.19 ^c	10.81 ^a	10.45 ^{ab}	9.975 ^b	10.13 ^b	8.63 ^{cd}	8.61 ^{cd}	8.35 ^d	8.40 ^d	8.29 ^d
OOO	31.38 ^d	24.73 ^b	25.42 ^g	28.76 ^e	26.98 ^f	33.56 ^a	31.21 ^d	31.25 ^d	31.98 ^c	32.64 ^b
SLO+POO	23.23 ^e	29.05 ^a	28.24 ^a	24.62 ^{cd}	26.67 ^b	23.82 ^{de}	26.52 ^b	26.34 ^b	25.53 ^{bc}	24.48 ^{cd}
POP	4.08 ^e	6.18 ^a	6.04 ^a	4.72 ^c	5.43 ^b	3.63 ^f	4.47 ^{cd}	4.61 ^{cd}	4.50 ^{cd}	4.28 ^{de}
SOO	3.74 ^c	3.19 ^f	3.20 ^f	3.46 ^d	3.32 ^e	4.12 ^a	4.01 ^{ab}	3.96 ^b	3.99 ^b	4.06 ^{ab}
ECN42	0.69 ^c	0.72 ^b	0.73 ^b	0.66 ^d	0.77 ^a	0.51 ^e	0.48 ^f	0.46 ^f	0.48 ^f	0.48 ^f
ECN44	6.73 ^{ab}	6.33 ^b	6.53 ^{ab}	7.11 ^a	6.82 ^{ab}	5.43 ^c	5.01 ^c	5.21 ^c	5.16 ^c	5.15 ^c
ECN46	27.54 ^{ab}	26.85 ^{abcd}	27.03 ^{abc}	28.12 ^a	27.34 ^{abc}	26.25 ^{bcde}	25.51 ^{de}	25.25 ^e	25.32 ^e	25.87 ^{cde}
ECN 48	59.22 ^d	60.25 ^{bcd}	60.03 ^{cd}	58.46 ^d	59.43 ^{cd}	61.56 ^{abc}	62.73 ^a	62.76 ^a	62.79 ^a	62.25 ^{ab}
ECN 50	4.87 ^{bc}	4.88 ^b	4.80 ^{bc}	4.77 ^c	4.77 ^c	5.30 ^a	5.32 ^a	5.34 ^a	5.29 ^a	5.29 ^a
ECN 42 Difference	0.12 ^b	0.11 ^{bc}	0.10 ^{bcd}	0.19 ^a	0.08 ^{de}	0.07 ^e	0.09 ^{cde}	0.07 ^e	0.01 ^f	0.03 ^f
ECN 42	LLL+LOLn+POLLn+PLLn									
ECN 44	OLL+OLnO+PLL+POLn									
ECN 46	LOO+PLnP+PoOO+PLO+SLL+PoOP+PLP									
ECN 48	OOO+SLO+POO+POP+PPP									
ECN 50	SOO+POS									

^{a-h} Different letters in the same line concerning all samples significantly different values ($p < 0.05$)

M: Memecik; A: Ayvalık; LLL (trilinolein), OOO (triolein), LOO (linoleyldiolein), SLO+POO (palmyldiolein), SOO (stearyldiolein), POP (palmyloleypalmitin), PLO+SLL (palmyllinoleylolein)

References

Abd El-Moneim Mahmoud, E., Dostálová, J., Pokorný, J, Lukešová, D. and Doležal M.

(2009). Oxidation of olive oils during microwave and conventional heating for fast food preparation, *Czech Journal of Food Science* 27,173-177.

The Effect of Microwave Pre-Treatment on Fatty Acid and Triacylglycerol Composition of Ayvalık and Memecik Olive Oils

- Albi, T., Lanzon, A., Guinda, A., Leon, M. and Perez-Camino, M.C. (1997). Microwave and conventional heating effects on thermooxidative degradation of edible fats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45; 3795-3798.
- Anonymous, (1991). European Economic Community, E.C. Regulation no 2568/91. Official Journal of European communities L 128/8 15/05/02 2002, Regulation no.796 of 6 May 2002 on change Bruxelles, Belgium.
- Brenes, M., Garcia, A., Dobarganes, M.C., Velasco, J. and Romero, C. (2002). Influence of thermal treatments simulating cooking process on the polyphenol content in virgin olive oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50; 5962-5967.
- Caponio, F., Pasqualone, A. and Gomes, T. (2002). Effects of conventional and microwave heating on the degradation of olive oil. *European Food Research Tehnology*, 215, 114-117.
- Chiavaro, E., Barnaba, C., Vittadini, E., Rodriguez-Estrada, M., Cerretani, L., and Bendini A., (2009) Microwave heating of different commercial categories of olive oil: Part II. Effect on thermal properties, *Food Chemistry*, 115, 1393-1400.
- Cossignani, L., Simonetti M.S., Neri, N., and Damiani P., (1998) Changes in olive oil composition due to microwave heating, *Journal of American Oil Chemistry Society*, 75, 931-937.
- Farag, R.s., Hewedi F.M., Abu-Raiia, S.H. and El-Baroty G.S. (1992). Comparative study on the deterioration of oils by microwave and conventional heating. *Journal of Food Protection*, 55, 722-727.
- Galeano Diaz T., Duran Meras T., Sanchez Casas J., and Alexandre Franco, M.F. (2005). Characterization of virgin olive oils according to its triglycerides and sterols composition by chemometric methods, *Food Control*, 16, 339-347. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2004.03.014>
- Guerfel M., Ben Masour M., Ouni Y., Guido F., Boujnah D., and Zarrouk M. (2012). Triacylglycerols composition and volatile compounds of virgin olive oil from Chemlali cultivar: comparison among different planting densities. *The Scientific World Journal*, 1-6.
- Gutiérrez, F., Jiménez, B., Ruiz, A., and Albi, M. A. (1999). Effect of olive ripeness on the oxidative stability of virgin olive oil extracted from the varieties Picual and Hojiblanca and on the different components involved. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 121-127.
- International Olive Council (IOC) (2010) Method of analysis determination of the difference between actual and theoretical content of triacylglycerols with ECN 42, COI/T.20/Doc. No 20 /Rev. 3
- International Olive Council (IOC). (2011). Guide for the determination of the characteristics of oil-olives. COI/OH/Doc. No: 1.
- International Olive Council (IOC). (2015-a). COI/T.20/Doc.No.33 Determination of Fatty Acids Methyl Esters by GC
- International Olive Council (IOC). (2015-b). Trade standard applying to olive oils and olive-pomace oils. COI/T.15/NC No: 3/Rev: 8.
- Köseoğlu, O., Sevim D. and Kadiroğlu, P. (2016) Quality characteristics and antioxidant properties of turkish monovarietal olive oils regarding stages of olive ripening, *Food Chemistry*, 212, 628-634.
- Malheiro, R., Oliveira, I., Vilas-Boas, M., Falcao, S., Bento, A. and Pereira, J., A., (2009) Effect of microwave heating with different exposure times on physical and chemical parameters of olive oil. *Food and Chemical Toxicology*, 47, 92-97.
- Kaya, H., 2017, Sofralık Zeytin ve Zeytinyağı Teknolojisi, Bölüm 3: Türkiye’de Sofralık ve Yağlık Olarak Kullanılan Zeytin Çeşitleri, 29-41, ISBN:978-605-9175-73-9, İzmir
- Kesen S, Kelebek H, Sen K, Ulaş M, and Selli S., 2013, GC-MS-oflactometric characterization of the key aroma compounds in Turkish olive oils by application of the aroma extraction dillut, on analysis, *Food Research International*, 54, 1987-1994
- Sevim D., Koseoglu O. and Ozturk Gungor F., (2013) Effect of different growing area on triacylglycerol composition of cv. Gemlik olive oil of Turkey, *Journal of*

The Effect of Microwave Pre-Treatment on Fatty Acid and Triacylglycerol Composition of Ayvalık and Memecik Olive Oils

Agricultural Faculty of Uludağ University,
27, 1, 49-54.

Yahyaoui, A., Rigane, G. and Ben Salem, R. (2014). Microwave heating of different commercial Tunisian olive oil: Regarding to exposure times on physical and chemical parameters properties, *Biochemistry & Physiology*, 3:2, 1-5.

Yoshida, H. (1993), Influence of fatty acids of different unsaturation in the oxidation of purified vegetable oils during microwave irradiation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 62, 41-47.



Tam Sayılı Doğrusal Programlama Metodu İle Entansif Hayvancılık İşletmesinin Kapasite Planlaması : Konya (Ereğli) Örneği*

Hasan KARA*¹

Abdullah EROĞLU¹

Özet

Bu çalışmada düşük kapasiteli üretim yapan entansif süt işletmesinin kapasite kullanım derecesi(KKD) artırıcı bir kapasite planlaması yapılmıştır. İşletme; düşük sürü kapasitesini artırarak verimli üretim yapmayı amaçlamaktadır. Bu amaçla, üretime katkı sağlayacak yeni hayvan alımı ve üretime uzun süre gir(e)meyen hayvanların satışı sözkonusudur. Tasarlanan Tamsayılı Programlama (TP) modelinde yeni hayvanların alımı; normal şartlarda rutin üretim yapan bir işletmeye göre süt üretimini ve buzağı sayısını artırmakta, buzağuların bakım ve besleme maliyetini azaltmakta ve ekstra nakit girişi sağlamaktadır. Bu üretim modelinde, hayvan başına düşen birim işçilik maliyeti azalmakta ve yatırımların işletmeye geri dönüşü hızlanmaktadır. İşletme; üretim birimi olan sağmal sürüyü büyüterek ve maliyetleri azaltarak kâr maksimizasyonunu ve maliyet minimizasyonunu beraber gerçekleştirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Entansif Hayvancılık, Tamsayılı Programlama, Kapasite

Capacity Planning Of Intensive Stock Farming In Konya (Eregli) By Integer Linear Programming

Abstract

In this study, usage of capacity of intensive stock farming with low capacity was increased. The business, aims to produce efficiently by raising the low capacity. In order to achieve these objective, purchase of new animals and the sale of animals not considered to be in herd have been determined. Purchase of new animals related to integer programming model increases the milk production and the number of calves, reduces the maintenance and feeding costs of calves and provides extra cash inflow compared to a routine production. In this production model, unit cost per animal is reduced and the return of investments is accelerated. The company; realizes profit maximization and cost minimization by expanding the milk production unit and decreases the costs.

Answer Keys: Intensive Stock Farming, Integer Programming, Capacity

GİRİŞ

Günümüzde işletmeler; rekabet gücünü artırmak ve sürdürülebilir ekonomik başarıyı yakalamak amacıyla, en iyi ürünü, en düşük maliyet veya en yüksek kazancı elde edecek şekilde üretime yönelmektedir. Üretim, işletme için en temel faaliyetlerdendir. Üretim planlaması; belirli bir dönemde imkânlar ve hedeflere göre işletmenin hangi üretim düzeyinde optimum kârı elde edeceğini belirlerken, optimum girdiler ile işletme kapasitesinin etkin kullanımınıdır. Kapasite, işletmenin optimum çıktı için tüm avantaj ve yeteneklerini kullanma ölçüsüdür. Kapasite planlama; işletmenin fiziki yapısı, arz-talep durumu ve üretim hedeflerinin objektif değerlendirilmesidir. Kapasite planlamasının

doğru yapılmadığı durumlarda, düşük ya da yüksek kapasitede çalışıldığında, işletme içi veya dışı maliyet, stok ve finansman gibi birçok konuda problemler çıkmaktadır. Kapasite planlaması, işletmeye mevcut üretim durumunu görme ve doğru hedefler belirleme imkânı sunar. Tarımsal işletmeler, sanayi ve hizmet sektörlerine göre iklim, canlı hayvan ve bitkisel üretim gibi ilave faktörleri de göz önünde bulundurmaları gerekmektedir. Bitkisel ve hayvansal üretimde yüzlerce yıldır yapılagelen geleneksel yöntemler yerini kapasite ve üretim planlamalarının yapıldığı modern yöntemlere bırakmaktadır. Tarımda bilimsel çalışmaların artması, üretim süreçlerinde uygulanması ve teknolojinin kullanımının yaygınlaşması üretim düzeyinin yükselmesinde etkili olmaktadır. Entansif süt hayvancılığı yapan

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 06.06.2018

¹ Süleyman Demirel Üniversitesi İ.İ.B.F. Fakültesi İşletme Bölümü, Isparta, 05325691326, hasankara@hotmail.com

Bu çalışma, 4407-D1-15 numaralı SDU. BAP projesi ve aynı başlıklı doktora tezi kapsamındadır.

Bu çalışma, ICEB 16 ,2nd INTERNATIONAL CONGRESS ON ECONOMİCS AND BUSINESS, 30 May-3 June, Sarajevo/Bosnia and Herzegovina'da bildiri olarak sunulmuştur.

Tam Sayılı Doğrusal Programlama Metodu İle Entansif Hayvancılık İşletmesinin Kapasite Planlaması : Konya (Ereğli) Örneği*

modern ancak düşük kapasite ile verimsiz üretim yapan bir işletmenin verimi, çağ gruplarından yeni hayvanların alımı ve üretimin artması ile yükselir. Sürüye katılacak çağ gruplarından hayvanların hangi gruptan ne kadar olacağını doğru tespiti planlamanın ekonomik başarısı açısından önemlidir. Çağ grubu hayvanlarla birim işçilik maliyetleri düştüğü gibi yatırım maliyetlerinin işletmeye geri dönüşü de hızlanmaktadır. Yanlış hayvan seçimi, yüksek finansal yatırım yapan entansif işletmede hem para hem de zaman açısından kayıplar meydana getirmektedir.

Bu çalışmada, entansif bir süt işletmesinin 12 aylık dönemde, Tamsayılı Programlama (TP) ile tasarlanan model sayesinde kapasite kullanım derecesini (K.K.D.) artırılmıştır. TP modeli, hangi çağ grubundan kaç adet satın alınırsa kazancın optimum olacağını göstermiştir (Kara ve Eroğlu 2016).

Üretim

Şimşek (2007)'e göre işletme, "emek, sermaye ve diğer üretim faktörlerini planlı, bilinçli ve sistemli bir biçimde bir araya getirip mal veya hizmet üretimine yönelen ve amaçlarına ulaşmak için üretim kaynaklarının kullanımında ekonomik ve akılcı kararlar alan toplumsal, ekonomik ve teknik bir birimdir". İşletme, tüm faaliyetlerini müşteri talepleri ve piyasa şartlarını göz önünde bulundurarak planlamak durumundadır. Şimşek (2007)'e göre üretim, "hammadde, sermaye, emek ve girişimci gibi temel üretim faktörlerinin uygulaması ile insan ihtiyaçlarını karşılayan mal veya hizmetlerin meydana getirilmesidir". İlk çağlardan bugüne artan ihtiyaçları karşılamak için yeni üretim alanları oluşmaktadır.

Verimlilik; mevcut üretimin, bugün ne kadar iyi yapılırsa yapılsın, daha da iyileştirilmesi niyetidir. Bu anlayış, üretim birimlerinin ekonomik ve sosyal hayatta yaşanan değişimlere süratle tepki vermesini ve adaptasyonunu sağlar. Verimlilik; bir mal ya da hizmet üretiminde çıktı ile girdi arasındaki ilişkidir. Verimlilik aşağıdaki formülle ifade edilir:

Verimlilik = Çıktı / Girdi

Verimlilikte; ürün ile üretimde kullanılan insan gücü, hammadde, enerji ve makineler arasındaki ilişki anlatılır (Kayar 2012).

Globalleşen piyasa şartları, internetin gerçek ve sanal pazarları dönüştürmesi planlamaları

zorlaştırmaktadır. Üretim planlaması, işletmenin elinde bulunan tüm kaynakları olabildiğince etkin kullanarak pazar talebini karşılamayı sağlar. Üretim ve kapasite planlaması, üretim düzeyleri ve kapasite sınırları ile ilgilidir. Verim için üretim ve kapasite planlamaları yol haritası görevi yapar. Doğru yapılan bir kapasite planlaması, işletmeyi başlangıçta fazladan sabit yatırım zahmetinden, sonra da uzun dönemli verimsiz üretim koşullarının oluşmasından koruyabilir.

TDK (2016)'ya göre anlamı; "bir işletmenin üretim miktarı" olan kapasite endüstriyel alanda, "bir işletmede belirli bir dönemde ulaşılabilecek çıktı miktarı veya belirli bir dönemde işletmede kullanılan üretim faktörleri" şeklinde tanımlanabilir. Yüksel (2013)'e göre kapasite, üretim/işlemler yönetimine ilişkin birçok karar üzerinde kısıt oluşturmaktadır. Kapasite planlaması; maliyet, verimlilik, stok politikası, teknoloji, insan kaynakları ve müşteri ihtiyaçlarıyla yakından ilgilidir (Ayanoglu 2006). Planlama, işletmenin üretim kararı almasıyla başlar. Bu aşamada kapasiteyi tanımlayan ölçüler çok geneldir. Daha sonra tesis ve makinelerin tespiti ile genel kapasite detaylandırılır.

Kapasite hesaplamasında karşılaşılan zorlukları aşmada kullanılan yaklaşımlar çeşitli kapasite kavramlarını ortaya çıkarmıştır: teorik kapasite, pratik kapasite, fiili kapasite, âtlı kapasite ve optimum kapasite. Pratik kapasitenin fiili kapasiteye oranı olan *Kapasite Kullanım Derecesi* (KKD) de kapasite kullanımında önemli bir ölçektir. Pratik kapasitenin kullanılan kısmı olan KKD aşağıdaki formülle gösterilir:

$$\text{KKD (\%)} = \frac{\text{Fiili Kapasite}}{\text{Pratik Kapasite}}$$

Buna göre;

-KKD = 1 ise, tam kapasite,

-KKD > 1 ise, aşırı yükleme,

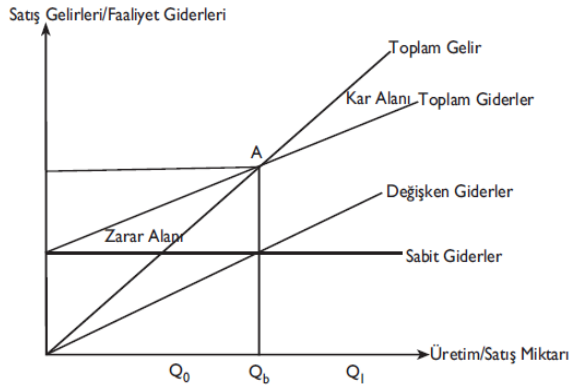
-KKD < 1 ise, düşük kapasite söz konusudur

(Duymaz ve Ergen 2013).

Yüksel (2013)'in bildirdiğine göre bir işletmede yüksek KKD hem üretim artışını hem de birim maliyetin düşük olduğunu gösterir. Ancak, kapasiteyi boş bırakmamak için gereğinden fazla üretmek stok maliyetlerinin artmasına ve işletmenin nakit sıkıntısı yaşamasına neden olabilir (Duymaz ve Ergen, 2013; Ersoy ve Ersoy, 2011).

Başabaş Noktası Analizi (B.B.N.)

Ürün ne kadar çok üretilirse kâr da o oranda artış gösterecektir ancak kaynakların en fazla kâr getirecek şekilde kullanılması gerekmektedir. Üretimi artırma niyeti ile sınırlı kaynakları etkin kullanma becerisinin beraber çalıştığı bir üretim modeli gereklidir. Kapasitenin tam kullanıldığı durum mutlak anlamda en fazla kâr getiren düzey olmakla beraber, en ekonomik koşulları göstermeyebilir (Yamak 2007). Belli bir üretim miktarının altında ve üstünde kaynaklar verimli kullanımdan uzaklaşır. İşletmenin toplam gelir ve toplam giderlerinin birbirini karşıladığı noktaya *Başabaş Noktası* denir.



Şekil 1. Başabaş Noktası (Şen, 2014)

Yukarıda Şekil 1.'de B.B.N. grafiği ile gider, gelir ve üretim miktarı arasındaki ilişki verilmiştir. B.B.N. Analizi, geçmiş dönemlere ait finansal tablolara dayandığından, statik bir analiz yöntemi olarak nitelendirilebilir. Ancak bu analiz ile gelecek dönemlerde ne gibi değişikliklerin ortaya çıkabileceği konusunda tahminler mümkün olduğundan dinamik bir yönünün de olduğu söylenebilir. B.B.N. analizinin bazı varsayımları şunlardır (Şen, 2014; Ersoy ve Ersoy, 2011):

- Değişkenler arasındaki ilişki kısa dönemlidir.
- Birim satış fiyatı, kabul edilen dönem içinde değişmemektedir.
- Analizi kapsayan dönem için belirlenen faaliyet hacmi değişmemektedir.
- Üretilen miktarın tamamı satılmaktadır. Diğer bir ifadeyle stoklama yoktur.
- Sabit varlıklar çeşitli üretim düzeylerinde aynı kalmaktadır.
- İşletme üretim politikasında değişiklik yoktur.
- İşletme tek çeşit mal veya hizmet üretmektedir.

Başabaş noktası, üretim hacmi (adet) ya da satış tutarı (₺) olarak hesaplanabilir. Eğer,

P; Birim satış fiyatı,

Q; Üretim ve satış miktarı,

V; Birim başına değişken gider,

F; Sabit giderler,

S; Toplam Satışlar

sembolleri,

Kâr = Toplam Gelir - Toplam Gider

yada

Kâr = Birim Satış Fiyat × Üretim Miktarı - (Sabit Gider + Değişken Gider)

denklemlerinde yerine yazılırsa,

$$\text{Kâr} = P \cdot Q - (F + Q \cdot V)$$

olacaktır. Başabaş noktası üretim miktarı (Q),

$$Q = \frac{S \cdot \text{Giderler}}{\text{Birim S. F.} - \text{Birim D. Gider}}$$

$$Q = \frac{F}{(P - V)}$$

şeklinde hesaplanır. Aynı şekilde, başabaş noktası satış tutarı (₺),

$$S_b = \frac{F}{(1 - (V / S))}$$

eşitliği ile elde edilir (Şen 2014).

Tamsayı Programlama (TP)

Yönelem Araştırması (YA); kaynakların etkin kullanımı, hatalı ürünlerin en aza indirilmesi, verimliliğin artırılması, ürün kalitesi ve müşteri tatmininin yükseltilmesi ve süreç optimizasyonu gibi pek çok konuda işletmelere yardımcı olmaktadır (Öztürk 2008). YA tekniklerinden Doğrusal Programlama (DP), "sınırlı kaynakların etkin kullanımı ile belirli bir amacı gerçekleştirmek için çözümlerden en optimal olanı hesaplamaktır" (Öztürk 2002). DP modeli; amaç fonksiyonu ve kısıtlayıcılardan oluşur. DP; işletmelerin karar alma süreçlerinde bilimsel bir yöntem olarak yaygınlaşırken, sektörlerin genel yapısı ve işletmelerin farklı özellikleri *Tamsayı Programlama*, *Hedef Programlama* ve *Dinamik Programlama* gibi yöntemleri ortaya çıkarmıştır (Kara ve Savaş 2015). DP modelinde, özellikle bazı sektörlerde model değişkenlerinin bütün olması ve tamsayı değerler alması, günlük hayatta kullanım ve uygulama açısından daha manalıdır. Bu sebeple bu tür problemlerde değişkenlerin pozitif tamsayı değerler aldığı Tamsayı Programlama (TP) öne çıkmaktadır (Öztürk 2008). DP modelinde, tüm alternatiflerden en uygun (optimum) olan strateji araştırılırken, TP modelinde ise, çok sayıda stratejiden değişkenleri *tamsayı* olan en uygun strateji araştırılmaktadır. TP kesirli değerler

Tam Sayılı Doğrusal Programlama Metodu İle Entansif Hayvancılık İşletmesinin Kapasite Planlaması : Konya (Ereğli) Örneği*

alamadığı için TP modelinde “bölünebilirlik ” varsayımı söz konusu değildir (Timor, 2010; Öztürk, 2008). TP modelinin genel yapısı aşağıdaki gibidir.

Amaç Fonksiyonu (Maksimize/Minimize)

$$Z_{\max/\min} = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n$$

Kısıtlayıcılar

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n \leq \geq b_1$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n \leq \geq b_2$$

$$\dots \dots \dots \dots \dots \dots$$

$$\dots \dots \dots \dots \dots \dots$$

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n \leq \geq b_m$$

Pozitiflik Kısıtı

$$X_1, X_2, \dots, X_n \geq 0$$

Tamsayı Kısıtı

X_1, X_2, \dots, X_n Tamsayıdır (Öztürk 2008).

Modelde, Z ile gösterilen amaç fonksiyonun değeri; problemde değişkenler tamsayı olmak zorunda olduğundan klasik DP modelinin optimum çözümünden çoğunlukla farklı çıkmaktadır. TP, kısıtları bozmadan sonucun tamsayı olmasını sağlamaktadır.

DP ve TP modelleri yatırım, üretim ya da kapasite planlamasında kullanılmaktadır. Tarım sektöründe bilgi ve teknoloji kullanımının artarak devam etmesiyle sektörün gelecekte TP gibi yöntemleri daha fazla kullanarak değerini ve stratejik önemini daha da artıracığı söylenebilir (Kara ve Eroğlu 2016).

Tarım

Tarım, “bitkisel ve hayvansal ürünlerin; üretilmesi, kalite ve veriminin yükseltilmesi, uygun koşullarda korunması, işlenmesi ve pazarlanması” şeklinde tanımlanmıştır (TDK 2016). Tarım, toplumların gelişimi ve yaşamlarını sürdürmesindeki rolü; globalleşen ekonomi, dinamik ve rekabetçi pazar ortamında her geçen gün artmaktadır. Tarım, fiziksel ve biyolojik çıktı üreten bir sektör olmanın ötesinde küçük aile işletmeleri, büyük şirket çiftlikleri, kredi ve diğer girdileri sağlayan işletmeler, tarımsal mamulleri işleyerek yeni mamul üreten işletmeler, taşımacılar, perakendeciler ve toptancılar gibi çok sayıda ekonomik birimi içine alan büyük bir sistemdir. Tarım; Türkiye'nin ulusal gelirinde yaklaşık % 9.20 ve istihdamında da %23.70 pay sahibi olduğundan, ekonomik olduğu kadar sosyal yönden de stratejik bir sektördür (TÜİK 2009). Türkiye, coğrafik ve iklimsel özellikleri ile tarım

sektörünün iki ana bölümü olan bitkisel ve hayvansal üretimde büyük potansiyele sahiptir.

Bitkisel üretim, tarla tarımı ve bağ-bahçe tarımı ile uğraşmak suretiyle her türlü bitkiyi uygun şekilde yetiştirip ürün elde etmektir. İnsan ve hayvanların beslenmesinde en temel besin kaynakları bitkisel üretimle elde edilmektedir.

Hayvansal üretim; yüksek katma değer ve istihdam imkânları ile tarım içinde önemli paya sahiptir. Hayvancılıkta bir taraftan et ve süt üretimi yapılırken, diğer taraftan yem bitkileri üretimine zemin hazırlanarak kaba yem üretimine talep oluşturulmaktadır. Bu yönüyle hayvansal üretim, bitkisel ve hayvansal üretimin entegrasyonunu sağlayan bir fonksiyona sahiptir (Kara ve Eroğlu 2016).

Geçmişten günümüze bitkisel ve hayvansal üretimde önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Bu gelişim sürecini yansıtan ekstansif ve entansif isimli iki ana üretim yöntemi mevcuttur. Ekstansif (ilkel) tarım, az emek ve giderle geleneksel yöntemlerle yapılır. Ekstansif tarım büyük oranda iklim koşullarına bağlıdır, bu sebeple ekilen tarım alanlarının miktarı değişmediği halde, yağıştaki değişime göre üretim miktarında yıllara göre büyük dalgalanmalar görülmektedir (Anonim 2018a). Türkiye’de daha çok ekstansif tarım yöntemi yaygındır. Bu sebeple, tarımsal üretimde verimin düşük olduğu ve iklimsel değişimlere açık olduğu söylenebilir.

Ekstansif hayvancılık, çoğunlukla küçük işletmelerin uyguladığı geleneksel yöntemdir. Hayvanlar otlaklarda otlatılır, ahırlarda saman gibi düşük kaliteli kaba yemlerle yetersiz besleme yapılır. Ekstansif hayvancılık işletmeleri, ticari yaklaşımları zayıf olduğundan genellikle kendi ihtiyaçlarını karşılamakta, yeterli kazanç elde edememekte ve ekonomik krizlerden daha çok etkilenmektedirler (Anonim 2018b). Türkiye’de yaygın olan ekstansif hayvancılıktır.

Entansif tarım, modern üretim yöntemleri ile yapılan tarımdır. Entansif tarımda; sulama ile yetişebilen sebze ve endüstri bitkilerinin ekimi önem kazanmaktadır (Anonim 2018a). Türkiye’de entansif tarım her geçen gün yaygınlaşmaktadır.

Entansif hayvancılık ise, yüksek verim elde etmek amacıyla, genetik özellikleri iyileştirilmiş hayvanları en ileri yöntemlerle bakıp besleyerek yapılan verimli hayvancılıktır. Entansif tarımda olduğu gibi entansif hayvancılıkta da görece olarak

daha çok sermaye yatırımı yapılmakta ve daha yüksek verim ve kâr elde edilmektedir. Hayvanlar modern ahırlarda mısır silajı, yonca ve kesif yem gibi değişik kaliteli yem kaynakları ile hayvan refahına uygun beslenmektedir (Anonim 2018b). Bu sebeple entansif işletmelerin ekonomik krizlere karşı daha güçlü oldukları söylenebilir. Tarım, gelişmişlik düzeyi ne olursa olsun dünyada tüm ülkelerin ekonomik hayatlarında önemli bir yere sahiptir. Gerek süt üretimi gerekse et üretiminde dünya ile yarışabilecek bir hayvancılık sektörü oluşturabilmenin yolu entansif hayvancılıktan geçmektedir. İşletmenin süt ya da et üretim amacına göre, nitelikli ırklardan hayvanlarını kaliteli yemlerle, hijyenik bakım-besleme şartlarında modern bir şekilde yetiştirmesi gerekmektedir (Kara ve Eroğlu 2016). Türkiye'nin dünya ve özellikle AB ile rekabet edebilecek yapısal değişiklikleri modern hayvancılıkta yapması gerekmektedir. Bu alanda ilk çözülmesi gereken sorunlardan birisi işletme büyüklüğüdür. Türkiye'de işletmelerin ölçeği diğer ülkelere göre oldukça küçüktür. AB'de çiftlik başına sağmal 32.20 baş iken, Türkiye'de bu ortalama 4.50 baş civarındadır. Ülkemizde işletme sayıları; 2011 yılında 1 744 859 iken 2013 yılında işletme sayısı 1 250 947 olmuştur. Süt işletmelerin %76.30'u 1-10 baş, %98.38'lik bir kısmı da 50 baş hayvandan daha az sayıda çiftliklerden oluşmaktadır. İşletmenin küçük

ölçekli olması; girdi maliyetlerinin yüksek olmasına, süt ve süt ürünlerinin pazarlaması ve genel anlamda verimli süt üretiminde zorluklara neden olmaktadır (Anonim 2014). İşletmeler; başarılı hayvansal üretim için hayvan ve süt miktarını artırmak yerine birim hayvan başına sütün artırılmasına odaklanabilir. Genel olarak her yerde her koşulda tek bir sürü büyüklüğünün ekonomik olmayacağı açıktır. Ancak entansif işletme koşulları maliyet unsurları dikkate alındığında en az 80 baş sağmal kapasitesi başlangıç noktası olabilir. Ortalama ekonomik sürü büyüklüğü olarak ise 176 baş sağmal kapasitesi dikkate alınmalıdır (Göncü ve Görgülü 2011'den). Entansif işletmelerde, optimum sayıda kaliteli hayvan bulunması, düşük yem ve işçilik maliyetleri ile güçlü finansal yapıda üretim yapma rekabet gücünü artırmaktadır (Kara ve Eoğlu 2016).

Türkiye'de süt sığırcılığında zamanla önemli yapısal değişiklikler gerçekleşmiştir. 1990-2015 arasında, Türkiye'nin toplam sığır sayısı 11 377 000 baş hayvandan, dalgalanmalarla 14 595 000 adete çıkmıştır. Bu dönemde, 1990 yılında toplam sığır varlığı içinde %8.90'lık en düşük payı olan kültür ırkları, 2015 yılında %44.38'e yükselmiştir. Melez ırklar ise, aynı dönemde kültür ırkları kadar olmasa da %32.26'dan, %42.12'e çıkmıştır. Bu dönemde yerli ırkların sığır varlığı içindeki payı %58.84 den %13.49'a gerilemiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. 1990-2015 Yılları Arasında Türkiye'de Irklara Göre Sığır Varlığı (Baş)

YIL	KÜLTÜR		MELEZ		YERLİ		TOPLAM
	Baş	Yüzde	Baş	Yüzde	Baş	Yüzde	
1990	1 013 000	8.90	3 670 000	32.26	6 694 000	58.84	11 377 000
1995	1 702 000	14.44	4 776 000	40.51	5 311 000	45.05	11 789 000
2000	1 806 000	16.78	4 738 000	44.36	4 217 000	38.35	10 761 000
2005	2 354 957	22.37	4 537 998	43.11	3 633 485	34.52	10 526 440
2010	4 197 890	36.90	4 707 188	41.40	2 464 722	21.70	11 369 800
2015	6 477 969	44.38	6 147 665	42.12	1 969 872	13.49	14 595 506

Kaynak: (TÜİK 2014-2015)

Türkiye'de sığır varlığında özellikle kültür ve yerli ırkların tercihinde ters orantı dikkat çekmektedir. Hayvancılıkla uğraşan üreticilerin yerli ırkları bırakarak kültür ırklarına yöneldikleri söylenebilir. Çizelge 4'e göre; 1990-2007 yılları arasında, kültür ırkı ile elde edilen süt oranı artarken yerli ırkın süt üretimi içindeki oranı

azalmıştır. Entansif süt işletmelerinin hayvan başına süt üretimini en yüksek seviyeye çıkarabilmek için tercih edebileceği en uygun kültür ırklarından biri yüksek verime sahip hoştayn ırkıdır.

Çizelge 4: 1990-2007 Yılları Arasında Türkiye'de Sığır Irklarına Göre Süt Üretimindeki Değişim

YILLAR	KÜLTÜR	%	MELEZ	%	YERLİ	%	TOPLAM
1990	1 544 720	19.40	3 878 470	48.72	2 537 450	31.87	7 960 640
1995	2 581 711	27.83	4 751 023	51.22	1 942 578	20.94	9 275 312
2000	2 639 113	30.22	4 591 861	52.59	1 501 067	17.19	8 732 041
2005	3 596 017	35.87	4 646 857	46.35	1 783 328	17.79	10 026 202
2006	4 295 367	39.53	4 884 590	44.95	1 687 345	15.53	10 867 302
2007	5 050 533	44.78	4 608 728	40.86	1 620 079	14.36	11 279 340

Kaynak: (Çukur ve ark. 2009'dan)

Son yıllarda süt üreticileri, ürettikleri sütün getirisinin azlığı ile yem maliyetlerinin yüksekliği sebebiyle ciddi ekonomik sıkıntılar yaşamaktadır. Üretilen sütün fiyatı ile maliyeti arasında yetiştirici aleyhine fark söz konusudur (Göncü ve Görgülü 2011'den). Süt ve yem fiyatı arasındaki ilişkiyi gösteren "süt/yem oranı" süt üretiminde sürdürülebilirliği sağlamak için 1.50 ile 2 arasında olması gerekmektedir. Söz konusu oran AB ve ABD'de yaklaşık 2.00 (1 lt süt=2 kg kesif yem) kadardır (Çukur ve ark. 2009'dan). AB ülkelerinde süt/yem oranı 2'nin altına düşmeyecek şekilde yasal düzenlemelerle üretici korunmaktadır. Türkiye'de 1995 yılına kadar hayvancılıkta fiyat istikrarı ve pazar güvencesi sağlayan Süt Endüstrisi Kurumu (SEK)'nin kapatılması piyasa dengesini bozmuş ve maliyetlerde ciddi dalgalanmalar yaşanmıştır. Bu süreçte süt fiyatları sürekli dalgalanma göstermiş, süt fiyatı/yem oranı 0.90 ile 1.60 arasında (Göncü ve Görgülü 2011'den) düşük bir bantta değişim göstermiştir. Sonuç olarak; süt fiyatlarındaki düşüş, yem fiyatlarındaki artışla beraber değerlendirdiğinde, işletmelerin büyük risklere açık olduğu söylenebilir. İşletmelerin, piyasalardaki fiyat/maliyet dengesizliğinden olumsuz etkilenmemesi için, amaçlarına uygun optimum kapasite ile üretim gerçekleştirilmesi gereklidir (Kara ve Eroğlu 2016).

Literatür

Geçmişten günümüze tarım sektörüyle ilgili akademik çalışmalarda DP yöntemi sıklıkla kullanılmaktadır. Bazaraa ve Bouzاهر (1981) zirai planlama için hedef DP modelini tasarlamıştır. Altun (1992), DP kullanarak Polatlı'da tarım işletmelerinde optimum işletme büyüklüğünü hesaplamıştır. Cankurt ve Konak (2004), üretimde uygun ürün bileşimini DP modeliyle belirlemişlerdir. TP yöntemi, değişkenlerin bütün olmasının anlamlı olduğu problemlerde kullanılmaktadır. Butler ve ark.

(1995), iki periyotlu gezgin satıcı süt taşıma probleminde TP gevşetme yöntemini uygulamıştır. Pinto ve Grossmann (1998), tek hatlı yoğurt üretimini karma bir TP modeli ile tasarlamıştır. Leewattanayingyong ve Ritvirool (2007), TP ile süt üretimi probleminin matematiksel modelini geliştirmiş ve kârlılığı % 4 artırmıştır.

Literatürde, TP modelinin kurulumu, uygulaması ve çözümü DP'ye göre daha zor olduğundan tarım ve hayvancılıkta TP çok kullanılmamıştır. Bu araştırmada sağmal sürünün küçük olması; işçilik maliyeti, yem maliyeti ve düşük kârlılıkla işletmeyi belirsizlikler ve ekonomik risklere açık hale getirmektedir. İşletme; üretime direk katılmayan buzağı ve danalarla zaman kaybetmek istememekte, üretimi sürüye yeni katılacak gebe düvelerle artırmayı planlamaktadır. Bu süreçte yeni hayvan alımı, birim işçilik maliyetini düşüreceği gibi yatırımların geri dönüşünü de hızlandırmaktadır (Kara ve Eroğlu 2016). İşletmenin mevcut yapısına göre, işletmenin kârlılığını optimum yapacak ve üretim kapasitesini artıracak yeni hayvanlar nasıl olmalıdır?

Bu araştırmanın amacı, entansif süt işletmesinin kapasitesini (kullanım derecesini) TP tasarımı ile artırmaktır. TP ile kurulan model, amaç fonksiyonu, kısıtlayıcılar ve tamsayı değişkenlerden oluşmaktadır. KKD artırımında girdiler minimize edilirken üretim çıktısı optimum yapılmaktadır. Etkin bir planlama, verimli üretim ve sürdürülebilir kârlılık ile işletmenin ekonomik başarısı ortaya çıkabilir.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Konya ili Ereğli ilçesi Zengen Mahallesinde entansif bir süt işletmesinde yapılmıştır. Konya merkeze 153 km uzaklıktaki Ereğli, Emirgazi, Aksaray, Bor, Niğde, Ulukışla, Karaman, Mersin, Halkapınar ve Karapınar'a komşudur.



Şekil 2. Konya İli Ereğli İlçesi Haritası (Anonim, 2017a)

Yukarıda Şekil 2’de görüldüğü gibi Ereğli çevre illere ulaşımı kolay bir geçiş noktasındadır. Karasal iklim şartlarının hâkim olduğu Ereğli hayvancılık yapmaya elverişli bir iklim yapısındadır. Başta Ereğli olmak üzere Konya ili; büyükbaş hayvancılıkta, et ve süt üretiminde büyük atılımlar yapmaktadır. Konya, 2014 yılında hayvan varlığını yüzde 17 artırarak 740 148 büyükbaş hayvan sayısına ulaşmıştır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre Konya, 2015 yılında, büyükbaş hayvan sayısı ve süt üretiminde tüm iller arasında birinci olmuştur. Yine Konya, 2015 yılında 1 018 917 ton süt üretimiyle de Türkiye’de birinci olmuştur (Anonim 2016). Bu istatistiklere bakıldığında, Konya’nın büyükbaş hayvancılıkta önemli bir merkez olma yolunda güçlü adımlarla ilerlediği söylenebilir (Kara ve Eroğlu 2016).

İşletme; 63 dekar arazide, 720 hayvan kapasiteli ahırlar, yönetim binası, sağımhane, doğumhane, revir, yem depoları ve yatakhane bölümlerinden oluşmaktadır. İşletmede 1 adet kepçe, 2 traktör, 1 yem karma makinası ve 2 binek aracı çiftlik işlerinde kullanılmaktadır. İşletmede, 150 adet hoştayn sağmal inek ve 100 adet (buzağı ve dana) genç hayvan bulunmaktadır. İşletme; 6 işçi, 1 zooteknist, 1 veteriner ve 2 yöneticiden oluşan bir kadroyla üretim yapmaktadır. Çalışmanın ana materyali, 2013-2015 yılları muhasebe ve üretim kayıtları, yönetim raporları ve güncel piyasa fiyatlarıdır. Aşağıda Şekil 3’te işletmenin yerleşim planı verilmiştir.



Şekil 3. İşletme Yerleşim Planı (Anonim 2017b)

Şekil 3.’e göre işletmenin geniş üretim alanı dikkat çekmektedir. İşletme, mevcut kapasiteyi optimum kullandıktan sonra şu an yem bitkileri ekimi yapılan alanlarda yeni ahırlar, depolar, yem ünitesi ve gübre işleme ünitesi gibi bölümlerle genişletilebilir.

İşletme, ana gelir kaynağı süt, gider kalemleri de yem, personel ve genel giderlerdir. İşletme giderlerinin yaklaşık %70’ini kaba ve kesif yem oluşturmaktadır. Mısır silajı, saman ve kuru yonca gibi kaba yemler hasat sezonunda yıllık ihtiyaca göre toptan alınmaktadır. Kesif yem ise yem fabrikasından sözleşme çerçevesinde indirimli alınmakta, ödeme ve teslimatlar dönem dönem gerçekleşmektedir.

Genel olarak işletmenin mali durumuna bakıldığında, 118000 ₺ (40549\$) aylık süt geliri ve 37000 ₺ (12714\$) personel maliyeti dikkat çekmektedir. İşletme bir aylık buzağıyı ortalama 1300 ₺ (446\$) fiyatla satmaktadır. İşletmenin son 6 ayda ortalama 25000 ₺ /ay (8591\$) kazanç elde etmiştir (Kara ve Eroğlu 2016).

Bulgular ve Tartışma

İşletmenin kapasitesi fiziki yapı ile yakından ilgilidir. İşletmede gerek ahırlar gerekse sağımhane yüksek kapasiteye göre inşa edilmiştir. Bunların dışında buzağı kulübeleri ve yem karma makinaları da işletme optimum kapasitesine göre alınmıştır.

-Entansif süt işletmesinin; 360 inek, toplamda 720 hayvanı barındırma kapasitesinde ahırları mevcuttur. İşletme, ahırlarında 150 inek barındırmakta ve ahırların KKD’si %42’dir.

-İşletme sağımhanesi 18x2 şeklindedir. Hayvan az olduğundan sağımhanenin 18’ lik bir bölümü kullanılmadan günlük 500 hayvan sağılmaktadır. Sağımhanede 150 inek sağılmakta ve KKD %30 olarak gerçekleşmektedir.

Tam Sayılı Doğrusal Programlama Metodu İle Entansif Hayvancılık İşletmesinin Kapasite Planlaması : Konya (Ereğli) Örneği*

-Entansif süt işletmesinde her 5 inek için 1 buzağı kulübesinin olması yıl içine dağılmış doğumlarda buzağı kulübesi ihtiyacını karşılayabilir. İşletmenin elindeki 50 buzağı kulübesi 250 ineğin ihtiyacını karşılayabilir. Buzağı kulübelerinde 150 inekten dolayı KKD %60 olarak hesaplanmıştır.

-İşletmesinin 20 m³ kapasiteli yem karma makinası farklı gruplara yem hazırlamaktadır. Makine, günlük 1000 hayvanın yemini hazırlayabilir. İşletmedeki toplam 250 hayvan düşünüldüğünde, KKD %25 tir.

Süt işletmesinde işgücü maliyetinin çoğunluğu sağmal hayvanlarla ilgilidir. Birim işçilik ücretinin hesabını sağmal sayısına göre yapmak uygundur. Aylık 37000 ₺ işgücü maliyetinden hayvan başına birim işçilik maliyeti;

B.İşçilik Maliyeti=İşçilik G./(Hayvan S.*30)
=37000/(150*30)=8,22₺/baş şeklinde hesaplanır.

Bu birim işçilik ücreti, bölgedeki süt işletmelerinin 2,5 ₺/baş olan günlük ortalama birim işçiliğinden oldukça yüksektir. İşletme 32 yeni hayvan aldığımda birim işçilik maliyeti;

B.İşçilik Maliyeti= İ. Giderleri/(H. Sayısı * 30)
=37000/(182*30)=6,77₺/baş

seviyesine düşmektedir. Bu sonuç; işletmenin sağmal sayısını artırarak birim işçilik ücretini hızla piyasa ortalamasına indirebileceğini göstermektedir. İşletme, 2,5 ₺/baş birim işçilik maliyetine ineceği minimum hayvan sayısı; Hayvan Sayısı = İşçilik Gid./(Ort. B.İşçilik * 30)
= 37 000 / (2.5*30) = 493 adet olarak hesaplanır.

Bu sağmal sayısına kadar piyasa ortalamasının üstünde maliyetlerde üretimin yapılacağı açıktır. İşletme, 493 sağmal hayvana sahip olduğunda, işçilik maliyeti açısından ölçek ekonomisinin yararlarını görmeye başlayacaktır (Kara ve Eroğlu 2016). İşçilik maliyeti, yem gibi diğer değişken maliyetlerden farklı yapıdadır. Yem maliyeti üretimdeki hayvan başına artma ve azalmaya hızlı tepki vererek değişirken, işçilik maliyeti özellikle düşük kapasiteli bir işletmede sabit maliyet gibi uzun bir süre işletmeyi olumsuz etkileyebilir. İşlerin düşük kapasite sebebiyle daha yüksek işçilik ücretleri ile yapılması işletmenin kârlılığını azalttığı gibi büyüme hedeflerini ötelere. Bir diğer önemli sorun, entansif süt işletmesinde çalışacak nitelikli işgücü bulunamamasıdır. Niteliksiz işgörenele üretim yapılırken aslında, hayvanlarda, makinalarda ve üretim sisteminde büyük sorunlar

oluşabilir. Rasyonda yem kaynaklarının kalitesiz olması, süt miktarındaki değişiklikler ve hayvanların davranışlarından kısa sürede farkedilirken, niteliksiz işgörenin yol açtığı zararlar uzun sürede ortaya çıkabilmektedir. İşletme; işgörenin planlı çalışmama veya özensizliği ile ilgili sorunları hızlı fark edememekte, farkına vardığında da seri çözüm üretememektedir.

Bu çalışmada tasarlanan modelin uygulama süresi B.B.N. analizi ile yaklaşık 12 ay olarak hesaplanmıştır.

TP Modelinin Kurulumu

İşletme; sürüsünü büyütürken, bir taraftan buzağı ve danaları satarak yeni hayvanlar alırken, diğer taraftan aynı dönemde doğacak buzağuları doğumdan en geç 1 ay sonra satmayı planlamaktadır. İşletmenin, hayvan alımında dikkat ettiği koşullar aşağıdadır:

-Yatırımın toplam bütçesi 320 000 ₺ (109 965\$) olarak öngörülmektedir. Bütçe, 170 000 ₺ hayvan alımı ve 150 000 ₺ ilave yem alımına tahsis edilmektedir.

- İşletme 2 ile 7 ay arası gebelikte düveler satın almayı planlamaktadır. “Çağ Grupları” denilen, işletmenin almayı istediği bu hayvanların sayısı, modelin karar değişkenleri olarak belirlenmiştir.

-İşletme, yeni hayvan alım dönemini bir yıl (12 ay) olarak belirlemiştir. Eylül 2015’te başlayan bu dönemde her ay 30 gün olarak kabul edilmektedir. 1 Eylül 2015’te döviz kuru (1\$= 2.91₺) şeklindedir.

-İşletmenin yeni alınacak hayvanlar için ilave sabit yatırıma ve yeni işçiye ihtiyacı yoktur.

-İşletme, faaliyetleri gereği dönem başı kaba yemini stok yapmaktadır. Alınacak çağ grubu hayvanların yıllık kaba yemleri (kuru yonca, mısır silajı ve saman) hasat döneminde (Haziran-Temmuz) temin edilmektedir. Böylece kaba yem, mevsimsel değişimlerden etkilenmeden temin edilmektedir.

-İşletme,alacağı hayvanlara kan tahlili yapmakta, karantina uygulamakta ve sonrasında hijyen ve koruyucu hekimliğe dikkat etmektedir.

-Yüksek genetik özellikli ve sağlıklı Hoştayn gebe düvelerden boyu 135 cm den uzun olanlar tercih edilmektedir.

-İşletmenin süt satış fiyatı 1.30 ₺ dir.

-Hayvanların birinci doğumda ortalama süt verimi

23 L/gün, ikinci doğumda ise 28 L / gün olmaktadır.

-İşletme; bakım, besleme ve sağlık koşullarına dikkat ederek buzağı ölümlerini önlediği kabul edilmektedir.

-İşletme, önceki dönemlerde 2 aylık gebe düveleri tercih etmemekle birlikte mecbur kaldığında almıştır. Aynı şekilde işletme, 7 aylık gebe düveleri talep etmesine rağmen her zaman istediği kadar bulamamaktadır. Bu sebeple işletme; 2 aylık gebe düvelerin toplam alınan hayvanda en fazla 5, 7 aylık gebe düvelerin ise en fazla 3 adet olmasını kararlaştırmıştır.

-Tüm girdiler ile çıktılar arasında doğrusal ilişki olduğu kabul edilmiştir.

-İşletme, maliyetleri minimize ederken çıktıyı maksimize etmeyi hedeflemektedir (Kara ve Eroğlu 2016). İşletme; TP modelinin karar değişkenlerini Çizelge 1.'de tanımlamıştır.

Çizelge 1. Çağ Grupları Tablosu

Çağ Grupları	Modelin Karar Değişkenleri
2 Aylık Gebe Düve	2 Aylık Gebe Düve Sayısı (X1)
3 Aylık Gebe Düve	3 Aylık Gebe Düve Sayısı (X2)
4 Aylık Gebe Düve	4 Aylık Gebe Düve Sayısı (X3)
5 Aylık Gebe Düve	5 Aylık Gebe Düve Sayısı (X4)
6 Aylık Gebe Düve	6 Aylık Gebe Düve Sayısı (X5)
7 Aylık Gebe Düve	7 Aylık Gebe Düve Sayısı (X6)

Çizelge 1.'de verilen 6 çağ grubunun sayıları modelin karar değişkenlerini oluşturmaktadır. Çağ grupları alımında yapılan değişik harcamalar ise Çizelge 2'de tablolandırılmıştır.

Çizelge 2. Çağ Grupları Alım Maliyetleri

Çağ Grupları	Alış Fiyatı	Nakliye	Komisyon	Tahlil	Diğer	Toplam
2 Aylık Gebe Düve	4300	100	200	50	80	4 730
3 Aylık Gebe Düve	4500	100	200	50	80	4 930
4 Aylık Gebe Düve	4900	100	200	50	80	5 330
5 Aylık Gebe Düve	5200	100	200	50	80	5 630
6 Aylık Gebe Düve	5500	100	200	50	80	5 930
7 Aylık Gebe Düve	5800	100	200	50	80	6 230

Çizelge 2'ye göre, doğumu yakın hayvanın alım maliyetinin daha yüksek olduğu görülmektedir. 2 aylık gebe bir düvenin maliyeti 4730 ₺ (1 625\$) iken 7 aylık bir gebe düvenin maliyeti 6 230 ₺ (2140\$) dir.

Çağ gruplarının işletmeye gelmesinden sonra en önemli harcama kalemi yemdir. Hayvan yeminde değişik yem kaynaklarından ihtiyaca göre belirli oranlarda (rasyon) bulunması gerekmektedir. Ekonomik ve sürdürülebilir hayvansal üretim hedeflendiğinde dengeli bir yem önemli role sahiptir. Bölgede ekonomik olarak temin edilebilen mısır silajı, yonca ve saman gibi kaba yemler, kesif yem, vitamin ve mineraller işletmenin yemini oluşturmaktadır. Çizelge 3'te işletmenin değişik grup hayvanlar için hazırladığı

yemler, miktarları ve maliyetleri karşılaştırılmalı olarak verilmiştir. Çizelgeye göre işletme hayvan grupları içinde, sağmal ineklerin günlük 16.61 ₺ ile en yüksek maliyetli grup olduğu görülmektedir. Kuru dönem ve ileri gebe grupları günlük 7.32 ₺ ve düve grubu da 5.29 ₺ yem (rasyon) maliyeti oluşturmaktadır (Kara ve Eroğlu 2016).

Yemin önemli bir bileşeni olan mısır silajı, hayvanların enerji ihtiyaçlarını karşılar. Çizelge 4'teki çağ gruplarının mısır silajı tüketimlerine göre 5,6 ve 7 aylık gebe bir düve, 678,72 ₺ (233,2\$) tutarında mısır silajı tüketimiyle en yüksek, 2 aylık gebe bir düve ise, hayvan başına 480,9 ₺ (165 \$) tutarında mısır silajı tüketimiyle en düşük mısır silajı maliyetini oluşturmaktadır.

Çizelge 3. İşletmenin Rasyon İçerikleri ve Maliyetleri

Rasyon (Yem) Maaliyetleri

**Tam Sayılı Doğrusal Programlama Metodu İle Entansif Hayvancılık İşletmesinin Kapasite Planlaması
: Konya (Ereğli) Örneği***

		Kesif Yem	Yonca	Mısır Silajı	Saman	Vitamin	ByPass	Mix	
		Maliyet	Maliyet	Maliyet	Maliyet	Maliyet	Maliyet	Maliyet	Toplam Maliyet
		0,95	0,55	0,14	0,30	3,20	4,12	7,00	
Sağmal	Kg	9,80	5,00	18,70	0,39	0,05	0,30	0,06	
Günlük Maliyet	₺	9,31	2,75	2,61	0,12	0,16	1,23	0,42	16,61
Kuru+İGebe	Kg	5,00	1,00	3,00	3,45	0,02	0,12	0,00	
Günlük Maliyet	₺	4,75	0,55	0,42	1,03	0,08	0,49	0,00	7,32
Düve	Kg	3,00	1,50	3,00	4,00	0,00	0,00	0,00	
Günlük Maliyet	₺	2,85	0,82	0,42	1,20	0,00	0,00	0,00	5,29

Çizelge 4. Çağ Grupları Dönemsel Kaba Yem Maliyetleri

Çağ Grupları	Mısır Silajı Maliyeti (₺)	Yonca Maliyeti (₺)	Saman Maliyeti (₺)	Toplam (₺)
2 Aylık Gebe Düve	480,90	569,25	259,65	1 309,8
3 Aylık Gebe Düve	546,84	627,00	227,16	1 401,0
4 Aylık Gebe Düve	612,78	684,75	194,67	1 492,2
5 Aylık Gebe Düve	678,72	742,50	162,18	1 583,4
6 Aylık Gebe Düve	678,72	734,25	157,23	1 570,2
7 Aylık Gebe Düve	678,72	726,00	152,28	1 557,0

Yonca, süt üretiminde, hayvanların sağlık ve performansları açısından en önemli yem bileşenlerindedir. Çizelge 4'e göre, 5 aylık gebe bir düve 742,25 ₺ (255\$) tutarında yonca tüketimiyle en yüksek, 2 aylık gebe bir düve ise, 569,25₺ (195,6\$) tutarında yonca tüketimiyle en düşük yonca maliyetini oluşturmaktadır.

Ekstansif hayvancılığın ana besin kaynaklarından olan saman, modern bakım ve besleme yapılan entansif hayvancılıkta çok az kullanılan bir kaba yemdir. Çizelge 4'te çağ gruplarının saman tüketimi incelendiğinde, 2 aylık gebe bir düve 259,65 ₺ (89,22 \$) tutarında saman tüketimiyle en yüksek, 7 aylık gebe bir düve de 152,28 ₺ (52,3\$) tutarında saman tüketimiyle en düşük saman maliyetini oluşturmaktadır.

Çizelge 4'de çağ gruplarının dönemsel kaba yem maliyetleri karşılaştırmasına göre, işletmenin kullandığı mısır silajı, yonca ve samanda dikkat çekici noktalar görülmektedir. Çağ gruplarının mısır silajı ve yonca maliyetleri aynı yönde, saman maliyeti ise ters yönde gelişmektedir. Çağ gruplarının gebelik ayı ilerledikçe mısır silajı ve yonca tüketimi süt üretimine bağlı olarak artmakta iken saman tüketimi azalmaktadır. Toplam kaba yem maliyetlerinde, 5 aylık gebe bir düve 1 583,4 ₺ (544\$) ile en yüksek, 2 aylık gebe bir düve ise, 1 314,75 ₺ (451 \$) ile en düşük kaba

Çizelge 5. Çağ Grupları Dönemsel Rasyon Maliyetleri

yem maliyetine sahip çağ grubudur.

Çağ gruplarının yem bileşenleri içinde bir diğer önemli besin kaynağı kesif yemdir. Çizelge 5'e göre, çağ gruplarının kesif yem tüketimleri incelendiğinde, 6 aylık gebe bir düve 2 804,40 ₺ (963,70 \$) tutarında kesif yem tüketimi ile en yüksek, 2 aylık gebe bir düve ise, hayvan başına 2 109 ₺ (724,70\$) tutarında kesif yem tüketimi ile en düşük kesif yem maliyetini oluşturur. Çağ gruplarının kesif yem tüketimleri ve maliyetlerinin, gebelik ayı dolayısıyla süt üretimi ile aynı yönde arttığı görülmektedir (Kara ve Eroğlu 2016).

Büyükbaş hayvanların verimli bir üretim yapması yemin dengeli ve ihtiyacı tam karşılayan bir yapıda olmasına bağlıdır. Çizelge 5'e göre toplam rasyonda, 7 aylık gebe bir düve 4866,168 ₺ (1672 \$) ile en yüksek, 2 aylık gebe bir düve ise 3725,664₺ (1280 \$) ile en düşük rasyon maliyetini oluşturmaktadır. Çizelgede çağ gruplarının gebelik ayları ile rasyon maliyetleri arasında paralellik görülmektedir. Diğer bir ifadeyle, üretim sürecine daha kısa zamanda katılan çağ gruplarının ürettiği süt miktarıyla rasyon maliyetlerinin paralel olduğu söylenebilir. Çizelge 6'da çağ gruplarının planlanan dönemde gelirleri ile giderleri tablolştırılmıştır. Buna göre;

**Tam Sayılı Doğrusal Programlama Metodu İle Entansif Hayvancılık İşletmesinin Kapasite Planlaması
: Konya (Ereğli) Örneği***

Çağ Grupları	Kaba Yem Maliyeti(₺)	Kesif Yem Maliyeti (₺)	Vitamin Maliyeti (₺)	Bypass Maliyeti (₺)	Katkı Mad. Maliyeti(₺)	Toplam(₺)
2 Aylık Gebe Düve	1309,80	2109,00	28,80	215,060	63,000	3725,664
3 Aylık Gebe Düve	1401,00	2302,80	33,60	252,140	75,600	4065,144
4 Aylık Gebe Düve	1492,20	2496,60	38,40	289,220	88,800	4405,224
5 Aylık Gebe Düve	1583,40	2553,60	43,20	304,050	100,800	4585,056
6 Aylık Gebe Düve	1570,20	2610,60	45,60	318,880	100,800	4646,088
7 Aylık Gebe Düve	1557,00	2804,40	48,00	355,960	100,800	4866,168

a) Çağ gruplarının işletmeye kazandırdığı süt gelirleri, gebelik ayına paralel olarak artış göstermektedir. İşletme; 2 aylık gebe bir düveden 4824 ₺ (1657\$) süt geliri elde ederken, 7 aylık gebe bir düveden ise aynı dönemde 7638 ₺ (2624 \$) kazanmıştır.

b) Tüm çağ grupları, dönemde 1 buzağı doğurabildiği için işletmeye 1300 ₺ (446.70\$) kazandırmaktadır. 7 aylık gebe düve ise dönemin son ayında 2. doğumunu yapabilmektedir. Bu çağ grubunun 2. buzağısının bakım, besleme ve satışı planlama döneminin dışındadır.

c) Süt ve buzağı gelirlerinden oluşan toplam gelirden, 2 aylık gebe düve 6124 ₺ (2104 \$) ile en düşük geliri, 7 aylık gebe düve ise 8938 ₺ (3071\$) ile en yüksek gelire sahiptir. Toplam gelirden 5, 6 ve 7 aylık gebe düvelerin 7812 ₺ (2684 \$) olan eşit kazanç dikkat çekicidir. d)Rasyon giderlerinde, 2 aylık gebe düve (3730 ₺ (1281\$))

ile en düşük, 7 aylık gebe düve de 4997 ₺ (1717\$) ile en yüksek rasyon maliyetine sahiptir. Toplam gelirden eşit olan 5, 6 ve 7 aylık gebe düvelerin rasyon giderleri gebelik aylarına paralel bir artış göstermektedir.

e) Tüm çağ gruplarında doğum sonrası buzağı satışına kadar toplam 200 ₺ (68.70\$) harcama gerçekleşmektedir.

f) Toplam giderde; 2 aylık gebe düve 3925,664 ₺ (1349\$) en düşük, 7 aylık gebe düve ise 5066,168₺(1740\$) ile en yüksek maliyete sahiptir.

h) Son olarak net kazançta bakıldığında, 7 aylık gebe düve, daha uzun üretimle 3871,832₺ (1330\$) en yüksek kazancı sağlamaktadır. Bu dönemde en düşük kazanç, 2198,336 ₺(755.4 \$) ile 2 aylık gebe düveye aittir (Kara ve Eroğlu 2016).

Çizelge 6. Çağ Gruplarının Dönemsel Gelir ve Gider Tablosu

Gelir	Çağ Grupları Dönemsel Gelir ve Gider Tablosu (12 Aylık)					
	2 Aylık Gebe Düve	3 Aylık Gebe Düve	4 Aylık Gebe Düve	5 Aylık Gebe Düve	6 Aylık Gebe Düve	7 Aylık Gebe Düve
Süt Geliri	4824	5708	6512	6512	6512	7638
Buzağı	1300	1300	1300	1300	1300	1300
Toplam Gelir (₺)	6124	7008	7812	7812	7812	8938
Rasyon Gideri	3725,664	4065,144	4405,224	4585,056	4646,088	4866,168
Buzağı Gideri	200	200	200	200	200	200
Toplam Gider (₺)	3925,664	4265,144	4605,224	4785,056	4846,088	5066,168
Net Kazanç(₺)	2198,336	2742,856	3206,776	3226,944	3165,912	3871,832

İşletmenin gelir ve giderleri, amaç fonksiyonun oluşmasında önemlidir. İşletmenin hedeflerine nasıl ilerlediğini gösteren TP modeli bu veriler sayesinde şekillenmektedir. Buna göre amaç fonksiyonu: $Z_{max} = (\text{gelir-gider}) X_1 + (\text{gelir-gider}) X_2 + (\text{gelir-gider}) X_3 + (\text{gelir-gider}) X_4 + (\text{gelir-gider}) X_5 + (\text{gelir-gider}) X_6$ dan $Z_{max}=2198,336X_1 + 2742,856X_2 + 3206,776X_3 + 3226,944X_4 + 3165,912X_5 + 3871,832X_6$ şeklindedir.

İşletmenin üretim süreci kısıtlarla şekillenmektedir.

-Satın Alma Kısıtı: İşletmeye 2 aylık gebe düveden 7 aylık gebe düveye kadar 6 farklı çağ grubundan hayvan alımı sözkonusudur. Hayvanların alım maliyetleri için kapasite planlamasında 170 000 ₺ bütçe ayrılmıştır. Buna göre bütçe kısıtı; $4730X_1 + 4930X_2 + 5330X_3 + 5630X_4 + 5930X_5 + 6230X_6 \leq 170\ 000$

Tam Sayılı Doğrusal Programlama Metodu İle Entansif Hayvancılık İşletmesinin Kapasite Planlaması : Konya (Ereğli) Örneği*

şeklindedir.

-Rasyon Kısıtı: İşletmenin yeni alacağı en fazla 32 gebe düvenin 12 aylık dönemdeki yem ihtiyaçlarını karşılayacağı bütçedir. İşletme planlamada 150 000 ₺ kaynağı rasyon maliyetine ayırmıştır. Buna göre rasyon kısıtı;
 $3725,664X_1+4065,144X_2+4405,224X_3+$
 $4585,056X_4 + 4646,088X_5 + 4866,168X_6 \leq 150000$ şeklindedir.

-Mısır Silajı Kısıtı: İşletme, mısır silajı maliyetinin toplam rasyon maliyetinde en fazla %20 oranında olmasını istemektedir. Planlamada 150 000 ₺ olan rasyon bütçesinin en fazla 30 000 ₺ mısır silajı kısıtı olarak eşitsizliğin sağ tarafını oluşturmaktadır. Çağ gruplarının toplam mısır silajı maliyetleri, eşitsizliğin sol tarafında çağ gruplarının katsayılarını oluşturmaktadır. Buna göre mısır silajı kısıtı;
 $480,90X_1+546,84X_2+612,78X_3+678,72X_4+678,72X_5+678,72X_6 \leq 30 000$ şeklindedir.

-Yonca Kısıtı: İşletme, önemli bir yem bileşeni olan yoncanın maliyetinin toplam rasyon maliyetinde en fazla %20 oranında olmasını istemektedir. Planlamada 150 000 ₺ olan rasyon bütçesinde en fazla 30 000 ₺ yonca kısıtı olarak eşitsizliğin sağ tarafını oluşturmaktadır. Çağ gruplarının toplam yonca maliyetleri, eşitsizliğin sol tarafında çağ gruplarının katsayılarını oluşturmaktadır. Buna göre yonca kısıtı;
 $569,25X_1+627X_2+684,75X_3+742,5X_4+734,25X_5$
 $+726X_6 \leq 30 000$ şeklindedir.

İşletme; 6 farklı çağ grubundan en fazla 32 adet hayvan almayı planlamaktadır. Buna göre talep kısıtı:

$$X_1+X_2+X_3+X_4+X_5+X_6 \leq 32$$

İşletme, satın almada 7 aylık gebe düveyi her zaman istediği sayıda bulamamaktadır. İşletme, piyasa şartlarından dolayı 7 aylık gebe düveyi, toplam alınan hayvan içinde en fazla 3 olarak planlamaktadır. Buna göre talep kısıtı eşitsizliği;
 $X_6 \leq 3$ şeklindedir.

İşletme, satın almada kârlılık ve piyasa şartlarından dolayı 2 aylık gebe düve sayısının, toplam alınan hayvan içinde en fazla 5 olarak planlamaktadır. Buna göre talep kısıtı eşitsizliği;
 $X_1 \leq 5$

şeklindedir.

Karar değişkenleri olan çağ grupları sayısı canlı hayvanların adedini belirttiğinden pozitif değer almaktadır. Buna göre pozitiflik kısıtı;

$X_i \geq 0$, burada $i=1, 2, 3, 4, 5, 6$ şeklindedir. Çağ grubu hayvanlar bütün olarak ifade edilmesi gerekir. Bazı çağ gruplarından hayvan alımı gerçekleşmediğinde, karar değişkeni 0 değerini alabilir ancak kesirli yada ondalık değerler alması mümkün değildir. Buna göre tamsayı kısıtı:

$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$ tamsayı şeklindedir. Yukarıda ayrı ayrı ifade edilen; amaç fonksiyonu ve işletme planlamasını sınırlayan, hayvan satın alma, yem kısıtları, talep kısıtları, pozitiflik ve tamsayı kısıtlarından oluşan TP modelinin optimum değeri QM For Windows programı ile hesaplanmaktadır.

Modelin çözümü Çizelge 7.'de tablolatırılmıştır. Çizelgeye göre; X_2 karar değişkeninden 2 birim ve X_3 karar değişkeninden 30 birim hayvan alımı yapıldığında, işletmenin 12 aylık dönemde optimum çıktısı (kazanç), 101 689 ₺ (34944 \$) olarak gerçekleşmektedir. Problem çözümü, 15 level ve 779 iterasyonla gerçekleşmiştir.

Çizelge 7 incelendiğinde, çözümde en etkin karar değişkeninin X_3 olduğu görülmektedir. İşletme, hayvan alımında bu çağ grubuna odaklanarak hayvan sayısını artırması durumunda daha yüksek kazançlar elde etmesi mümkündür.

Sonuç ve Öneriler

Günümüzde başarılı işletmeler, rekabet gücünü artırmak amacıyla en iyi ürünü, en düşük maliyet ve en yüksek kazanç elde edecek şekilde üretmek için planlar yapmaktadır. Çalışmanın yapıldığı hayvancılık işletmesi, insan ve hayvanların gıda ihtiyaçlarını karşılayan, sanayi ve hizmet sektörlerine hammadde ve pazar oluşturan tarım sektöründe faaliyetlerde bulunmaktadır. Tarımsal üretimde önemli bir yere sahip olan hayvancılık, üretim sürecinde diğer sektörleri sınırlayan pazar koşullarının dışında mevsimsel değişimlere duyarlı bitkisel ve hayvansal unsurları da dikkate almalıdır.

Çizelge 7. TP Modelinin Çözümü

TP Modelinin Çözümü							
Signs							
	<						less than or equal to
	=						
	>						greater than or equal to
Data							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	
Objective	2198,336	2742,856	3206,776	3226,994	3165,912	3871,832	0
Constraint 1	4730	4930	5330	5630	5930	6230	< 170000
Constraint 2	3725,664	4065,144	4405,224	4585,056	4646,088	4866,168	< 150000
Constraint 3	1	1	1	1	1	1	< 32
Constraint 4	0	0	0	0	0	1	< 3
Constraint 7	1	0	0	0	0	0	< 5
Constraint 5	480,9	546,84	612,78	678,72	678,72	678,72	< 30000
Constraint 6	569,25	627	684,75	742,5	734,25	726	< 30000
Results							
Variables		2	30				
Objective							101689

Hayvancılık, et ve süt üretimi kadar yem bitkilerinde talep oluşturmakla bitkisel üretimi yönlendirmekte ve teşvik etmektedir. İşletme, ekonomik başarı için sürdürülebilir kârlılığı amaçlar. Bu çalışmada kârı artırma için bir taraftan girdileri minimize ederken diğer taraftan üretimi optimum miktarlara çıkarmak önerilmiştir. Önerilen bu yöntemde işletme, hayvan alımı ile optimum çıktıya yaklaştığı her adımda birim işgücü maliyetini düşürmekte, yüksek süt üretimine bağlı sütünü daha yüksek fiyattan satabilmektedir. İşletmenin bu yöntemdeki en büyük avantajı ise yatırım finansmanını dış kaynaklardan belirli bir maliyetle değil de kendi özkaynaklarından temin etmesidir. Kapasite planlamasıyla bir yandan maliyetler (hayvan başına birim işçilik gibi) azalırken diğer taraftan çıktı (süt üretim miktarı) artırılarak işletmenin verimliliği yükselmektedir. Böylece birçok işletmenin hayali, maliyet minimizasyonu ve kâr maksimizasyonun aynı anda başarıldığı söylenebilir.

Bu çalışmada, entansif bir süt işletmesinin kapasitesi TP modeli ile tasarlanmıştır. İşletme, TP yöntemiyle mevcut kaynaklardan optimum yararlanmayı incelemiştir. Yapılan çalışma ile bir taraftan kaynaklar daha etkin kullanılırken diğer taraftan aynı sektördeki tüm işletmelerin genç hayvanlarını büyütürken harcadığı zamanı üretimde kullanmıştır. Tasarlanan TP modelinde işletme içi ve dışı çevreden zootechnik, veteriner, tekniker, ziraat mühendisi, muhasebeci,

tedarikçi, çiftçi ve tüccar gibi değişik mesleklerden uzmanlar disiplinler arası ortak çalışma gerçekleştirmiştir.

Literatür incelendiğinde farklı alanlarda birçok çalışmada TP modelinin kullanıldığı görülürken, tarım ve hayvancılık alanlarında bu metodun daha az kullanılması dikkat çekmektedir. Tarım ve hayvancılıkta; doğru kayıt (veri) bulamama, hayvancılık işletmelerinin üretimde canlı (hayvan) faktörü, piyasaların değişken şartları, hayvanların bakım, besleme ve yönetim süreçlerinin dinamik yapısı TP modellemeyi zorlaştırmaktadır.

Çizelge 7'de incelendiğinde, iki çağ grubunun çözüme katkı yaptığı görülmektedir. Model çözümünde X2 ve X3 karar değişkenlerinin sırasıyla 2 ve 30 değerini aldığı, işletmenin maksimum çıktısı (kazanç), 101689₺ olarak gerçekleşmektedir. 4 aylık gebe düve 30 birimle çözümde en önemli paya sahip çağ grubudur. Bu çağ grubu diğer gruplara göre süt geliri (7812 ₺) ve düşük rasyon gideri (4405,224 ₺) ile avantajlı bir konumdadır. Optimum çözümde 2 birimle yer alan 3 aylık gebe düve ise süt geliri düşük (5708 ₺) olmasına rağmen düşük rasyon giderinin (4265,144 ₺) avantajına sahiptir. Optimum çözüme giremeyen 7 aylık gebe düve ise ilginç bir durum oluşturmaktadır. Bu çağ grubu gerek süt geliri yüksekliği (7638 ₺) gerekse sağladığı net kazancın yüksekliğine (3871,832₺) rağmen optimum çözümde yer alamamıştır. Sonuçların bu şekilde elde

Tam Sayılı Doğrusal Programlama Metodu İle Entansif Hayvancılık İşletmesinin Kapasite Planlaması : Konya (Ereğli) Örneği*

edilmesinde bu çağ grubunun talep kısıtının ($X_6 \leq 3$) etkisi ve işletmenin planlamanın bütçe kısıtının etkisi sözkonusudur. Mevcut üretim ve planlama gerçekleri işletmeyi, piyasadan daha kolay tedarik edebileceği 3 ve 4 aylık çağ gruplarına yönlendirmektedir.

Çalışma, işletmenin değişik birimlerinin âtil çalıştığını göstermiştir. İşletmenin ahırları ve sağımhanesi yüksek kapasiteye göre inşa edilmiş, buzağı kulübeleri ve yem karma makinası da daha büyük bir sürünün ihtiyacı düşünülerek alınmıştır. İşletme fiziki kapasitesi büyük, mevcut sağmal sayısı az olduğunda işgücünde de âtil kapasite kaçınılmazdır. Bu bilgiler ışığında, en önemli âtil kapasite işçilikte olduğu söylenebilir. İşletmenin 150 sağmal hayvanla yaptığı üretimde birim işçilik maliyeti 8.22 ₺/ baş iken 32 yeni hayvan alındıktan sonra 182 baş hayvan için birim işçilik maliyeti 6.77 ₺/baş seviyesine düşmektedir. Planlamayla birim işçilik maliyetinde yaklaşık %18 lik bir iyileşme gerçekleşmesine rağmen birim işçilik maliyeti piyasa ortalamasına (2.50 ₺/baş) göre yüksektir.

İşletme, 360 sağmal kapasiteli ahırlarını 150 sağmal için %42 KKD ile kullanmaktadır. İşletme, 32 yeni hayvan alımı ile sağmal sürüyü büyüttüğünde ahırların KKD'si %50'ye çıkmakta ve yaklaşık %19'luk iyileşme gerçekleşmektedir. İşletme 500 sağmal kapasiteli sağımhanesini 150 sağmal için %30 KKD ile kullanmaktadır. İşletme, yeni hayvanlarla sağmal sürüyü büyüttüğünde sağımhanenin KKD'si %36'ya çıkmakta ve yaklaşık %20'lik iyileşme gerçekleşmektedir. Benzer şekilde işletme, 250 sağmalın kullanabileceği buzağı kulübelerini 150 sağmala %60 KKD kullanmak yerine yeni hayvanlarla toplam 182 sağmalda %73 KKD ile kullanmakta ve %22'lik bir iyileşme görülmektedir.

Planlama yapılması kolay görülen ama zor bir çalışmadır. Çalışma sürecinde, çağ gruplarının satın alma masrafları ve sağımhane, buzağı, rasyon ve işçilik kayıtları ticari kaygularla önce kısmen paylaşılmak istenmiş, işletme yönetimi ve muhasebe birimi ile görüşerek tereddütler giderildikten sonra bu veriler alınmıştır. Tasarlanan TP modeli çerçevesinde planlamanın maliyeti ve dönem sonucu ortaya çıkardığı optimum kazanç işletmeye önerilmiştir. Yapılan araştırma ve planlamadan elde edilen bulgular ve sonuçlara göre, tasarlanan modelden elde edilen

faydanın artırılması ve entansif hayvancılıkta kapasite planlaması ile ilgilenecek yeni üretici, işletme, araştırmacı ve kamu kurumlarına öneriler şöyle sıralanabilir:

-İşletme kapasite planlamasında finansman sorununu özkaynaklarıyla çözmüştür. Bu şekilde yapılan planlamanın finansal maliyetleri, dolayısıyla finansal riskleri azalttığı söylenebilir. Piyasa ve sektörün durumu düşünülerek devlet kurumlarının bankalarla beraber üreticiye sunduğu değişik destek, teşvik, hibe ve krediler, şartlarını yerine getiren işletmelere önemli fırsatlar sağlamaktadır. Bu sebeple işletme gelecek planlamalarında bu şartları sağlayarak almak istediği hayvanın bir kısmını yada tamamını bu kapsamda alabilir. Bu şekilde düşük maliyetli uygun dış kaynak kullanımı işletmeyi, amaçlanan sağmal sayısına dolayısıyla ölçek ekonomisinden yararlanılacak noktaya daha çabuk ulaştırabilir. Ayrıca temin edilen daha yüksek yatırım finansmanı ile tasarlanacak modeller daha yüksek çıktılar verebilir.

-İşletme, âtil kapasiteden çıkmak için kapasite kullanım derecesini artırmak hedefindedir. Gerek kurulum gerekse sonrasında âtil üretim ortamı işletmeyi ekonomik olarak tehdit etmektedir. Devlet kurumları hayvancılıkla ilgili teşvikler verirken kapasite planlaması yapmak isteyen her işletmeye bilgi ve finansman açısından destek olabilir. Bu şekilde bilinçli büyümek ve gelişmek isteyen her işletmeye rehberlik edecek, bilgi ve deneyimlerini paylaşarak her yönüyle başarıya ulaştıracak "uzman işletmeler" görevlendirilebilir.

Bu çalışmada, entansif süt işletmesinin kapasite kullanımı TP yöntemi ile tasarlanarak, işletmenin optimum sürü kapasitesine daha hızlı ulaşmasına katkı sağlanmıştır. Kapasite planlamasının işletmeye, bölgeye ve ülke ekonomisine en önemli katkısı entansif hayvancılığın ölçek ekonomisinde gelişmesine zemin hazırlamaktır. Entansif süt hayvancılığı için TP modeliyle tasarlanan planlama gerek değişik ölçeklerde gerekse besi ve küçükbaş gibi hayvancılık sektörünün diğer alanlarında yapılacak yeni çalışmalarda örnek oluşturarak faydası yaygınlaştırılabilir. Yeni çalışmalarda TP yöntemi yanında değişik belirsizlik düzeylerini daha geniş değerlendirebilmek için gri programlama ve bulanık programlama gibi

yöntemler de kullanılabilir. Entansif süt işletmesi bu çalışma ile üretim miktarını artırmakta, sağmal sürüyü genişletmekte, birim maliyetleri azaltmakta ve en önemlisi ölçek ekonomisi seviyesine daha kısa zamanda ulaşmaktadır. İşletmeler, bu üretim modeliyle kâr maksimizasyonu ve maliyet minimizasyonunu beraber gerçekleştirebilmektedir.

Kaynaklar

Altun, A., (1992), Ankara İli Polatlı İlçesi Tarım İşletmelerinde Optimal İşletme Organizasyonları ve Yeter Gelirli İşletme Büyüklüğü, Ankara, Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Genel Yayın No: 178. Rapor Seri No: 98.

Anonim, (2014). www.tarim.gov.tr, Ankara, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, (10.12.2017)

Anonim, (2016). <http://www.yenimeram.com.tr/konya-buyukbas-hayvan-sayisinda-birinci-oldu-177359.htm>, (05.02.2016)

Anonim, (2017a). <http://www.haritamap.com/ilce/eregli-konya>, (14.02.2017)

Anonim, (2017b). https://yandex.com.tr/harita/?cli=2233629&from=morda_new&mode=search&text=re%C4%9Flu%20zengen&ssl=28.967111%2C41.008925&sspn=0.506744%2C0.217937&ll=34.249629%2C37.937080&z=9, (05.03.2017)

Anonim, (2018a). <https://www.cografyaegitimi.biz/konu/ekstansif-tarim-ve-intansif-tarim-nedir.352/>, (14.02.2018).

Anonim, (2018b). <http://www.ziraatciyiz.biz/hayvancilikta-yetistiricilik-sistemleri-t5589.html> (19.03.2018)

Ayanoğlu, M., (2006), *Üretim Yönetimi*, Adapazarı, Sakarya Kitabevi.

Bazaraa, M. S. ve Bouzaher, A., (1981), A linear goal programming model for developing economies with an illustration from the agricultural sector in Egypt, *Management Science*, 27(4), 396-413.

Butler M., Williams, HP., Yarrow, L.A., (1997), The Two-Period Travelling Salesman Problem Applied to Milk Collection in Ireland, *Computational Optimization and Applications*, Vol.7, (291-306).

Cankurt, M. ve Konak, K., (2004), ADÜ Ziraat Fakültesi Uygulama Çiftliğinde Tarla Bitkileri

Şubesi Üretim Planlaması, Aydın, *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1(2), 51-56.

Çukur F., Demirbaş N., ve Yıldız Ö., (2009), Avrupa Birliği Perspektifinden Türkiye’de Süt Sığırcılığı Sektöründeki Gelişmeler, Şanlıurfa, *HR.Ü.Z.F.Dergisi*, 13(4): 31-39.

Duymaz İ. Ve Ergen F.H., (2013), *Üretim Yönetimine Giriş*, 1. Baskı, İstanbul, Beta Basım Yayım.

Ersoy M.S. ve Ersoy A., (2011), *ÜRETİM/İŞLEMLER YÖNETİMİ*, Genişletilmiş 2. Baskı, Ankara, İmaj Yayınevi.

Göncü, S. ve Görgülü, M., (2011), Süt Sığırcılığı Yetiştiriciliğinde Karlılık, *Türk Tarım Dergisi*, Temmuz-Ağustos, Sayı 54, 47-51.

Kara H. ve Eroğlu A. (2015), Entansif Hayvancılık İşletmelerinde Tamsayı Programlama Modeli İle Kapasite Planlaması Uygulaması, ICEB 16, 2nd INTERNATIONAL CONGRESS ON ECONOMICS AND BUSINESS, 30 May-3 June, Sarajevo/Bosnia and Herzegovina.

Kara H. ve Savaş H. (2015), Doğrusal Programlama Metoduyla Diyarbakır İli Gıda Sektöründe Bir Üretim Planlama Uygulaması Ss, 491-506, Volume 10 Issue 2. Sayı, <http://www.turkishstudies.net>

Kayar, M., (2012), *Üretim ve Verimlilik*, İstanbul, Ekin Yayınları.

Leewattanayingyong, K. ve Ritvirool, A., (2007), Production Planning in the Milk Industry Using Integer Linear Programming, The IE Network Conference, (236-239).

Öztürk, A., (2002), *Yöneylem Araştırması*, Bursa, Ekin Kitabevi Yayınları.

Öztürk, A., (2008), *Yöneylem Araştırması*, 12. Baskı, Bursa, Ekin Kitabevi Yayınları.

Pinto, J. M. ve Grossmann, I. E., (1998), Assignment and Sequencing Models for the Scheduling of Process Systems, *Annals of Operations Research*, Vol. 81, (433-466).

Şen M., (2014), *Finansal Yönetim-I*, 3. Baskı, Eskişehir, T.C. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Yayını No: 1547.

Şimşek, M.Ş., (2007), *İşletme Bilimlerine Giriş*, 14. Baskı, Konya, Adım Matbaacılık.

TDK, (2016). www.tdk.gov.tr/index.php (14.04.2016)

Timor, M. (2010). *Yöneylem Araştırması*. İstanbul, Türkmen Kitabevi.

**Tam Sayılı Doğrusal Programlama Metodu İle Entansif Hayvancılık İşletmesinin Kapasite Planlaması
: Konya (Ereğli) Örneği***

- TÜİK,(2009),<http://www.tuik.gov.tr>,(25.12.2009)
TÜİK,(2014),<http://www.tuik.gov.tr>,(14.06.2016)
TÜİK,(2015),<http://www.tuik.gov.tr>,(20.07.2017)
Yamak, O.,(2007). *Üretim Yönetimi*, 5. Baskı,
İstanbul, Türkmen Kitabevi.
- Yüksel, H., (2013), *Üretim / İşlemler Yönetimi
Temel Kavramlar*, Ankara, Nobel Yayınları,
3. Baskı.



Adana ve Mersin İllerinin Bazı İlçelerinde Bulunan Kerpiç ve Taş Konutların Mevcut Durumlarının Saptanması

Özkan GÜĞERCİN^{*(1)} Nafi BAYTORUN⁽¹⁾

Deniz Levent KOÇ⁽¹⁾ Bekir POLAT⁽¹⁾

Özet

Bu çalışma Adana il merkezine yakın bazı ilçeler ile Mersin ilinin Tarsus ilçesindeki toplam 10 köyde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada söz konusu köylerde bulunan ve halen kullanılmakta olan kerpiç malzeme ile inşa edilmiş konutların kat sayıları, iç mekan sayı ve boyutları, mekanların ilişkileri, yapı elemanlarının durumları, konutun parsel üzerindeki konumu, konutun avlusu, bahçesi ve çevresi ile eklentilerinin durumu gözlem ve anketle araştırılmaya çalışılmıştır. Bunlara ek olarak, köy yerleşim planları, yolları, konutlara su sağlama yöntem ve sistemleri, atık suların uzaklaştırılması konuları da araştırma kapsamına alınmıştır. Ayrıca, yörenin koşullarını ve yöre insanının ihtiyaçlarını karşılayabilecek iki adet alternatif kerpiç konut kat planı hazırlanmıştır. Araştırmalar sonucunda, köylerde halen ayakta kalan ve bir bölümü halen kullanılan az sayıda kerpiç konutun bulunduğu gözlenmiştir. Köylerdeki konutlar çoğunlukla tek katlı ve iki oda ile bir açık sofadan oluştuğu ve kerpiç konutları daha ziyade dar gelirli ailelerce kullandığı, konutların mekân, mekan ilişkileri ve konfor koşulları açısından memnuniyetsizlik yarattığı saptanmıştır. Buna karşın bu konutlarda oturanlar ile şu anda bu konutlarda oturmayanların büyük çoğunluğu kerpiç evlerin daha sağlıklı olduğu konusunda ortak görüş sahibi oldukları saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Kırsal yerleşim, yapı malzemeleri, konut

A Research on the Determination of the Current Situations of the Adobe and Stone Houses in Some Provinces in Adana and Mersin Region

Abstract

This study was carried out in a total of 10 villages including some of the districts of Adana province and its center and Tarsus district of Mersin province. In the study, it was investigated the number of floors of the houses built in adobe and stone, which are still in use in the villages, the number and dimensions of interiors, relations between spaces, the situation of the building elements, the position of the building on the parcel and the situation of houses' garden, surroundings and attachments. In addition, village settlements and roads, methods of providing water to houses and methods of disposal of sewage have been investigated using observation and survey in the study. In addition, two alternate adobe floor plans were prepared to meet the conditions of the region and the needs of the resident. As a result of the research, it was found out that there were few adobe and stone houses still standing in the villages, the houses mostly have two rooms and an open courtyard, courtyards were also used for kitchen, sitting and sleeping, the toilets were outside the houses and the people using those consisted of low income families and that the houses resulted in dissatisfaction both in terms of space and space relations and comfort conditions. On the other hand, it has been determined that most of the residents and non-residents in these houses had a common opinion that adobe houses were healthier than the other houses.

Key words: Rural settlement, building materials, housing

Sorumlu Yazar: Özkan GÜĞERCİN *e-mail: ogugercin@cu.edu.tr; tel:(533) 417 87 29 fax: 338 63 86

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 02.07.2018

Bu çalışma Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (Proje No: FBA-2016-7058) tarafından desteklenmiştir.

¹Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

*Sorumlu Yazar: Özkan GÜĞERCİN *e-mail: ogugercin@cu.edu.tr; tel:(533) 417 87 29 fax: 338 63 86

Giriş

Sanayileşme, nüfus artışı, tarımda mekanizasyonun gelişmesi gibi nedenlerle kentlere göçler her geçen gün artmaya devam etse de günümüzde dünya nüfusunun önemli bir bölümü kırsal alanlarda yaşamaktadır. Türkiye’de kırsal nüfusun kentsel nüfusa oranı resmi verilere göre %7’lerde gösterilse de gerçekte kırsal nüfusun kentsel nüfusa oranı %15’ler dolayındadır (Gügerçin ve Baytorun, 2016). Kırsalda ya da kentlerde yaşayan insanların temel gereksinimleri sıralamasında barınma gereksinimi ilk sıralarda yer almaktadır. Barınma işlevini yerine getiren mekânlar ise konutlardır. Konut; içinde yaşanılan, oturlan, dinlenen, dış faktörlere karşı korunulan ve barınılan mekân olarak tanımlanabilir. Tarihsel olarak öncelikli işlevi güvenlik olan konutun bu işlevi zamanla değişmiş, güvenlik yanında, sağlık ve konfor ihtiyacına da cevap vermek, yani rahat yaşam koşullarını da sağlamak olarak genişlemiştir (Olgun, 2011). Konutlar mahal olarak oturma, yatak ve servis gruplarından oluşur. Bir konuttan beklenen aşağıda sıralanan üç temel özelliğe sahip olmasıdır. Bunlar: Konutun kullanışlı ve sağlık koşullarına uygun olması, inşa maliyetinin düşük olması ve emniyetli olmasıdır. Bu koşullar ancak mahallerin iyi bir şekilde gruplandırılması ve ilişkilendirilmesi, yönlerin ve iklim koşullarının dikkate alınması, sirkülasyon alanlarının, kapı ve pencere boyut ve açılış yönlerinin dikkate alınması ve yapıda ölü alan bırakılmaması yanında, yöresel yapı malzemelerinin kullanılması ve yapının taşıyıcı sisteminin uygun seçilmesi ile sağlanabilmektedir (Ergen, 1986). Konutlar kırsal ve kentsel konutlar olarak sınıflandırılabilirler. Çünkü özellikleri yönünden köydeki yaşam kentlerdeki yaşamdan daima farklı olmuştur ve bu farklılık konut planlanmasına da yansımıştır. Kırsal konut çiftçi ailesinin yaşadığı ve dinlendiği yer olmak yanında, tarımsal işletmenin de merkezidir. Çiftçi ailesi zamanının önemli bir bölümünü burada geçirir. Tarımsal üretimin gereği olarak kırsal konutlarda; çalışma yeri, mutfak, yiyecek hazırlama, koruma gibi mekânlar ile banyo ve tuvaletin iç mekânlarla olduğu kadar, dış ortamlarda bağlantısı önem kazanmaktadır (Olgun, 2011). Kırsal konutlar ve kırsal yerleşmeler,

coğrafi konumları, biçimleri, yapı karakterleri, dış mekân kullanımları ile özgündürler ve faaliyet alanına göre farklı mekânsal özellikler sunar. (Eminağaoğlu, 2004).

Kırsal alandaki konutların biçimlendirilmesinde aşağıda sıralanan faktörler etkilidir. Bunlar:

Çevresel etkenler: İklim, topografya, doğal doku, insan dokusu, çevrede bulunan malzeme vs,

Kültürel etkenler: Dünya görüşü, kültürel değerler ve normlar, din, dil, aile, akraba ve toplum ilişkileri, yaşam biçimi, çevre/mekân konut kullanımı ile ilgili normlar,

Sosyal etkenler: Aile büyüklüğü, ailenin sosyo-ekonomik statüsü, toplumsal etki alanı, ailenin dünya görüşü, ailede roller, ailenin yaşam biçimi, ailenin kendilik algısı, beklentileri ve umutları, ailenin konut deneyimleri,

Bireysel etkenler: Bireyin konutla kurduğu yarar ilişkisi, konutla kurulan duygusal ilişki, bireyin kültür normları, eğitimi gibi (Sözen, 2012).

Konutlar bir takım eklentilere ihtiyaç duyarlar. Özellikle kırsal konutlarda, konutu kullananın faaliyet alanına bağlı olarak, barınak, yem deposu, ürün deposu, silo gibi çeşitli eklentiler söz konusudur. Bu nedenle konut yerinin seçiminde, manzara, arazinin eğimi, ulaşım, güneş ve rüzgârdan yararlanma gibi faktörler yanında, konutun servis binaları ile ilişkileri de öne çıkmaktadır (Olgun, 2011).

Kırsal ve kentsel konut ayırımında, konutları oluşturan mekânların boyutları, işlevleri, biçimleri, birbiri ile ilişkileri gibi faktörler de rol oynar. Genellikle tarım sektöründe çalışanların yaşadığı geleneksel kırsal konutların inşasında daha çok yerel yapı malzemeleri (taş, ahşap ve kerpiç) kullanılmaktadır. Taşın bulunmadığı kırsal yörelerde ise kerpiç kullanımı yaygındır. Karakuyu (2008), Alaşehir’in ova kesimindeki konutların tek katlı, bahçeli ve %75’inin kerpiçten yapıldığını belirtmiştir. Basınç dayanımının düşük olması, sudan etkilenmesi, kullanımı sırasında gerekli kurallara özen gösterilmemesi yanında çeşitli doğa olaylarından olumsuz etkilenmesi kerpiçin olumsuz yönleridir. Ancak çoğunlukla kerpiç yapıların kış günlerinde güneş enerjisini depolayarak; yazın ise güneş enerjisinin binaya girmesini engelleyerek, sert geçen kışlar

Adana ve Mersin İllerinin Bazı İlçelerinde Bulunan Kerpiç ve Taş Konutların Mevcut Durumlarının Saptanması

yanında, sıcak yaz aylarında da konutlardaki mekânları ısı etkilerden koruduğu, kullanıcıya sağlıklı yaşam koşulları sunduğu ve önemli miktarda enerji tasarrufu sağladığı da ortadadır. Sıralanan nedenlerle kerpiç konutlar, kırsalda konut sorununun çözümünde bir alternatif olabilir.

Bu çalışma ile araştırma yöresinde bulunan kerpiç ve taş malzeme ile inşa edilmiş az sayıda konutlarda mekânlar, mekânların işlevi ve ilişkileri ile taşıyıcı sistemlerinin ve parsel üzerindeki konumlarının saptanması ve belirlenen eksiklikleri giderebilecek alternatif konut projelerinin hazırlanması amaçlanmıştır.

Kerpici geliştirilmesi (basınç ve eğilme dayanımının artırılması, suda çözünme direncinin yükseltilmesi) gibi çalışmalar yıllardır sürdürülmektedir. Öyle ki saman yerine keçi kılı, kıtık gibi lifli malzemeler önerilirken, içine gübre gibi nebati maddelerin katılması yanında çimento, kireç, alçı gibi malzemeler ile yapılan çalışmalarla güçlendirilmiş kerpiçler üretilebilmiştir. Ancak geleneksel kerpici iyileştirme çalışmalarında yoğun enerji harcanarak üretilen katkılara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu malzemeler kerpiç maliyetlerini bir miktar artırmakta, ayrıca malzemenin sağlanması ve şantiye alanına ulaştırılmasında da güçlüklerle karşılaşmaktadır. Halbuki kerpiç kullanan ve kerpiçle inşa edilen konutlarda yaşayanların çok büyük bir kısmı dar gelirli ailelerden oluşmaktadır. Bu kesimde yer alanların betonarme, tuğla ya da biriket kullanmaları ekonomik nedenlerle mümkün değildir. Kerpiç bu özellikleri yanında günümüz temel sorunları arasında sayılan enerji konusunun çözümüne de katkı sağlayabilmektedir. Çünkü kerpiç üretimi, kullanımı ve tüketimi aşamalarında diğer malzemelere oranla en az enerjiye ihtiyaç duymakta ve ısı yalıtım değerinin yüksek olması nedeniyle yapının servis ömrü boyunca yakıt tasarrufu nedeniyle kullanıcıya ve ülkeye ekonomi sağlamakla öte yandan çevre kirliliğinin önlenmesine katkıda bulunmaktadır. Ancak günümüzde dahi projersiz, yapım kurlarına uyulmadan, subasmanlı ve çatısız olarak inşa edilen kerpiç yapılar bir yandan sürekli bakıma ihtiyaç duymaları, öte yandan depremler karşısında yeterli mukavemeti

gösteremediklerinden gün be gün terk edilmektedir. Bu sorunlara birde iç mekan boyut ve sayıları, mekan bağlantıları, yönleri konusundaki yetersizlikler eklendiğinde kerpiç yapılar, sistem dışına itilmiş, kerpiç yapıları kullananlar adeta küçümsenir konuma düşürülmüştür. Oysa kurallarına uyularak inşa edilecek olan kerpiç yapılar güvenlik bağlamında betonarme yapılar kadar güvenli olabilmektedir. Buna karşın Türkiye’de toprak yapı kültürü beton yapının piyasaya girmesi ile beraber hızla yok olmaya başlamıştır. Hem de toprağın doğal yapısının sunduğu son derece önemli yararlar geri dönüşüm ve eskimezliğin ekolojik çevreye sunduğu sayısız katkı söz konusu iken (Çiçek, 2014).

Bu çalışmada Adana il merkez köyleri ile bazı ilçelerinde bulunan köylerde halen kullanılmakta olan kerpiç ve taş yapıların incelenmesi amaçlanmıştır. İnceleme konuları arasında kerpiç konutu oluşturan hacimler, hacimlerin boyut ve sayıları, diğer hacimlerle ilişkileri, hacimlerin yönleri, kullanımlarının işlevine uygunluğu, taşıyıcı sistemleri, duvar kalınlıkları, subasman ve çatı durumları ile köy yerleşmelerinin oturma planları içme ve atık su köy içi ulaşım sistemlerinin durumlarının saptanması konuları yer almıştır. Çalışmadan elde edilen veriler doğrultusunda, yörenin iklim koşullarını ve Adana kırsalında oturanların ihtiyaçlarını karşılayabilecek iki adet alternatif kerpiç konuta ait mimarî projenin hazırlanarak, kullanıcılara sunulmuştur. Çalışmanın kapsamı kırsalda sürekli olarak oturan ve tarımsal faaliyetlerde bulunanların kullandıkları kerpiç konutlarla sınırlıdır.

Genel Bilgiler

Konut Yapıları

Yapıların taşıyıcı sistemlerinin seçilmesi ve uygulanması yapıların güvenliği bağlamında hayati öneme sahiptir. Konut yapılarının taşıyıcı sistemleri irdelendiğinde; yapıya gelen yatay ve düşey yüklerin yapının iskeleti tarafından taşındığı iskeletli yapılar ile yapıya gelen yüklerin duvarlar tarafından taşındığı yığma yapılardan söz edilebilir. İskeletli yapılar betonarme karkas, ahşap, çelik ve prefabrik yapılar olarak sıralanabilir. Yığma yapılar ise, taşıyıcı malzemelerine göre, taş, toprak, kerpiç,

Adana ve Mersin İllerinin Bazı İlçelerinde Bulunan Kerpiç ve Taş Konutların Mevcut Durumlarının Saptanması

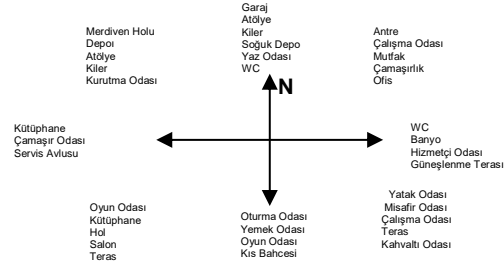
tuğla, briket ve ahşap malzemelerle inşa edilebilirler. Yığma yapılarda taşıyıcı ve bazen da tamamlayıcı yapı elemanları olarak kullanılan duvarlar farklı yapı malzemeleri ile inşa edilebilmektedir. Bu malzemelerin gerek yatay, gerekse düşey yükler karşısındaki davranışları farklı olabilmektedir. Buna karşın, bir yapının türü ve işlevi ne olursa olsun, yapının emniyetli olması ve çeşitli yüklerin etkisi altında ayakta kalabilmesi önemlidir (Hasol, 2016). Diğer bir deyişle bir yapı üzerine gelen yükleri karşılamak zorundadır. Burada en önemli rol yapının taşıyıcı sistemine yani strüktürüne düşer. Bu nedenle en basit yapıdan (barakadan), yüksek binalara kadar bütün yapılar için strüktür önemlidir.

Günümüzde az katlı yığma yapılar genellikle arsa rantının söz konusu olmadığı, modern yapı malzemelerine ulaşımın güç olduğu ve genellikle ekonomik olarak alt tabakalarda yer alan kesimlerin yaşadığı kırsal alanlarda tercih edilmektedir. Bunda ekonominin başat olduğunu söylemek mümkündür. Bu nedenle kırsalda yaşayanlar, nispeten ucuz olan yerel malzemeleri tercih etmek durumunda kalmaktadırlar. Yerel yapı malzemelerinin başında taş gelmektedir. Ancak taşın bulunmadığı ya da çeşitli nedenlerle taş malzemeye ulaşımın mümkün olmadığı yerlerde topraktan üretilen kerpiç kullanılmaktadır. Yığma yapılarda kerpiç, taşıyıcı duvarlarda ve bölme duvarında kullanılmak yanında, ahşap iskeletli yapılarda dikme, payanda ve hatılların arasında dolgu malzemesi olarak da kullanılmaktadır.

Kerpiç ses ve ısı yalıtımı yüksek, basınç ve eğilme dayanımı düşük, su etkisine duyarlı bir malzemedir. Kerpicin yapı malzemesi olarak tercih edilmesinde ekonominin yanında, elde edilebilme ve kullanım kolaylığı da etkindir. Kerpiç üretiminin kırsal alanda yaşayanlar tarafından ve özellikle tarımsal faaliyetlerin az olduğu zamanlarda yapılabilmesi, kırsaldaki iş gücünün harekete geçirilmesini de sağlamaktadır (Koçu ve Korkmaz, 2017).

Konut yapılarında mahallerin boyut ve sayısı, mahaller arası bağlantılar, mahallerin yerleştirildiği yönler önemlidir. Bu nedenle projelirmede yapının yapıldığı yörenin iklim koşulları ile güneş ve rüzgâr yönü de dikkate alınmalıdır. Kuzey güney-cepheli bir konutta

servis kısımlarının kuzeyde, oturma hacimlerinin güney istikametinde, yatak odalarının doğu-batı istikametinde düzenlenmesi istenir. Konut yapılarındaki mahallerin ideal yönleri Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Konut yapılarında hacimlerin ideal yönleri (Ergen, 1986)

Mahal yönlerinin dikkate alınması, konfor ve yakıt ekonomisi bağlamında önemlidir. Konuttaki mekânların sayısı ihtiyaç programı doğrultusunda belirlenirken, mekân ölçüleri yasal düzenlemelere ve mekânda bulunacak insan ve eşya ölçülerine göre saptanmaktadır. Konutu oluşturan mahallerden salon, oturma ve çalışma odaları, çalışma ve dinlenme amaçlı birimlerdir. Bu birimler holle bağlantılı olmalıdır. Yatak odaları konutun durumuna bağlı olarak, anne-baba, çocuk, misafir ve hizmetçi yatak odaları olarak sıralanabilir. Yatak odaları bir koridor veya hol ile banyo ve duş ile ilişkilendirilmelidir. Servis grubu olarak antre, hol, mutfak, bulaşık yeri, ofis, yemek odası, kiler, depo, garaj, çamaşırılık, kömürlük gibi mekanlar sıralanabilir. Yapılarda yatay ve düşey sirkülasyon alanları olarak hol, sahanlık sofa, antre, koridor, merdiven ve rampalar sayılabilir. Merdiven ve rampalar aralarında kot farkı olan yatay konumdaki yüzeyler arasında sirkülasyonu sağlayan yapı elemanlarıdır. Mekânların bağlantıları konusunda, antrenin dış mekâna, lavaboya, hole ve vestiyere bağlantısı olması istenir. Hol ise antreye, mutfak ve kilere; ofis bir koridor ile yatak odasına, banyoya ve çalışma odasına bağlanmalı, oturma odası yemek odasına ve koridor ile yatak odasına; yatak odası banyoya, elbise odasına, terasa ve oturma odasına bağlanmalıdır. Konutta mutfak kilere, servis girişine, bir koridorla da oturma odasına ve hole bağlı olmalıdır.

Kerpiç ve Üretimi

Yığma yapılarda taşıyıcı ve tamamlayıcı malzeme olarak kullanılan kerpiç, suyla karıştırılmış toprak, saman, gübre gibi organik malzemelerden yapılmış ilk kompozit yapı malzemelerinden biridir. Toprağın bileşiminde kum, silt ve kil bulunur. Kerpiç toprağına katılan kuru ot veya saman kerpici bir arada tutar ve kerpicing eşit kurumasını sağlar. Böylece farklı kuruma ve büzülmeden kaynaklı çatlamlar (rötre çatlakları) önlenir. Kerpiç hamuru için istenen toprak dokusu %15 kil, %10-30 silt ve %55-75 ince kumdur. Modern kerpiçte asfalt ya da ağırlıkça %10 kadar portland çimentosu kullanılarak stabilite sağlanır. Şayet kerpiç toprağının niteliği hakkında tereddüt söz konusu ise, kullanılacak toprak için testler yapılmalıdır. Kerpiç üretimi için %60 kum, %35-40 kil içeren topraklar uygundur (Anonim, 2017).

İçinde 3 cm'den büyük malzeme bulunmayan ve kil oranı %30-%40 olan topraklar kerpiç yapımı için uygundur. Kerpiçlerin ortalama basınç dayanımı 10 kgf/cm² olmalıdır (TS, 2514). Kerpiç toprağındaki kum ve çakıl iskeleti, kil ise bağlayıcılık görevini yapar. Yüksek kil oranı rötreye neden olur. Kaba kum ilavesi rötre azalmasını ve kerpicing yıkanma direncinin artmasına sağlar. ABD'de kerpiç bloklar (2.07 N/mm²) basınç dayanımına sahiptirler (Çiçek, 2014).

Kerpiçler 12*30*40 cm ana veya 12*19*40 cm kuzu ya da 12*18*30 cm ana ve 12*25*30 cm kuzu olarak üretilirler. Binalarda taşıyıcı dış duvarlar 1.5, iç duvarlar bir kerpiç boyunda yapılır (Koçu ve Korkmaz, 2017; TS 2514, 1977; Acun ve Gürdal, 2003).

Kerpiç üretimi az miktarda enerji ile sağlanabilir, ısı yalıtımı sağlar, böylece uygun konfor şartlarını yaratır. Ömrünü tamamladığında doğaya döner. Gerektiğinde eski kerpiçlerden ve temel kazısından çıkan topraktan da kerpiç üretilebilir. Kerpiçle benzer işleve sahip tuğlanın üretimin de killi toprağın 900°C'nin üzerinde pişirilmesi gerekir. Aynı şekilde tuğla yüksek basınç altında şekillendirildiğinden, çok miktarda enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Buna karşın, kerpiç insan gücü ile sıkıştırılır. Bir m³ beton üretimi için, 300-500 kWh enerji gerekirken, kerpiç üretmek için bunun %1 yeterlidir. Kerpiç malzemenin

ortalama birim ağırlığı 1.2-1.6 g/cm³, basınç dayanımı 3-20 kgf/cm², ısı geçirimsizlik kat sayısı 0.4 kcal/mh⁰C ve suda çözülme süresi 20-45 dakika arasında değişmektedir. Kerpiç gözenekli yapısı ile ortamdaki nem dengesini; ısı tutuculuk özelliği ile de ısı dengesini sağlar. Sudan sonra en iyi enerji depolama yeteneğine sahip olan malzemelerden birisidir. Kerpiç dış duvarda, dışarıdan gelen ısıyı gün boyu bünyesinde toplar, gece bu ısıyı dışarıya vererek sıcaklığın dengeli kalmasını sağlar (Çavuş, ve ark., 2015).

Böylece yakıt tasarrufu sağlayan kerpiç aynı zamanda atmosfere giden zehirli gaz ve atık miktarını azaltarak, çevrenin korunmasını da sağlar. Kerpiç yalıtım yeteneği ısı iletkenlik katsayısı ile ilgilidir. Isı iletkenlik katsayısı düşük olan malzemeler ısıyı daha az iletir (Engin, 2003).

Sıralanan özellikleri nedeni ile kerpiç eski çağlardan beri Anadolu'da, Orta Asya, Afrika Orta ve Güney Amerika'da yaygın olarak kullanılmaktadır (Acun ve Gürdal, 2003). Çatalhöyük kazılarında rastlanılan kerpiç yapıların tarihi MÖ. 5700-5500 yıllarına kadar uzanmaktadır (Koçu ve Korkmaz 2017).

Yapılarda enerji tasarrufu, binanın mimari projesi, yapı malzemesinin seçimi ve uygulaması ile yakından ilgilidir. Tek katlı bir konutta ısı kayıplarının %25'i dış duvarlardan, %22'si çatıda meydana gelmektedir. (Koçu ve Dereli, 2010). Şayet konutlardaki duvarların yalıtım yeteneği yüksek kerpiç malzeme kullanılırsa enerji kayıpları azaltılabilir.

Ülkemizde kerpiçten kaçış söz konusu olsa dahi halen Dünya nüfusunun yaklaşık %30 kerpiç evlerde oturmakta, İngiltere'de çoğu 20 YY. inşa edilmiş yaklaşık 500.000 kerpiç yapı bulunmaktadır. ABD'de kerpiç yapılara her yıl 1500 konut eklenmektedir (Çavuş, ve ark., 2015). Ülkemizde ise, Konya çevresinde inşa edilen yapıların %27'sinde kerpiç malzeme kullanılmaktadır. (Acun ve Gürdal, 2003).

Enerji

Bu günlerde enerji konusu ve konutlarda kullanılan enerji dünyanın gündemindedir. Enerji konusunda dışa bağımlı olan ülkemizde toplam enerjinin %40'ı konutlarda tüketilmektedir. Konutlarda tüketilen enerjinin %80'ini ise ısınma amaçlıdır. Aslında enerji

Adana ve Mersin İllerinin Bazı İlçelerinde Bulunan Kerpiç ve Taş Konutların Mevcut Durumlarının Saptanması

tasarrufu konusu çok boyutlu bir sorundur. Fosil yakıtların hızla tükenmesi, enerji tüketiminin ortaya çıkardığı sera gazları ve bağlı olarak da küresel ısınma ve iklim değişikliği ile ülkemizin enerji kaynaklarının %70'ni dışarıdan sağlaması gibi faktörler enerji tasarrufunu ve enerjinin verimli kullanılmasını zorunlu kılmaktadır (Yumurtacı ve Dönmez, 2013). Bu nedenle yalıtım kaçınılmazdır.

Yapılarda dış ve iç ortamlar arasında ısı farkları büyük olduğunda, bir miktar ısı yapı elemanlarında kaçarak kayıp olurken; dış ortamda sıcaklığın yüksek olduğu zamanlarda yapı içerisine sızarak konfor koşullarını olumsuz etkiler. Sözü edilen ısı hareketlerinin önlenmesi için, yapı elemanlarının yalıtım yeteneğinin artırılması yoluna gidilmelidir. Yapıların yalıtım yeteneklerinin artırılmasında başlıca üç yöntem söz konusudur. Bunlar: Yapının çeşitli elemanlarında ısı geçirimsizlik direnci yüksek olan malzemelerin kullanılması; duvar yüzeylerinin ısı yalıtım yeteneği yüksek malzemelerle kaplanması veya duvar bileşenleri arasına ısı yalıtım yeteneği yüksek malzemelerin yerleştirilmesi ve duvar kalınlıklarının artırılması şeklinde sıralanabilir. Bu bağlamda kerpiç duvarlar hem kalınlıkları, hem de ısı yalıtım özellikleri nedeniyle işlevseldirler.

Engin (2003), ülkemizde yapılan yalıtımsız binalarda m² başına yıllık ısıtma harcamamız Almanya'nın üç katıdır. Daha sert iklime sahip Almanya'da m² başına 5-7 lt olan feul-oil tüketimi Türkiye'de 13-18 lt mertebesindedir.

Geçmişte tüketicilerin yapı malzemesi seçiminde öne çıkardıkları kriterler ağırlıklı olarak, malzemenin uygunluğu "fiyatı", sağlanabilme kolaylığı ve görünüşü iken; günümüzde tüketici global ısınma, enerji tüketimi, kirlilik, atık problemi, insan sağlığı gibi nedenlerle, çevre dostu ürünleri tanımak ve kullanmak istemektedir. (Erdin, 2003).

Materyal ve Yöntem Araştırma Alanı

Bu araştırma Adana ili ve çevre ilçelerindeki 9 köy (Çimeli, Ardıçlı, Demirtaş, Kamışlı, Hacıhasanlı, Gökçeli, Sağkaya, Çağırkanlı ve Küçük Yumurtalık) ile Mersin'in Tarsus ilçesindeki bir köyde gerçekleştirilmiştir.

Adana ili 36° 59' 29.11" kuzey enlemi ile 35° 19' 50.982" doğu boylamı arasında; Mersin ili ise 36° 44' 51.13" kuzey enlemi ile 34° 31' 5.588" doğu boylamı arasında yer almaktadır. İllerin büyük bölümü ovadır. Yalnız Adana'ya yaklaşık 30 km uzaklıkta olan Tarsus ilçesinde dağ köyleri bulunmaktadır. Yörede Akdeniz iklimi hâkimdir. Yıllık yağış miktarı 646.6 mm ve en fazla yağışın yaşandığı ay ise 120.1 mm ile aralık ayıdır. Yazları kurak geçen yörede yıllık ortalama sıcaklık 18.9 °C ve en sıcak ay ise ortalama 28.4 °C ile ağustos ayıdır (Anonim, 2017). Yöre tarım ve sanayi açısından gelişmiştir. Bu nedenle nüfus yoğunluğu fazladır. Çukurova'nın tarıma elverişli ve verimli toprakları kırsal nüfusun tarıma ilgisini artırmaktadır. Bu nedenle yöre kırsalında oturan ve tarımla ilgilenen nüfusun varlığı önemlidir.

Materyal

Tesadüfi olarak seçilen köylerde (10 köy) halen kullanılmakta olan kerpiç ve taşın inşa evlerden birer adeti çalışmanın materyalini oluşturmaktadır. Çalışmada ayrıca yöreye yönelik yazılı ve basılı kaynaklardan yararlanılmıştır..

Yöntem

Seçilen köylerdeki konutlar hakkında bilgi edinebilmek amacıyla, konut sahipleri ile sözlü görüşmeler yapılmış ve ilgililere 77 sorudan oluşan bir anket uygulanmıştır. Ayrıca konutların mekân sayıları, yönleri, ölçüleri, kat yükseklikleri, duvar kalınlıkları, yapı malzemeleri, kapı ve pencere boşluklarının duvar birleşme ve kesişme noktalarına olan mesafeleri, merdivenleri, teras veya çatıları ile inşa şekilleri yerinde incelenmiş, fotoğraflanmış, lazer metre ile alınan ölçüler yardımı ile konutların rölevaleri hazırlanmıştır. Köylerin yerleşim durumları, çevre yerleşimlerle bağlantıları, yol, su, kanalizasyon durumları da yerinde incelenerek, değerlendirilmiştir. Konut sahiplerinin önerileri ve istekleri doğrultusunda yöre kırsalının ihtiyaçlarını karşılayacak alternatif konut kat planları hazırlanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Çalışma yapılan tüm köylerin kuruluş tarihleri oldukça eskilere gitmektedir. Bu nedenle

Adana ve Mersin İllerinin Bazı İlçelerinde Bulunan Kerpiç ve Taş Konutların Mevcut Durumlarının Saptanması

köylerin kuruluş tarihleri hakkında kesin bilgilere ulaşmak mümkün olmamıştır. Ancak bazı köylüler kökenlerinin Doğu ve Güney Doğu Anadolu'dan geldiğini ifade etmişlerdir. Köylerdeki kerpiç konutların inşa tarihlerinin 70-80 yıl öncesine ait olması köylerin daha eski tarihlerde kurulduğunun kanıtı olarak alınabilir. Çalışma yapılan köylerin ilçe merkezlerine uzaklıkları 25-60 km; köylerdeki hane sayısı ise 30-200 arasında değişmektedir. Hane başına nüfus kentlere göçler sonucunda azalmıştır. Köylerde nüfus, tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu dönemlerde ve okulların tatil olduğu yaz dönemlerinde artmakta, kış mevsimlerinde ise azalmaktadır. Araştırmanın yapıldığı bahar döneminde hane başına nüfus 2-8 kişi arasında değişmekteydi. Köyler tarım alanlarına veya yakınına kurulmuştur. Köy yerleşimleri plansızdır. Bunda köylerin kuruluş tarihlerinin eski olması ve eklemelerle büyümesi etkindir. Köylerde yerleşim biçimi toplu ve plansız yerleşim şeklinde (Şekil 2) olup, köylerde çıkmaz sokaklar da bulunmaktadır. Ring yapan köy yollarına rastlanılamamıştır. Sokaklar arazinin düz ve geniş olması yanında, at arabası kullanımının yaygın olması nedeniyle nispeten geniş tutulmuştur. At arabalarının yerini günümüzde traktörler almıştır.



Şekil 2. Çimeli köyünün durum planı

Araştırma yapılan konutların inşa tarihleri de eski olup (ortalama 50 yıl), yakın tarihlerde inşa edilmiş kerpiç konutlar söz konusu değildir. Ovalık alanlarda taş yapılar nadir olarak görülürken, yüksek kesimlerde ve dağlık alanlarda kerpicin yerini ahşap iskeletli yapılar ile yığma taş duvarlı yapılar almıştır. Çalışma alanı olarak seçilen köylerin tamamında şebeke suyunun mevcudiyeti gözlenmiştir. Arazinin düz olduğu ova köylerinde şebeke suyu daha çok ayaklı su depoları kanalı ile konutlara ulaştırılmaktadır. Konutlara ulaştırılan su, sofaya alınmakta ve musluğun altına yerleştirilen bir lavabo ile kullanılmış suların uzaklaştırılması sağlanmaktadır. Geçmişte su

ihtiyacı dağlık köylerinde ortak çeşmelerle; ova köylerinde ise konutlara ait özel kuyulardan çukruk veya tulum balar yardımıyla sağlanmaktaydı. Ardıçlı gibi dağ köylerinde (2 köyde) su, uzun yıllar köylerin yakınında bulunan derelerden yük hayvanları ile taşınmış, çamaşır yıkama işi dere kenarlarında yakılan ateşlerde ısıtılan sularla yapılmıştır. Gerek köy içi yollar ve gerekse ana yola bağlantıyı sağlayan yollar yeterli genişlikte olup, asfaltla kaplanmıştır. Köylerde atık su şebekesi bulunmamaktadır. Köylerdeki tuvaletlerden 11 tanesi ilkel fosseptiklere (çukurlara) bağlanmıştır. 9 konutta, tuvalet giderleri açık kanallara veya derelere verilmiştir. Köylerde bulunan kerpiç konutlar genelde gelir düzeyi düşük olan ailelerce kullanılmaktadır. Bunlara köyünden ayrılmak istemeyen yaşlıları da ilave etmek mümkündür. Bu ailelerin çoğunluğu yeni konut inşa ettirecek ekonomik güce sahip değillerdir. Şehre göçmüş ve gelir düzeyi yüksek olan bir kesim kerpiç konutunu, korunması gereken miras olarak algılamakta ve bu değeri koruma duygusu ile hareket etmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Mirasçıları tarafından korunan konutlara ait görüntüler ve çatılı kerpiç konut

Bu gruptaki aileler konutlarını hafta sonu ve tatiller ile genellikle yaz dönemlerinde kullanmaktadırlar. Konutlardan bazıları çevre duvarı ile çevrili avlu ve bahçeye sahiptir. Diğer konutların kapısı ise doğrudan yola açılmaktadır. Binalarda subasman bulunmamaktadır (Şekil 4). Bu durum binaların kılcallık nedeni ile yer altı sularından ve yüzey sularından etkilenmelerine neden olmaktadır. Köylerde çatısı sonradan yapılmış bir adet konuta rastlanılmıştır (Şekil 3). Konutların çatısız olarak inşa edilmesi ve saçak genişliklerinin sifıra yakın olması duvarların su almalarına ve her yıl bakım gerektirmelerine yol açmaktadır. Köylerde konutlar ayrıık nizamda inşa edilmektedir. Ancak köylerden birinde bitişik nizamda konutlara rastlanılmıştır.

Tekniğine uyulmadan ve tamamen yerel ustalarca inşa edilen kerpiç yapılar, gerek kullanımları sırasında, gerekse dinamik

Adana ve Mersin İllerinin Bazı İlçelerinde Bulunan Kerpiç ve Taş Konutların Mevcut Durumlarının Saptanması

yüklerden hasar görmeleri nedeniyle benimsenmemektedirler. Bu sorunlara ek olarak, tarımsal alanlarda drenaj sistemlerinin inşası nedeniyle, kerpiç (tuzlu-alkali) toprağına ulaşmak güçleşmiş, kerpiç hazırlayacak ve inşa edecek ustaların sayısı azalmış ayrıca kerpiç evlerin her yıl bakım gerektirmesi de kerpiç evlerden uzaklaşma nedenlerindedir. Buna rağmen halkın tamamı kerpicin olumlu yönleri hakkında bilgiye sahip olup; kerpiç evlerin yazın serin, kışın sıcak olduğunu, az miktarda yakacakla kışı geçirebildiklerini ifade etmektedirler.

Konut projelerinin ustalar ve mülk sahiplerince hazırlandığı, statik hesaplarının ve ruhsatlarının bulunmadığı gözlenmiştir. Evlerin oturma alanları sofalar dahil (9-12)m x (6-9)m olduğu, iki katlı konutlarda çıkma yapılmadığından zemin ve birinci katın alanlarının eşit olduğu görülmüştür. 5 adet bahçe içinde inşa edilmiş konuta rastlanmıştır. Bahçe büyüklükleri 4000 m²'ye kadar ulaşabilmektedir.



Şekil 4. Subasmansız inşa edilmiş kerpiç konutlar ve kapısı yola açılan kerpiç ev
Yörede göç tarım alanlarının kullanımını engellemese de büyük ve küçükbaş hayvancılığın ortadan kalkmasına yol açmıştır. Dolayısıyla köyde oturanlar et, süt ve süt ürünlerini marketlerden sağlamaktadır. Yöre halkı hayvancılığın bitmesinde işgücünün yetersizliği yanında, yeni tarım alanlarının açılması nedeniyle yeterli mera kalmamasını gerekçe göstermektedir.

Yörede kentlere göçenler bakım gerektirmeyen, hasadı kolay olan ürünleri tercih ederek ve gerekirse mevsimlik işgücünden yararlanarak, tarımsal faaliyetlerini kentte kalarak yürütmektedirler. Bir kısım ise, arazilerini köyde kalanlara kiralamak veya ortaklık yoluyla işlemektedirler.

Köyler ve köylerdeki konutlar irdelendiğinde, araştırma alanının ova kesiminde bulunan konutların çoğunlukla tek katlı olduğu, iki katlı konutların nadiren görüldüğü, köylerdeki eski evlerde taşıyıcı malzeme olarak

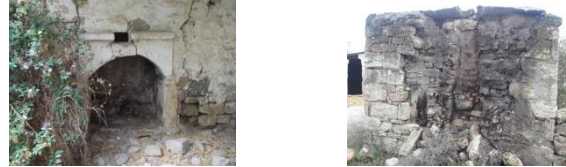
taş, kerpiç ve ahşabın kullanıldığı, Tarsus dışındaki köylerde topografyanın düz olduğu gözlenmiştir.

Tüm konutların ortak özellikleri güneye bakan cephelerinde açık sofaların bulunmasıdır (Şekil 5). Konutlarda sofaların doğu ve batısı duvarlarla kapatılmıştır. Bazı konutlarda ise sofaların doğu ve batısında görece daha küçük olan bölümler (odalar) inşa edilmiştir.



Şekil 5. Güney cephe avlular

Katlarda bulunan odaların giriş kapıları ile bir kısım pencereleri sofaya, yani güney cepheye yerleştirilmiştir. Evlerin güneyinin açık olması bölgenin iklim koşulları ile doğrudan ilişkilidir. Yörede yazın güneyden esen rüzgârlar (deniz rüzgârları) nispeten serin bir havayı taşımaktadır. Açık cepheden sofaya giren rüzgâr buradaki pencerelerden odalara da girebilmekte ve konfor açısından uygun bir ortam oluşturmaktadır. Oturma, yemek ve yazları yatmak amacı ile kullanılan sofalar, aynı zamanda mutfak olarak da kullanılmaktadır. Sofanın batı duvarına yemek pişirme amaçlı şömine yerleştirilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Şömine ve yıkılan bir bacanın enkazı

Geçmiş dönemlerde yörede soba kültürü olmadığından, evlerde soba bacası ve baca deliği bulunmamaktadır. Belirtilen dönemde ısıtma ve yemek pişirme işlevi şöminelerce yerine getirilmekteydi.

Yörede azda olsa taş evler de mevcuttur. Taş evler mimarı açıdan kerpiç evlerle aynı özelliklere sahiptirler. Halen kullanılmakta olan bir taş evde döşemeler betonarme olarak inşa edilmiştir. Kullanım dışı kalan bir taş evde ise, ahşap çatı mevcuttur.

Yöredeki iki katlı konutlarda güneye bakan sofaya çoğunlukla ilkel ahşap bir merdivenle çıkılmaktadır (Şekil 7).

Adana ve Mersin İllerinin Bazı İlçelerinde Bulunan Kerpiç ve Taş Konutların Mevcut Durumlarının Saptanması



Şekil 7. İki katlı kerpiç konutta ahşap merdiven. Konutlarda sofa kullanımı çok amaçlı olduğundan, sofaların genişletilmesi yoluna gidilmiştir.

Ova kesimindeki kat planları kar yağın yüksek bölgeler için de geçerlidir. Yani oda sayısı genellikle iki ile sınırlıdır. Odalardan biri anne-baba, diğeri çocuk yatak odası olarak kullanılırken; kış sezonlarında odalardan biri yatak odası işlevi yanında mutfak, oturma ve yemek odası olarak da kullanılmaktadır. İki odalı evlerde misafirlerin yatırılması için köylerde bulunan ve ortak kullanıma açık olan köy evlerinden (köy odası) yararlanılmaktadır. Bu evler genellikle köy camisinin yakınında bağımsız bir oda şeklindedir. Yörenin Akdeniz iklim kuşağında olması, konut mimarisinin yaz aylarına yönelik gelişme göstermesine, yani yaz sıcaklarından korunma yollarının aranmasına yol açmıştır.

Konutların avlularında bir su kuyusu ve su tulumbası mevcutken şimdilerde evlerdeki şebeke suyuna ek olarak, mevcut tulumbalara elektrikli pompalar ilave edilmiştir. Yani kuyular hala faal durumdadır. Tuvaletler avlu içerisindedir, evlerin avlularında yeşillik ekilebilen küçük boyutlu bahçelerinde meyve ağaçları da mevcuttur. 3 evde çevre duvarı (ihata duvarı) ile oluşturulan ve traktör ve tarım alet ve makinelerinin park alanı olarak düzenlenmiş alanlar (avlular) bulunmaktadır.

Geleneksel konutlarda ürün depolama ve işleme bölümleri ile hayvan barınakları avluların içinde bulunmaktadır. Günümüzde üretilen ürünlerin tarlada satılması depo yapılarının; hayvancılığın yok olması ise, barınak ve yem depolarının ortadan kalkmasına neden olmuştur. Dolayısıyla evlerdeki bu eklentiler ya tamamen yok olmuş veya enkaz durumuna gelmiştir. Bazı konutlarda bahçe giriş kapıları sonradan çelik malzemeden yapılmıştır. Köylerde hayvan bulunmaması nedeniyle avlu giriş kapıları bulunmayan konutların bahçelerinde sebze ve meyve yetiştirilebilmektedir. Konutların damları genellikle teras çatı şeklinde olup (sıcak çatı), damları toprakla kaplanmıştır. Teraslar yazları

yatma ve ürün kurutma amaçlı olarak da kullanılmaktadır. Son yıllarda toprak damları betonla kaplama veya saçak oluşturma ya da saçaklardaki ahşap malzemeyi korumak amacıyla saçakların saç levhalarla kaplandığı görülmüştür (Şekil 8).



Şekil 8. Saç levhalarla kaplı saçak örnekleri. Gelir düzeyi düşük olan aileler toprak damlardaki akmayı önlemek amacıyla damları plastik örtü ile kaplamaktadırlar. Ekonomisi daha iyi olanlar ise, saç çatı örtü levhalarını tercih etmektedirler. Damlar yörede çor olarak anılan tuzlu topraklarla kaplanmaktadır. Her yıl sonbaharda söz konusu topraktan bir miktar getirilerek dama serilmektedir. Yağışlardan önce loğ veya yuvak denilen taş silindiriklerle sıkıştırılan toprağın geçirimsizlik özelliği artmaktadır (Şekil 9).



Şekil 9. Damdaki toprağın sıkıştırılmasında kullanılan loğ

Tavan kaplamaları için kamış önemli bir yapı malzemesidir. Yörede bol miktarda bulunması, organik bir madde ve içerisinde boşluklu olması bu malzemeye yalıtım yeteneği kazandırmaktadır (Şekil 10). Kamışların izolasyon yeteneği nerede ise yapay izolasyon malzemelerinin de üstündedir (0.04kcal/h⁰C).



Şekil 10. Ahşap kiriş üzerine kamış kaplama tavan

Konutlarda mekânlar: Konutlarda mekânların oluşturulmasında etken olan faktörler yörenin bütünü için geçerli olduğundan, araştırma alanındaki konutların kat planları neredeyse aynı olup, katlarda iki oda ve odaların ilişkili olduğu açık sofa bulunmaktadır (Şekil 11). Konutlarda mekân kullanımı da her konut için benzerlik

Adana ve Mersin İllerinin Bazı İlçelerinde Bulunan Kerpiç ve Taş Konutların Mevcut Durumlarının Saptanması

göstermektedir. Çünkü ailelerin kültürel değerleri ve uğraş alanları benzerdir.



Şekil 11. Sofadan girişli iki odalı ve iki katlı konut

Evlerden 3'ünün odalarında yüklük ve yüklüklerin içerisine gizlenmiş banyolar bulunmaktadır. Benzer yüklükler ve banyo düzenlemelerine Anadolu'nun farklı bölgelerinde de rastlanılmaktadır. Biri taş, biri kerpiç olmak üzere iki binada, konutun içi ile bağlantılı, kapısı konutun içerisine açılan ve konutun dışında yer alan ahşaptan inşa edilmiş banyo ve tuvalete rastlanılmıştır (Şekil 12). Diğer evlerde banyo bulunmamaktadır.



Şekil 12. Ahşaptan yapılan ve sonradan ilave edilen banyo ve tuvalet

Mekânların zeminleri inşa edildiklerinde toprakla kaplı iken, sonradan şapla kaplanmıştır. İki katlı bazı konutlarda katları ayıran döşemeler tahta ile kaplanmıştır. Aynı şekilde birinci katta bulunan ve nerede ise konutların kapalı alanlarına yakın olan sofaların tabanı da tahta kaplıdır. Odalarda ısınma ve pişirme amaçlı şömine mevcuttur. Evler dış sofalı olarak inşa edilmiştir (Şekil 13).



Şekil 13. Tahta kaplanmış avlu ve iç mekan

Konutlarda kullanılan yapı malzemeleri

Ahşap: Kerpiç konutlarda ahşap; kapı, pencere, tavan ve döşemeleri yanında, taşıyıcı sistemlerin desteklenmesi amacıyla kullanılmıştır.

İki katlı konutların tavan ve döşemelerinde 10*15–15*20 cm kesitinde elle veya hızarlarda işlenmiş ahşap kirişler, yaklaşık 50-60 cm aralıklarla duvarlardaki yastık kirişlerinin üzerine dizilmiştir. Bazı konutlarda ahşap

kirişlerin üzeri 2-3 cm kalınlıkta tahtalar ile kaplanmıştır. Bu tahtalar zemin katta tavan, birinci katta ise döşeme işlevini yerine getirmektedirler (Şekil 14).



Şekil 14. Ahşap kiriş ve tahta kaplamalı tavan

Son katlarda ise kirişlerin üzerine yerleştirilen tahtaların üzeri toprakla kapatılarak, konutun dış etkilerden korunması sağlanmıştır. Tek katlı konutlarda tavanlar ahşap kirişlerin üzerine kamışlar dizilerek ve kamışların üzeri ince çalılar ile kaplanıp, toprakla örtülmek yoluyla inşa edilmiştir.

Özellikle dağlık kesimlerde (Tarsus) ahşap hatıllarla desteklenmiş taş duvarlı yapılara rastlanmıştır. Bunlarda ahşap iskelet sadece duvarın dışında oluşturulmuştur. Bu sistemler inşa tekniği açısından belki melez sistemler olarak adlandırılabilir. Hatılların arası moloz taş veya tuğla ile doldurulmuştur. Ancak hatıllar duvar genişliğince yapılmamıştır. Ahşaptan yapılan yatay hatıllar pencere altlarında pencere üstlerinde ve döşeme altlarında bulunmaktadır (Şekil 15).



Şekil 15. Konutlarda yatay ve düşey hatıllar

Diğer bir yöntem de yatay ve düşey hatılların arası, düşey yönde ve genellikle 40-50 cm aralıklarla ve 4-5 cm çaplı dikmelerle ile dikey olarak bölümlendirilmiş, dikmelerin arası çalılarla aralıksız örüldükten sonra, içten ve dıştan sıvanmıştır. Sıva kalınlığı yer yer 4-5 cm'ye ulaşmaktadır. Bu şekilde farklı bir duvar sistemi oluşturulmuştur (Şekil 16). Üzeri kiremitle kaplanmış olan bu yapılar hafiflikleri nedeniyle depreme dirençli, ahşap ve toprağın yalıtım özellikleri nedeniyle de kışın sıcak, yazın serindir.

Adana ve Mersin İllerinin Bazı İlçelerinde Bulunan Kerpiç ve Taş Konutların Mevcut Durumlarının Saptanması



Şekil 16. Ahşap iskeletle desteklenmiş çalılarla oluşturulan duvarlar

Kapılar: Konutlarda kullanılan kapıların bir bölümü çakma kapı özelliğinde olup, birkaç konutta tablalı kapılara rastlanmıştır. Kapı genişlikleri uygun olmakla birlikte, yükseklikleri genelde yetersizdir. Sadece bir konutta çift kanatlı oda kapısına rastlanılmıştır (Şekil 17).



Şekil 17. Araştırma alanından farklı kapı örnekleri

Pencereler: Pencerelerin boyutları ve sayıları konuttan konuta farklı olsa da üretimleri bakımından benzerdirler. Genellikle pencere genişlikleri 70-80 cm, yükseklikleri ise, 130-170 cm'dir. Pencerelerinde kanat ve cam bulunmayan evlerde mevcuttur. Pencereler duvarın dış yüzeyine sıfır olarak yerleştirilen kasalara, düşey yönde hareketli, çakma yöntemi ile üretilmiş kepenkler (taka) monte edilmiştir. Kepenkler gündüz ve sıcak havalarda açık tutulurken, güvenlik nedeniyle ve kış sezonlarında kapatılmaktadır. Kepenksiz pencerelerde demir şebeke kullanımı yaygındır. Pencere kasaları tam kasa şeklinde olup, üst kısımlarında ahşaptan lentolar bulunmaktadır (şekil 18).



Şekil 18. kerpiç konutta kepenkler ve tam kasalı ve kepenkli pencereler

Pencerelerin dış yüzeylerinde bulunan kepenkler saçak yetersizliği nedeniyle eve girebilecek olan yağış sularını önlemektedir. Pencerelerde denizlik ve parapet bulunmamaktadır. Sahibi tarafından korunan bir kerpiç evde pencere üzerine yerleştirilen saçak benzeri bir sistemle

pencerinin su alması önlenmeye çalışılmıştır (Şekil 19.).



Şekil 19. Pencerenin korunması amaçlı saçak

Kepenler genelde dışarıya açılmakta ve içeriden kontrol edilmektedir. Bu durum sineklik yapımına engel teşkil ettiğinden, pencerelerde sineklik bulunmamaktadır. Yörede bol bulunan sivrisineklerden korunmak amacıyla cibnlik kullanımı yaygındır. Pencere boyutları küçük ve aynı duvarda birden fazladır. Bu durum tüm mekânın aynı düzeyde aydınlatılmasını sağlamak yanında, yapının stabilitesi bağlamında da avantaj sağlamaktadır. Kuzey cephesinde pencere bulunmayan evlerde söz konusudur. Burada amaç Toros Dağlarından esen kış rüzgârının etkisinden korunmaktır.

Ahşap, merdiven yapımı yanında, balkon ve merdiven korkulukları ile küpeştelerinin yapımında da kullanılmaktadır.

Kamış: Kat ve çatı döşemelerinde ahşap kirişlerin üzerine dizilerek hem dekoratif bir görünüş elde edilmesinde, hem de konut sahibinin tahta kaplama maliyetinden kurtulmasını sağlamaktadır.

Toprak malzeme: Kerpiç konutlarda toprak malzeme (çamur) çatı kaplaması olarak, bağlayıcı olarak ve kerpiç ham maddesi olarak kullanılmaktadır. Bu toprakların özelliği geçirimsiz olmalarıdır. Sıva işlerinde de kullanılan toprak malzemenin en geniş kullanım alanı kerpiç üretimidir.

Taş Malzeme: Geleneklere dayalı olsa gerek, kerpiç konutların temelinde de taş malzeme kullanılmamıştır. Bunda taş malzemeye ulaşma güçlüğüne etken olduğu söylenebilir. Bazı köylerde ise, taş malzeme köylerin yakınlarında bulunan taş ocaklarından sağlanmaktadır. Özellikle eski dönemlerde taşları, taş ocağından şantiye alanına taşımak güç olduğundan, ancak sayılı aile taş eve sahip olabilmiştir. Taş duvarlarda genellikle 50 cm kalınlıkta ve kabayonu olarak işlenmiş ve harç (bağlayıcı) malzemesi olarak toprak kullanılmıştır. Bazı taş

Adana ve Mersin İllerinin Bazı İlçelerinde Bulunan Kerpiç ve Taş Konutların Mevcut Durumlarının Saptanması

konutlarda derzler sonradan çimento harcı ile doldurulmuştur. Taş malzeme ile inşa edilen konutlar genellikle iki katlıdır. Taş binaların zemin katlarının bir bölümü hayvan barınağı, bir bölümü ise, depo olarak kullanılmaktadır (Şekil 20).



Şekil 20. Taş ve ahşabın birlikte kullanıldığı konut örneği

Merdivenler: Tek katlı evlerde su basman olmadığından merdiven de bulunmamaktadır. İki katlı kerpiç evlerde merdivenler genellikle ahşaptır. Taş evlerdeki merdivenler ise taş malzeme ile inşa edilmiştir (Şekil 21). Merdivenlerin kol genişlikleri, basamak genişlikleri ve riht yükseklikleri standartlarda verilen değerlere yakındır (100 cm., 30/18 cm). Ahşap merdivenlerde korkuluk ve küpeşte bulunmaktadır (Şekil 22).



Şekil 21. Taş binalarda merdivenler



Şekil 22. Binalarda ahşap merdivenlerde korkuluk ve küpeşterler

Kerpiç konutlarda dış duvar kalınlıkları 40-60 cm arasında, iç duvarlarda ise kalınlık 30 cm'ye kadar düşürülmektedir. Kerpiç duvarlarda hatıl (ahşap veya betonarme) kullanımı nerede ise söz konusu değildir. Konutlarda kat yükseklikleri 2.30-3.80 m arasında değişmektedir. Sıcak bölgelerde katların daha yüksek olması beklenirken, araştırma yöresinde kat yüksekliklerinin düşük olması kerpicin yalıtım özelliğine bağlanabilir.

İstenmeyen koku ve gazları uzaklaştırılması amacıyla inşa edilen bacalar gerek odalarda,

gerekse sofada bulunan şömineler için söz konusudur. Kerpiç konutlarda ki şöminelerin bacaları 1.5 kerpiç (yaklaşık 60 cm) boyutundaki kerpiç duvarların içine gizlenmiştir. Bacalar tavana yakın bir kotta açılan delik ile duvarın dışına verilmektedir (Şekil 23).



Şekil 23. Soba için baca deliği

Yörede sadece Tarsus kırsalında damdan çıkmış bacaların varlığı gözlenmiştir (Şekil 24).



Şekil 24. Damda inşa edilmiş baca

Kapı ve pencere boşlukları duvar kesişme ve birleşme arakesitlerine yeteri kadar uzaktadır. Bu özellik deprem güvenliği açısından olumludur. Kerpiç evlerde su basman bulunmamaktadır. Konutlar doğal zemin kotunda inşa edildiklerinden yüzey sularından etkilenmektedirler. Bu durum yapının ömrünü kısaltmakta ve nem nedeniyle konfor şartlarını olumsuz etkilemektedir.

Bina dış cepheleri: Binaların dış cepheleri toprak sıva ile sıvanmıştır. Bazı evlerin dış cepheleri kireçle badana edilmiş olmasına karşın, çoğunlukla dış cephelerde toprak sıva orijinal rengini korumaktadır. Sıva malzemesi iç duvarlar için de topraktır ve kireç badanalıdır (Şekil 25).



Şekil 25. Toprak harcı ile sıvalı evler

Bina cepheleri oldukça sadedir. Köylerden birinde bir taş evin duvarında evi yapan ustaya ait bir sembolle karşılaşmıştır (Şekil 26).

Adana ve Mersin İllerinin Bazı İlçelerinde Bulunan Kerpiç ve Taş Konutların Mevcut Durumlarının Saptanması



Şekil 26. Taş binada bulunan sembol

Yöredeki evlerde ahşabın yaygın olarak kullanılmasına karşın, süslemelere pek fazla yer verilmediği görülmektedir. Buna karşın süsleme söz konusu olan bir kerpiç bina ile karşılaşmıştır (Şekil 27).



Şekil 27. Kerpiç bina avlusunda ahşap süsleme

Dış cephelerde sıva üzerine boya yapılmadığından yüzeyler koyu renklidir. Böylece kerpiç malzeme kışın güneş enerjisini depolayabilmekte ve güneş enerjisinin bulunmadığı saatlerde konutun içerisine vererek konfor şartlarının oluşmasını sağlamaktadır. Dış cephelerde saçak çıkmaları 10 cm'ye kadar düşmektedir ki bu durum sıva dökülmelerinin ve kerpiç duvarların nem almasının temel nedenidir (Şekil 28).



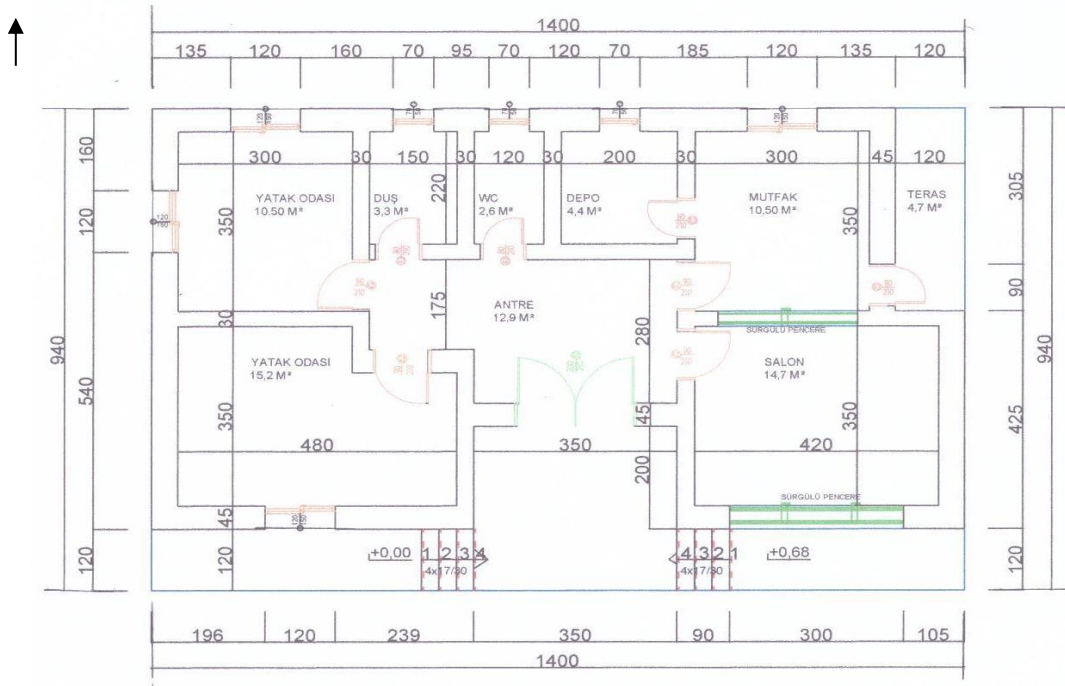
Şekil 28. Yetersiz saçak çıkmaları ve hasara uğramış sıvalar

Damlara gelen yağmur suları damdaki toprağın iç bükey olarak kaplanması sayesinde, damın ortasında toplanmakta ve boru (çörten) ile damdan atılmaktadır. Böylece saçaklarda bulunan toprağın akması önlenmektedir. Ancak saçak sonlarında açıkta kalan ahşap elemanların su alarak çürümesi engellenememektedir. Binalarda saçığın bulunmaması pencerelerin de yağmur sularından etkilenmesine neden olmaktadır.

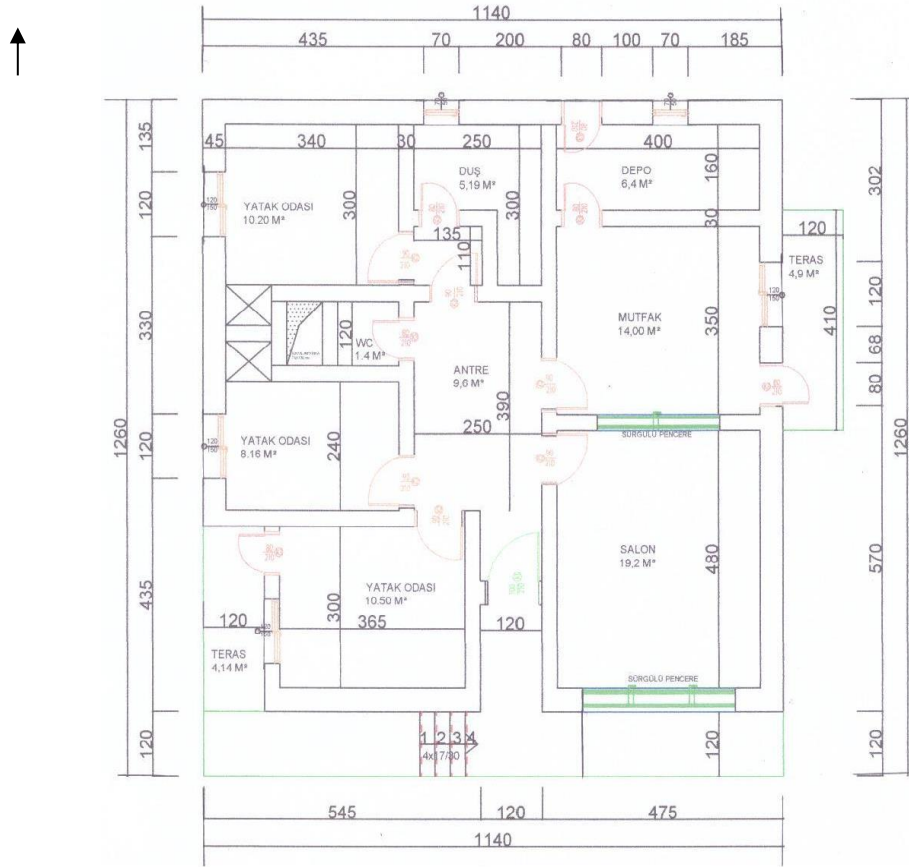
Alternatif Konut Projeleri: Araştırma alanındaki çok sayıdaki konutta oda sayısının çoğunlukla iki ile sınırlı olması (Ek. 1) yaşam kalitesini düşürmektedir.

Bu nedenle alternatif konut projesi hazırlanırken konutta bulunması gereken mekânlar ve sayıları ile aile bireylerinin talepleri dikkate alınmıştır. Ek olarak iklim koşulları, yörede bulunan yerel malzemeler, kullanıcı kültürü ve kırsal kesimin faaliyetleri de göz önünde tutulmuştur. Çalışılan yöre kırsal olup, yöre insanı tarımsal faaliyetlerde bulunmaktadır. Planlanan konutun kırsal konut olması yanında, tarımsal işletmenin merkezi olduğu da dikkate alınmıştır. Bu kapsamda tarımsal ürün işleme ve depolama işlemlerinin yoğun olarak yürütülmesi gerektiği, mekânlar arasındaki ilişkinin kırsal konuta uygun olarak düzenlenmesi, güney rüzgârlarından yararlanma, kullanımı sürecinde daha az enerjiye gereksinim duyması gibi kriterler dikkate alınarak, geliştirilen biri, iki yatak odalı Şekil 29'da; diğeri üç yatak odalı kat planı Şekil 30'da verilmiştir.

Adana ve Mersin İllerinin Bazı İlçelerinde Bulunan Kerpiç ve Taş Konutların Mevcut Durumlarının Saptanması



Şekil 29. Çalışma alanı için önerilen iki yatak odalı kerpiç konuta ait kat planı



Şekil 30. Çalışma alanı için önerilen üç yatak odalı kerpiç konuta ait kat planı

Sonuç ve Öneriler

Sonuç

Araştırmaya konu olan köylerde planlı bir yerleşim görülmemekle birlikte, ulaşım ağları, şebeke suyu, elektrik gibi alt yapı hizmetlerinin önemli bir bölümü sağlanmış durumdadır. Ancak atık suların uzaklaştırılması konusundaki gelişmeler yeterli değildir.

Söz konusu köylerde, kerpiç konut sayısı her geçen gün azalmaktadır. İnşaat malzemelerinde ve yapı teknolojisindeki gelişmelerin, kırsal yörelerdeki geleneksel mimarinin ve yapı malzemelerinin yerini alması yöre insanını taş ve kerpiç malzemelerle konut inşasından uzaklaştırmıştır. Ayrıca, ova kesiminde taş malzemeye ulaşılma güçlüğü, taş bina yapımını; kentlere göçler, konutların bakımının güç ve pahalı olması, her yıl bakım gerektirmesi ve güvenlik sorunu ile mevcut kerpiç konutun kullanımında yaşanan (tavandan toz dökülmesi, temizlik, iç mekanlarda boya badana işleri, nem sorunu gibi) sorunlar kerpiç yapıların yapımını engellemektedir. Araştırma alanında son yıllarda inşa edilmiş kerpiç yapıya rastlanılmamıştır. Araştırma sırasında karşılaşılan en genç konutun 30 yıllık olduğu görülmüştür.

Konutların tamamı katlarda iki odalı ve açık avlulu olarak inşa edilmiştir. Avluların açık cephesi güneye yönlendirilmiştir. Bunda yazın esen güney rüzgarlarının etkisi büyüktür.

Konutlarda su basman bulunmadığı gibi, çatı da yoktur. Bazı konutlarda saçak genişlikleri 10 cm ye kadar düşmektedir. Bir tek konutta damda inşa edilmiş baca mevcuttur. Kerpiç konutları kullananlar dar gelirliler, yaşlılar ve konutlarını ata mirası olarak değerlendiren yüksek gelirli kesimlerdir.

Konutların tamamı yığma yapı (kerpiç ve taş) şeklinde inşa edilmiş olup hiçbirinde mimarlık ve mühendislik hizmeti bulunmamaktadır. Konutlarda kat yükseklikleri yetersizdir ancak konutlarda mekanlar güney rüzgarına açıktır. Konut eklentilerinden olan ürün depoları, yem depoları ve hayvan barınaklarının tamamı yok olmaya yüz tutmuştur.

Öneriler

Yerel mimarinin korunması, yerel yapı malzemelerinden ve iş gücünden yararlanılması, maliyetinin düşük olması, yakıt tasarrufu sağlanması ve insan sağlığı uygun olması nedeni ile kırsal alanlarda konut sorunun kerpiç malzeme ile çözümlenmesi yararlı olacaktır. Bu amaçla kerpiç malzemenin özendirilmesi yerinde bir yaklaşım olacaktır. Ancak kerpiç konutları daha güvenli hale getirmek için gerekli çabalar gösterilmelidir.

Bu amaçla

- ✓ Kerpiç yapılarda gerekli yerlerde nem ve su yalıtımı yapılmalı, duvarlar içten ve dıştan sıvanmalı,
- ✓ Deprem bölgelerinde kerpiç yapılar, ahşap iskelet ile desteklenmeli,
- ✓ Dayanım açısından binaların planları kare veya dikdörtgen şeklinde olmalı ve binalarda fazla girinti çıkıntı bulunmamalı,
- ✓ Yağmur sularının binanın etrafını hızla terk etmesini sağlamak için drenaj yapılmalı,
- ✓ Kerpiç konutlarda 50-90 cm yükseklikte subasman yapılmalı ve temel derinliği sağlam zemine ulaştırılmalı,
- ✓ Kerpiç konutlar çatılı ve geniş saçaklı olarak inşa edilmeli,
- ✓ Gelişen teknoloji ile kerpiç duvarların çimento katkılı harçlarla sıvanması günümüzde mümkündür.
- ✓ Enerji konusunda dışa bağımlı olan ve enerji ithali için önemli miktarda bedel ödeyen ülkemiz aynı zamanda küresel ısınmanın da etkisi altındadır. Bu bağlamda kerpiç konutlar çevreye duyarlı, geri dönüşümlü, kullanımı sırasında daha az enerji ile konfor şartlarını sağlayabilmeleri yanında gerek ülke için gerekse kullanıcı için ekonomi de sağlayacaktır.
- ✓ Ancak standartlara ve şartnamelere uygun olarak üretilmeyen kerpiç konutların, çeşitli sorunlara yol açacağı dikkate alınarak, kerpiç yapıların projelendirilmesinde teknik (mimar ve statik); üretiminde ise kontrollük desteği devlet kurumlarınca sağlanmalıdır.

Adana ve Mersin İllerinin Bazı İlçelerinde Bulunan Kerpiç ve Taş Konutların Mevcut Durumlarının Saptanması

Kaynaklar

- Acun, S ve Gürdal, E, (2003). Yenilenebilir Bir Malzeme Kerpiç Ve Alıcılı Kerpiç, Seden, TMH. Sayı, 427.
- Anonim, (2017).
<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ADANA>.
- Anonim, (2017). (Erişim tarihi 12.01.2017) Adobe,
<https://en.wikipedia.org/wiki/adobe>,
- Çavuş, M., Dayı, M., Ulusu, H., Aruntaş, Y., (2015). Sürdürülebilir Yapı Malzemesi Olarak Kerpiç 2. International Sustainable Buildings syposium 28-30 mayıs 2015 Ankara, Turkey.
- Çiçek, B., (2014). Çağdaş Bir Malzeme Olarak Toprak, Sürdürülebilir Mimari Tasarımda Kerpiç Malzeme Kullanımı Paneli 16-18 Mayıs 2014 Selçuk Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Konya.
- Eminağaoğlu, (2004). Kırsal Yerleşmelerde Dış Mekan Oranizasyonu, İlgili Politikalar ve Değerlendirmeler, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2004.
- Erdin, N., (2003). Ağaç Malzeme Kullanımı Ve Çevreye Etkisi, TMH. Sayı 427, Say 96-109.
- Ergen, Y. (1986). Bina Bilgisi, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul. Ergen, Y. (1979) Şehircilik Ders Notları, Yüksek Teknik Öğretmen Okulu Yayınları.
- Güğercin, Ö., Baytorun. N.,2016. Kırsal Yerleşmelerde Konut ve Yeni Konut İnşası Çukurova Tarım Gıda Bil. Der. 31(2): 17-26, 2016.
- Hasol, D., (2016). Mimarlık ve strüktür. <http://www.doganhasol.net/mimarlik-ve-struktur.html>, ulaşım tarihi: 21.12.2016
- Karakuyu, M. (2008). Türkiye’de Kır Konutları ve Eklentileri Üzerine Bir Araştırma Fatih Üniversitesi 2008, Alaşehir Örneği ", bilig, No. 44, Jan. 2008, pp. 45-62.
- Koçu, N., Korkmaz S. Z., (2017). (Erişim Tarihi 2017). Kerpiç Malzeme İle Üretilen Yapılarda Deprem Etkilerinin Tespiti (www.yapkat.com/ingres/malzeme/dosya).
- Koçu, N. Ve Dereli, M., (2010). Dış Duvarlarda Isı Yalıtımı İle Enerji Tasarrufu Sağlanması Ve Detaylarda Karşılaşılan Sorunlar (Konya Kentinden Örnekler) 5. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu 15 - 16 Nisan 2010 Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Tınaztepe Yerleşkesi, Buca.
- Olgun, M. (2011). Tarımsal Yapılar, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1577.
- Sözen,(2012).www.tarihikentlerbirliigi.org/wp-content/uploads/AnadoludaKirsalMimarlik-Ekitap.pdf.
- TS 2514 (1977). Kerpiç Bloklar Yapım ve Kullanma.
- Yumurtacı, Z., Dönmez, A. H., (2013). Konutlarda Enerji Verimliliği Mühendis Makine Cilt 54-Sayı 637-38-43.



Doğu Akdeniz Bölgesi (Türkiye) Turunçgil Bahçelerinde Turunçgil Beyaz Kabuklubiti [*Parlatoria pergandii* Comstock (Hemiptera: Diaspididae)]'nin Yayılış Alanı, Bulaşıklık Oranı ve Zarar Şekli

Naime Zülal ELEKÇİOĞLU*

Özet

Bu çalışma, Turunçgil beyaz kabuklubiti, *Parlatoria pergandii* Comstock (Hemiptera: Diaspididae)'nin yayılış alanlarını, bulaşıklık oranını, zarar şeklini ve kışlama durumunu belirlemek amacıyla Adana, Hatay, Osmaniye ve Mersin illerinde 2012-2014 yılları arasında yürütülmüştür. Zararlıının yayılış alanı ve bulaşıklık oranı, ağaçların gövde ve ana dallarında gözle ve el büyüteciyle yapılan kontrollerle belirlenmiştir. Kışlama dönemini belirlemek için ise dallar üzerinde bulunan zararlıının tüm gelişme dönemleri canlı, ölü ve parazitli olarak sayılmıştır. Çalışmada *P. pergandii*'nin tüm illerde yayılış gösterdiği ve meyvede önemli zararlanmalara neden olduğu belirlenmiş olup 2012 yılında dört ilde örneklenen bahçelerden, *P. pergandii* ile bulaşıklık oranı en fazla %78.57 ile Hatay'da daha sonra %57.69 ile Mersin'de, %54.76 ile Adana'da ve %33.33 ile Osmaniye'de tespit edilmiştir. İkinci yıl ise zararlı ile bulaşıklığın Hatay'da %77.27, Osmaniye'de %53.33, Adana'da %52.86 ve Mersin'de ise %50.63 olduğu belirlenmiştir. *P. pergandii*'nin ilk dölünde meyveye geçen bireylerin öncelikle kaliks altına yerleştiği ve kontrollerde bu kısımlara bakılmadığı takdirde gözden kaçabileceği saptanmıştır. Larvalar meyvelerin üzerinde etrafı yeşil lekeler oluşturarak meyvenin pazar değerini tamamen kaybetmesine sebep olmaktadır. Özellikle yaşlı turunçgil ağaçlarında *P. pergandii*'nin gölgede kalan gövde ve ana dallarda büyük popülasyonlar oluşturduğu ve ölü kabuklubitlerin buldukları yerde kendilerini muhafaza edip kalın tabakalar oluşturduğu gözlenmiştir. Zararlıının tüm yıl boyunca turunçgil bahçelerinde aktif olduğu ve gelişmesine devam ettiği, kışı çoğunlukla ergin dişi olarak geçirdiği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: *Parlatoria pergandii*, turunçgil, bulaşıklık oranı, yayılış, yeşil lekelenme.

Distribution, Infestation Rate and Damage of Chaff Scale, *Parlatoria pergandii* Comstock (Hemiptera: Diaspididae) in Citrus Orchards in Eastern Mediterranean Region, Turkey

Abstract

This study was conducted to determine the distribution, infestation rate damage and overwintering of Chaffscale [*Parlatoria pergandii* Comstock (Hemiptera: Diaspididae)] in Adana, Hatay, Osmaniye and Mersin provinces between 2012-2014. Distribution and infestation rate were determined by the controls of trunk and main branches of the trees by visual check and hand lube. For to determine the overwintering period, all developmental stages of the pest on branches were counted as live, dead and parasitized. In the study, *P. pergandii* was determined to spread in all provinces and cause important damages to fruit. The results indicated that in 2012 the highest infestation rate was in the citrus orchards of Hatay with 78.57% followed by those in Mersin with 57.69%, Adana with 54.76% and Osmaniye with 33.33%. The second year, infestation rate was 77.27% in Hatay, 53.33% in Osmaniye, 52.86% in Adana and 50.63% in Mersin. It was determined that *P. pergandii* individuals passing to fruits at the first generation settle under the calix and could be over looked when it is not controlled during the checks. Larvae by creating green spottings on the fruits cause to lose its market value. It was observed that *P. pergandii* constitutes high populatios on trunk and main branches of trees especially at old citrus trees and dead scale insects maintain themselves in their current place and form thick layers. The pest was active and continued to develop throughout the year in citrus orchards, overwintered at all stages but mainly at the adult female.

Keywords: *Parlatoria pergandii*, citrus, infestation rate, distribution, green spotting.

Giriş

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde turunçgil yetiştiriciliği, gerek iç tüketimde taze meyve ve meyve suyu talebini karşılayacak, gerekse de dış pazarda rekabete girebilecek yeterli potansiyele sahiptir. Türkiye'de toplam 43.543 bin ağaç sayısı ve yaklaşık 4.8 milyon ton turunçgil üretimi gerçekleşmekte olup üretiminin yaklaşık %70'i Çukurova Bölgesi'ndedir (TÜİK, 2017). Dünya'da turunçgil tarımı yapılan alanlarda olduğu gibi, ülkemiz turunçgil bahçelerinde de birçok zararlı tür bulunmaktadır (Bodenheimer, 1958; Özkan ve ark., 1991; Uygun ve ark., 2002). Bu zararlı türlerden birisi de Turunçgil beyaz kabuklubiti, *Parlatoria pergandii* Comstock (Hemiptera: Diaspididae)'dir. *Parlatoria pergandii* konukçusu olduğu bitkilerinin gövde, dal, yaprak ve meyvelerinde emgi yaparak zarar vermektedir. Emgi zararı sonucunda meyvelerin üzerinde etrafı yeşil harelî lekeler meydana getirerek meyvenin pazar değerini düşürmekte, yüksek popülasyonlarda dalların tamamen kurmasına ve meyvelerin dökülmesine neden olmaktadır. Dünyada önceki yıllarda yapılan bazı çalışmalarda bu zararlıın turunçgilin genellikle mücadele gerektirmeyen bir zararlısı olduğu kaydedilirken (Rosen ve DeBach, 1978; Miller ve Davidson, 1990), son yıllarda yapılan çalışmalarda ise zararlıın Güney Japonya ve İtalya'da çok önemli, İspanya, Türkiye, Lübnan, İsrail, Güney-doğu Asya, Orta Amerika, Meksika, Florida ve Teksas'ta önemli bir zararlı olduğu, Fas'ta son yıllarda dikkat edilmesi gereken önemli turunçgil zararlılarından biri konumuna geldiği bildirilmektedir (Miller ve Davidson, 2005; García ve ark., 2016; Garcia-Marí ve ark., 2017). Ülkemizde *P. pergandii*'nin varlığı çok önceki yıllardan bu yana bilinmesine rağmen son yıllarda turunçgil alanlarında popülasyon yoğunluğunda önemli artışların olduğu, pazar yerlerinde satılan turunçgil meyveleri üzerinde zararlıın en sık rastlanan kabuklubit türlerinden biri durumunda olduğu belirtilmektedir (Uygun ve ark., 2010; Ülgentürk ve Ayhan, 2014). Türkiye'de *P. pergandii*'nin turunçgil üzerindeki varlığı ve

biyolojisi hakkında birkaç çalışma hariç (Karaca ve ark., 2001; Göl ve Karaca, 2016) başka çalışmaya rastlanmamıştır. Zararlıın bulunduğu diğer ülkelerde ise *P. pergandii*'nin biyolojisi, popülasyon değişimi, konukçuları ve mücadelesine yönelik birçok çalışma bulunmaktadır (Gerson, 1967; Yue ve ark., 1989; Yun ve Zhongzhi, 1997; Stathas, 2001; Rodrigo ve ark., 2004).

Bu çalışmada, *P. pergandii*'nin Doğu Akdeniz Bölgesi'ndeki yayılış alanları, bulaşıklık oranı, zarar şekli ve kışlama dönemi araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde *Parlatoria pergandii*'nin turunçgil alanlarındaki yayılış ve bulaşıklık oranının belirlenmesi

Parlatoria pergandii'nin Doğu Akdeniz Bölgesi'ndeki yayılış alanlarını, turunçgil bahçelerinin bu zararlı ile bulaşıklık oranını ve zarar şeklini belirlemek amacıyla yapılan survey çalışmaları, iki yılda da nisan-kasım aylarında 1-2 haftada bir, geri kalan aylarda ise aylık olarak gerçekleştirilmiştir. Surveyler dört ilde [Adana (Seyhan, Yüreğir, Karataş, Kozan, Sarıçam, İmamoğlu), Mersin (Merkez, Tarsus, Erdemli, Silifke), Hatay (Merkez, Erzin, Dört Yol, Samandağ, Arsus) ve Osmaniye (Merkez, Kadirli, Sumbas)] bulunan turunçgil bahçelerinde, her ilin turunçgil ağaç sayısının %0.01'ini kapsayacak şekilde yapılmıştır (Bora ve Karaca, 1970). Buna göre çalışma, 2012 yılında 4 il ve 12 ilçede toplam 108 bahçede, 2013 yılında ise 4 il ve 17 ilçede olmak üzere toplam 230 farklı turunçgil bahçesinde yürütülmüştür. *Parlatoria pergandii*'nin yayılış alanı ve bulaşıklık oranını saptamak için örneklenecek ağaç sayısı Lazarov ve Grigorov (1961)'a göre belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Turunçgil bahçelerindeki ağaçların örnekleme listesi

Sürvey bahçelerindeki toplam ağaç sayısı	Kontrol edilen ağaç sayısı
1-20	Tüm ağaçlar
21-70	10-30
71-150	31-40
151-500	41-80
501-1000	Toplam ağaçların %15
1000'den fazla	Toplam ağaçların %5

Seçilen bahçelerde köşegenler doğrultusunda yürünerek örnekleme yapılmıştır. Örnekleme, bahçeyi temsil edecek şekilde tesadüfen seçilen turunçgil ağaçlarının öncelikle gövde ve ana dallarında gözle ve el büyüteci yardımıyla inceleme yapılarak *P. pergandii*'nin herhangi bir dönemine ait bireyler gözlemlenmiştir. Sadece bir tek ağaçta bile zararlıın saptanması durumunda o bahçe bulaşık kabul edilmiş ve örnekleme sonuçlarına göre bulaşıklık oranı (%) belirlenmiştir.

***Parlatoria pergandii*'nin turunçgilde zarar şeklinin belirlenmesi**

Parlatoria pergandii'nin turunçgilde beslenme zararını belirlemek amacıyla yapılan arazi çalışmalarında, zararlıın beslenebileceği bitki organlarında (gövde, ana dallar, yaprak ve meyve) düzenli olarak gözlem ve kontroller yapılmıştır. *P. pergandii*'nin turunçgil ağacının herhangi bir organında bulunduğu saptandığında zarar belirtisi ile bitkinin fenolojik dönemi kaydedilmiştir.

***Parlatoria pergandii*'nin kışlama döneminin belirlenmesi**

Parlatoria pergandii'nin kışlama dönemlerini belirlemek amacıyla Erzin (Hatay)'de zararlı ile bulaşık olduğu belirlenen 50 da'lık 1995 yılı tesisli bir portakal (Washington navel) bahçesi belirlenmiştir. Bu bahçede tesadüfi 5 ağaç seçilmiş, bu ağaçlardan üzerinde zararlıın bulunduğu 10 adet 15-20 cm uzunluğunda dal örnekleri alınmıştır. Laboratuvarında bu dallar üzerinde bulunan zararlıın tüm gelişme dönemleri canlı, ölü ve parazitli olarak stereoskopik binoküler mikroskop altında sayılarak kaydedilmiştir. Çalışmalar 2012-2014 yıllarında aralık ve nisan ayları boyunca ayda bir örnekleme yapılarak gerçekleştirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde *Parlatoria pergandii*'nin turunçgil alanlarındaki yayılış ve bulaşıklık oranı

Zararlıın Doğu Akdeniz Bölgesi'nde 2012-2013 yıllarında örnekleme yapılan turunçgil alanlarındaki bulaşıklık durumu Çizelge 2 ve Çizelge 3'te verilmiştir.

2012 yılında survey yapılan alanlardan 44 bahçe *P. pergandii* yönünden temiz bulunurken, 64 bahçe bulaşık olarak kayıt edilmiştir. Bölgedeki turunçgil bahçelerinin illere göre bulaşıklık oranları ise sırasıyla; Hatay %78.57, Mersin %57.69, Adana %54.76 ve Osmaniye %33.33 olarak belirlenmiştir. Bulaşıklık Hatay'ın ilçelerinden en fazla Erzin'de (%92.86), Mersin'in ilçelerinden Merkez'de (%71.43), Adana'nın ilçelerinden en fazla Yüreğir'de (%78.57) ve Osmaniye'de de Sumbas'ta (%37.50) belirlenmiştir. 2013 yılında 94 bahçe *P. pergandii* yönünden temiz bulunurken, 136 bahçe bulaşık olarak kayıt edilmiştir. Bölgede kontrol edilen turunçgil bahçelerinin illere göre bulaşıklık oranları ise sırasıyla; Hatay %77.27, Osmaniye %53.33, Adana %52.86 ve Mersin %50.63 olarak belirlenmiştir. Bulaşıklık Hatay'ın ilçelerinden en fazla Arsus'ta (%100.00), Mersin'in ilçelerinden Merkez'de (%60.00), Adana'nın ilçelerinden en fazla İmamoğlu'nda (%75.00) ve Osmaniye'de ise Sumbas'ta (%83.33) belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, Doğu Akdeniz Bölgesi'nde 2012 ve 2013 yıllarında survey yapılan turunçgil bahçelerinin sırasıyla ortalama %59.26 ve %59.13'nün *P. pergandii* ile bulaşık olduğu saptanmıştır. Çalışmanın yürütüldüğü her iki yılda da Hatay'da bulaşıklık diğer illere göre daha yüksek bulunmuştur.

Doğu Akdeniz Bölgesi (Türkiye) Turunçgil Bahçelerinde Turunçgil Beyaz Kabuklubiti [*Parlatoria pergandii* Comstock (Hemiptera: Diaspididae)]'nin Yayılış Alanı, Bulaşıklık Oranı ve Zarar Şekli

Çizelge 2. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde turunçgil bahçelerinin 2012 yılında *Parlatoria pergandii* ile bulaşıklık durumu

İller	İlçeler (alt bölgeler)	Tür	Bahçe sayısı (adet)			% Bulaşıklık
			Temiz	Bulaşık	%	
Adana	Seyhan	Portakal	2	2	62.50	
		Mandarin	1	1		
		Altıntop	-	1		
		Limon	-	1		
	Yüreğir	Portakal	2	4	78.57	
		Mandarin	1	3		
		Altıntop	-	2		
		Limon	-	2		
	Karataş	Portakal	3	2	33.33	
		Mandarin	2	-		
		Altıntop	1	-		
		Limon	-	1		
Kozan	Portakal	7	4	36.36		
Toplam		19	23		54.76	
Mersin	Merkez	Portakal	1	3	71.43	
		Mandarin	1	2		
	Tarsus	Portakal	2	2	60.00	
		Mandarin	2	2		
		Altıntop	-	1		
	Erdemli	Limon	-	1		
		Limon	5	4	44.44	
Toplam		11	15		57.69	
Hatay	Erzin	Portakal	-	5	92.86	
		Mandarin	-	5		
		Altıntop	1	3		
	Dörtyol	Portakal	-	2	80.00	
		Mandarin	1	2		
	Samandağ	Portakal	2	1	55.56	
		Mandarin	2	4		
	Toplam		6	22		78.57
Osmaniye	Kadirli	Portakal	1	-	25.00	
		Mandarin	2	1		
	Sumbas	Portakal	2	1	37.50	
		Mandarin	3	2		
	Toplam		8	4		33.33
Toplam	12		44	64		Ortalama 59.26

Doğu Akdeniz Bölgesi (Türkiye) Turunçgil Bahçelerinde Turunçgil Beyaz Kabuklubiti [*Parlatoria pergandii* Comstock (Hemiptera: Diaspididae)]'nin Yayılış Alanı, Bulaşıklık Oranı ve Zarar Şekli

Çizelge 3. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde turunçgil bahçelerinin 2013 yılında *Parlatoria pergandii* ile bulaşıklık durumu

İller	İlçeler (alt bölgeler)	Tür	Bahçe sayısı (adet)			% Bulaşıklık
			Temiz	Bulaşık	%	
Adana	Sarıçam	Portakal	3	5	73.68	
		Mandarin	2	4		
		Altıntop	-	1		
		Limon	-	4		
	Seyhan	Portakal	2	2	62.50	
		Mandarin	1	1		
		Altıntop	-	1		
		Limon	-	1		
	Yüreğir	Portakal	2	4	45.00	
		Mandarin	2	-		
		Altıntop	2	-		
		Limon	5	5		
	Karataş	Portakal	3	2	33.33	
		Mandarin	2	-		
		Altıntop	1	-		
		Limon	-	1		
İmamoğlu	Portakal	1	3	75.00		
	Kozan	Portakal	7	3	30.00	
Toplam			33	37	52.86	
Mersin	Merkez	Portakal	4	10	60.00	
		Mandarin	1	4		
		Altıntop	1	-		
		Limon	6	4		
	Tarsus	Portakal	4	4	57.14	
		Mandarin	4	5		
	Erdemli	Limon	1	3	46.67	
		Altıntop	1	-		
	Silifke	Limon	7	7	23.08	
		Limon	10	3		
	Toplam			39	40	50.63
	Hatay	Merkez	Portakal	1	2	37.50
Mandarin			4	1		
Erzin		Portakal	1	13	91.30	
		Mandarin	1	8		
Dörtyol		Portakal	-	8	80.95	
		Mandarin	4	9		
Samandağ		Mandarin	4	1	20.00	
		Arsus	Portakal	-		1
Arsus		Mandarin	-	1	77.27	
		Limon	-	7		
Toplam			15	51	77.27	

Doğu Akdeniz Bölgesi (Türkiye) Turunçgil Bahçelerinde Turunçgil Beyaz Kabuklubiti [*Parlatoria pergandii* Comstock (Hemiptera: Diaspididae)]'nin Yayılış Alanı, Bulaşıklık Oranı ve Zarar Şekli

Osmaniye	Merkez	Mandarin	6	3	33.33	
	Sumbas	Portakal	1	5	83.33	
	Toplam		7	8		53.33
Toplam	17		94	136		Ortalama 59.13

P. pergandii'nin ana vatanının neresi olduğu bilinmemekle birlikte dünyada turunçgil yetiştiriciliği yapılan tropik ve subtropik iklim kuşağına sahip ülkelerde yaygın bir türdür (Nakahara, 1982; Williams ve Watson, 1988). Palaearktik Bölgenin Akdeniz sahanlığı'nda Libya, Mısır, Lübnan, Suriye, Irak, İsrail, Kıbrıs, İran'da bulunan bu tür turunçgillerde zararlı bir kabuklubit olarak değerlendirilmektedir. Zararlı Türkiye'de ilk defa Bodenheimer (1949) tarafından bildirilmiş olup, Lodos (1991) *P. pergandii*'nin özellikle Güney Anadolu turunçgil alanlarında mevcut olduğunu, Batı Anadolu Bölgesi'nde de ara sıra rastlandığını, Kaydan ve ark. (2013) ise zararlının Akdeniz Bölgesi ile Doğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan kozmopolit bir tür olduğunu bildirmişlerdir. Uygun ve ark. (2010) zararlının ülkemizde yayılış alanının sınırlı olduğunu, son yıllarda Doğu Akdeniz Bölgesi turunçgil alanlarında popülasyon yoğunluğunda önemli artışlar olduğunu ve turunçgilde dikkat edilmesi gereken türler arasında bulunduğunu kaydetmişlerdir. Göl ve Karaca (2016), Antalya'da turunçgil bahçelerinde yaptıkları çalışmada *P. pergandii* popülasyonunun, Kırmızı kabuklubit, *Aonidiella aurantii* Maskell (Hemiptera: Diaspididae)'den sonra gelen önemli kabuklubit türü olduğunu ve özellikle yapraklar üzerinde tüm yıl boyunca görüldüğünü belirlemişlerdir. Ülgentürk ve Ayhan (2014), 2008-2013 yıllarında Ankara'da pazar yerleri ve marketlerde yaptıkları meyve ve fidan kontrollerinde toplam 11 coccoid türü saptamışlardır. Bu türlerden *A. aurantii* ve *P. pergandii*'nin turunçgil meyveleri üzerinde en sık rastlanan türler olduğunu bildirmişlerdir.

***Parlatoria pergandii*'nin zarar şekli**

Parlatoria pergandii'nin ağaçların tüm toprak üstü aksamında bulunduğu ve üzerindeki kabuğun kaldırılmasıyla gerek dişi gerekse de erkek bireylerin renginin mor olmasıyla

kolaylıkla ayırt edilebileceği görülmüştür. Yine mor renkli aktif larvaların bitkinin hangi aksamında bulunursa bulunsun yumurtadan çıktıktan sonra hızlı bir şekilde hareket ettikleri ve kısa bir zaman sonra kendilerini sabitlemeye başladıkları gözlenmiştir. Özellikle yaşlı turunçgil ağaçlarında *P. pergandii*'nin ağaçların gölgede kalan odunsu kısımları üzerinde (gövde ve kalın dallar) büyük popülasyonlar oluşturduğu ve ölü kabuklubitlerin kendilerini buldukları yerde muhafaza ettikleri, bu durumun gövdede ve ana dallarda kalın tabakalar oluşmasına neden olduğu belirlenmiştir (Şekil 1a). Gerson (2012), *P. pergandii*'nin 10-12 yaşındaki ağaçlarda daha çok rastlandığı, yaprak, meyve ve gövdeye saldırdığını bildirmektedir. Rosen ve DeBach (1978), zararlının genç turunçgil bahçelerinde çok sorun olmadığını, genellikle 10 yaştan büyük bahçelerde bulunduğunu belirlemişlerdir. Miller ve Davidson (2005) benzer şekilde zararlının 10 yaşından büyük, gelişmiş ağaçları tercih ettiğini, genellikle ağaçların iç kısımlarında gölgeli, nemli alanlarında bulunduğunu bildirmişlerdir. Her ne kadar zararlı Beyaz kabuklubit veya Saman renkli kabuklubit olarak isimlendirilse de (Önder ve ark., 2014), kabuk renginin kahverengimsi-grimsi olmasından dolayı ağaç gövdeleri yakından veya iyice kontrol edilmediği durumda bireylerin kolay fark edilir bir durumda olmadığı ve gözden kaçabildiği belirlenmiştir. Bu nedenle de zararlıyı iyi tanımayanlar için mücadelede gecikmelere neden olabileceği düşünülmektedir. Ancak zararlı popülasyonunun yoğun olması durumunda belirtilenlerin daha kolay fark edilir olduğu görülmüştür. Zararlı ilk dölünü Doğu Akdeniz Bölgesi'nde (Hatay) Temmuz ayında vermektedir (Elekcioğlu ve Ölçülü, 2017). Gerek 2012 gerekse de 2013 yılında yapılan çalışmalarda ilk dölde meyveye geçen bireylerin öncelikle meyvede kaliks altına

Doğu Akdeniz Bölgesi (Türkiye) Turunçgil Bahçelerinde Turunçgil Beyaz Kabuklubiti [*Parlatoria pergandii* Comstock (Hemiptera: Diaspididae)]'nin Yayılış Alanı, Bulaşıklık Oranı ve Zarar Şekli

yerleştiği ve gözle kontrollerde bu kısımlara bakılmadığı takdirde gözden kaçabileceği belirlenmiştir. Kaliks altında bir dölünü tamamlayan bireylerin ikinci dölde yine kaliks altına dağıldığı ancak bu kısımda zararlı popülasyonunun yoğun olması durumunda meyve yüzeyine geçtiği gözlenmiştir.



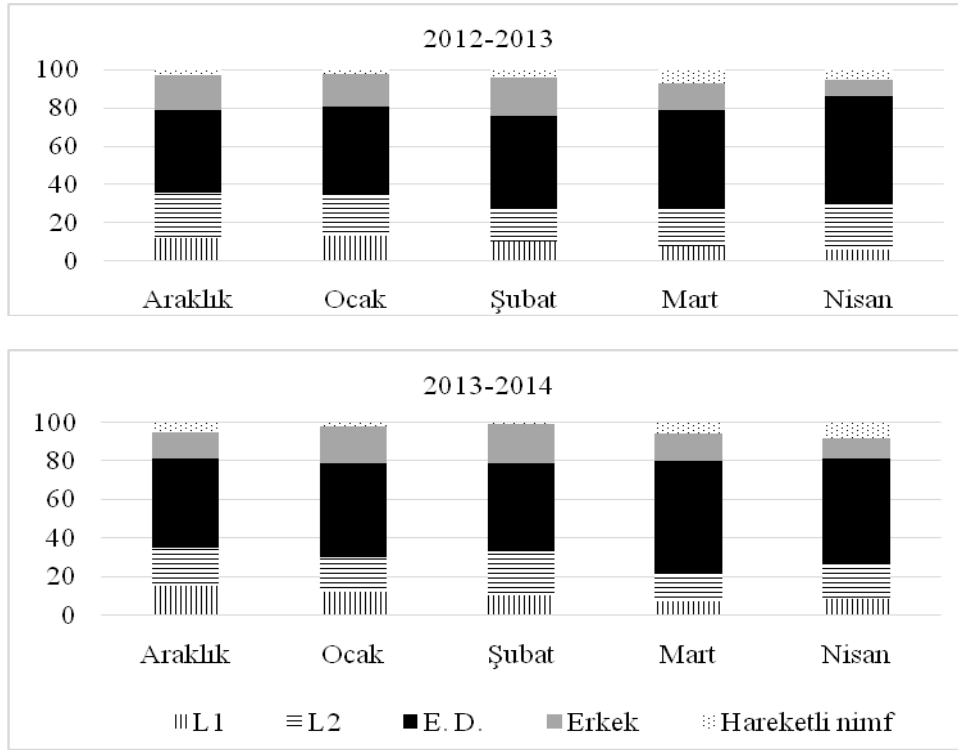
Şekil 1. *Parlatoria pergandii*'nin turunçgilin gövde (a), meyve (b) ve yaprak (c)'ndeki zarar şekli

Zararlıının meyve yüzeyinde de daha çok çukur kısımlara yöneldiği belirlenmiştir. İlk aşamalarda meyve yüzeyinde gözle kolay fark edilmeyen bireylerin morfolojik olarak büyümeleri ile daha kolay farkedilir hale geldiği gözlenmiştir. Meyve renginin yeşilden sarıya-turuncuya dönüşmesiyle zararlıının buldukları yerde yeşil rengin korunduğu, böylece zamanla meyve üzerinde etrafı yeşil harel lekeler oluştuğu belirlenmiştir (Şekil 1b). Zararlı yapraklarda ise tüm yıl boyunca görülmüş olup daha çok yaprağın üst yüzeyinde ve orta damar etrafında yoğunlaştığı, bulunduğu yaprak alanında renk açılmaları olduğu belirlenmiştir (Şekil 1c). Göl ve Karaca (2016), zararlıının, turunçgilin tüm toprak üstü aksamında bulunduğunu, yapraklar üzerinde tüm yıl boyunca görüldüğünü ve yoğun bulaşmalarda ağaçların gelişmelerini yavaşlattığını bildirmişlerdir. Garrido ve Ventura (1993), *P. pergandii*'nin İspanya'da 1970'ten bu yana turunçgillerin önemli bir zararlısı olduğunu, zararlıının önce dal ve gövdede görüldüğünü daha sonra yaprak ve meyvelere geçtiğini bildirmişlerdir. Zararlıının daha çok ağacın iç kısımlarında, gölgede kalan meyvelerinde bulunduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca ağır bulaşmalarda gelişmede gerileme, yeşil aksamda renk bozulması, meyve üzerinde nokta şeklinde renk açılmaları, solgunluk, yapraklarda dökülme, ürün kaybı ve hatta ölüm görüldüğünü bildirmektedirler.

***Parlatoria pergandii*'nin kışlama dönemi**

Seçilen portakal bahçesinden iki yıl üst üste alınan örneklerde, *P. pergandii* tüm dönemlerde ancak en fazla ergin dişi döneminde bulunmuştur (Şekil 2). Beş ayın ortalamasına göre (aralık-nisan) 2012-2013 yılında popülasyonun ortalama %48.8'i, 2013-2014 yılında ise ortalama %50.8'i ergin dişilerden oluşmuştur. Jendoubi (2012), zararlıının İsrail'de tüm dönemlerde, Miller ve Davidson (2005)'da İtalya'da çoğunlukla ergin dişi olarak kışladığını bildirmektedirler. Buna göre elde edilen veriler literatür verileri ile benzerlik göstermektedir.

Doğu Akdeniz Bölgesi (Türkiye) Turunçgil Bahçelerinde Turunçgil Beyaz Kabuklubiti [*Parlatoria pergandii* Comstock (Hemiptera: Diaspididae)]'nin Yayılış Alanı, Bulaşıklık Oranı ve Zarar Şekli



Şekil 2. *Parlatoria pergandii*'nin farklı dönemlerinin 2012-2014 yıllarında Erzin (Hatay)'de portakal ağaçlarında popülasyondaki payları (L1: 1. Dönem Larva, L2: 2. Dönem Dişi Larva, E.D.: Ergin Dişi, Erkek: 2. Dönem Erkek+Prepupa+Pupa+Boş pupa kabuğu)

Çalışmanın ilk yılında beş aylık sıcaklık ortalaması 16.71°C, orantılı nisbi nem ortalaması %56.79 olmuştur. İkinci yıl ise sıcaklık ortalaması 13.89°C, orantılı nisbi nem ortalaması %49.18 olmuştur. Avidov ve Harpaz (1969), *P. pergandii* için optimum koşulların 24-29°C sıcaklık ve %70-80 orantılı nem olduğunu bildirmektedirler. Buna göre zararlının bölgemizde üremesi için optimum koşulların bu aylarda henüz oluşmadığı, bu sebeple kışı daha çok vücudunun dış etkenlere dayanıklılığın daha fazla olduğu ergin dönemde geçirecek varlığını devam ettirdiği kanaatine varılmıştır.

Sonuç

Türkiye'de uzun yıllardan beri varlığı bilinen, ancak hakkında yeterli bilgi bulunmayan *P. pergandii*'nin Doğu Akdeniz Bölgesi'nde survey yapılan tüm illerde yayılış gösterdiği belirlenmiştir. İklim değişikliği gibi tarımsal zararlı popülasyonuna olumsuz etkilerin olduğu

günümüzde, önceleri sorun yaratmayan bazı zararlı gruplarının zamanla mücadeleyi gerektirecek yoğunluğa ulaşabildiği bir gerçektir. *P. pergandii*'nin son yıllardaki popülasyon artışı düşünüldüğünde zararlının bu türlerden birisi olabileceği göz ardı edilmemelidir. *P. pergandii*'nin konukçularından turunçgil, şeftali, erik vb. meyve bahçelerinin artması da zararlının popülasyonunun artmasında etkili olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle zararlıya karşı etkin bir mücadele programı yürütülebilmesi için, zararlının doğa ve laboratuvar koşullarında biyolojisi, farklı mücadele yöntemlerinin araştırılması vb. çalışmaların yapılarak sonuçlarının pratiğe verilmesi yararlı olacaktır.

Teşekkür

Bu araştırmanın yürütülmesinde katkı sağlayan TAGEM'e (Proje no: BS-12/08-02/01-22) teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Avidov, Z., Harpaz I. (1969). Plant pests of Israel. Israel Universities Press, Jerusalem, 549 pp.
- Bodenheimer, F. S. (1949) The Coccidea of Turkey. Diaspididae. A Monographic Study 264 p., Ankara.
- Bodenheimer, F. S. (1958) Türkiye'de Ziraate Zararlı Olan Böcekler ve Bunlarla Savaş Hakkında Bir Etüd. Bayur Matbaası, 347 s., Ankara.
- Bora, T., Karaca, İ. (1970) Kültür Bitkilerinde Hastalığın ve Zararın Ölçülmesi. Ege Üniversitesi Yardımcı Ders Kitabı, Yayın No: 167, E.Ü. Matbaası, 43 s., Bornova-İzmir.
- Elekcioglu, N. Z., Ölçülü, M. (2017) Population dynamics of Chaff scale, *Parlatoria pergandii* (Comstock) (Hemiptera: Diaspididae) and its parasitoids on three citrus species in Hatay, Turkey. Integrated Protection of Citrus Crops, Meeting on Citrus Pests, Diseases and Weeds, September 25-27, Valencia, Spain, p. 44.
- García, M. M., Denno, B., Miller, D. R., Miller, G. L., Ben-Dov, Y., Hardy, N. B. (2016) ScaleNet: A Literature Based Model of Scale Insect Biology and Systematics. <http://scalenet.info>. (Erişim tarihi: 02 Mayıs, 2018).
- Garcia-Marí, F., Ammad, F., Forti, J. A., Aroun, M. E. F., Belguendouz, R., Benfekih, L., Bounaceur, F., Chermiti, B., Conti, F., Fernandes, J. E., Franco, J. C., Giannakou, I., Kapaxidi, E., Kormpi, M., Markellou, E., Ramdani, B., Razi, S., Satar, S., Siscaro, G., Smaili, M., Soares, C., Tzortzakakis, E., Varikou, K. (2017) Questionnaire on current situation of citrus pests and diseases in the Mediterranean basin. Integrated Protection of Citrus Crops, Meeting on Citrus Pests, Diseases and Weeds, September 25-27, Valencia, Spain, p. 17.
- Garrido, A., Ventura, J. J. (1993) Plagas de los cítricos. Bases para el manejo integrado. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Dirección General de Sanidad de Producción Agraria, 183 p., Madrid.
- Gerson, U. (1967) Interrelationships of two scale insects on citrus. *Ecology*, 48: 872-873.
- Gerson, U. (2012) Diaspididae. Vacante V and Gerson U (Eds.), pp.192-205, In: Integrated control of citrus pest in the Mediterranean Region. e Books, UAE.
- Göl, V., Karaca, İ. (2016) Antalya İlinde Portakal Bahçelerinde Gözlenen Önemli Zararlı ve Yararlı Böcek Popülasyonları. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20(2): 188-196.
- Jendoibi, M. (2012) Current Status of the Scale Insect Fauna of Citrus in Tunisia and Biological Studies on *Parlatoria ziziphi* (Lucas). PhD Thesis, University of Catania, Faculty of Agriculture, Department of Agri-food and Environmental Systems Management, 125 p., Tunisia.
- Karaca, İ., Uygun, N., Elekcioglu, N. Z., Şenal, D. (2001) Population development of *Aonidiella aurantii* (Maskell) and *Parlatoria pergandii* Comstock (Homoptera: Diaspididae) in Çukurova region of Turkey. *Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura, Serie II*, 33 (3): 312-317.
- Kaydan, M. B., Ülgentürk, S., Erkiş, L. (2013) Checklist of Turkish Coccoidea (Hemiptera: Sternorrhyncha) species. *Turkish Bulletin of Entomology*, 3: 157-182.
- Lazarov, A., Grigarov, P. (1961) Quarantine. Rastenijata Zemizdat, 258 p., Sofia.
- Lodos, N. (1991) Türkiye Entomolojisi Genel Uygulamalı Ve Faunistik 2. Ege Üniversitesi Yayınları, Ege Üniversitesi Matbaası, 591 s., İzmir.
- Miller, D. R., Davidson, J. A. (1990) A List of the Armored Scale Insect Pests, Rosen D (ed.), pp. 299-306, In: Armored Scale Insects, Their Biology, Natural Enemies and Control, Series Title: World Crop Pests, Elsevier, Amsterdam, Netherlands.
- Miller, D. R., Davidson, J. A. (2005) Armored Scale Insect Pests of Trees and Shrubs.

- Cornell Univ. Press, Ithaca, 442 p., New York.
- Nakahara, S. (1982) Checklist of the Armored Scales (Homoptera: Diaspididae) of Conterminous United States. U. St. Dept. Agric. Animal and Plant Health Inspection Service Plant Protection and Quarantine, 110 p., United States.
- Önder, F., Tezcan, S., Karsavuran, Y. (2014) Türkiye'de Tarım Orman ve Evcil Hayvanlarda Hayvansal Kökenli Zararlı Ve yararlı Türlerin Bilimsel ve Türkçe isimleri. Türkiye Entomoloji Derneği Yayınları, Meta Basım Matbaacılık, No: 13, 130 s., İzmir.
- Özkan, A., Akteke, Ş., Keleş, A., Türkyılmaz, N., Zeren, G., Kumaş, F., Tuncer, E., Damdere, H. (1991) Turunçgil Hastalık ve Zararlıları. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Narenciye Araşt. Enst. Müd., Antalya, Genel Yayın No: 15, Teknik Yayın No: 9: 75-76.
- Rodrigo, M. E., Garcia-Mari, F., Rodriguez-Reina, J. M., Olmeda, T. (2004) Colonization of growing fruit by the armored scales *Lepidosaphes beckii*, *Parlatoria pergandii* and *Aonidiella aurantii* (Hom., Diaspididae). *Journal of Applied Entomology*, 128 (9/10):569-575.
- Rosen, D., DeBach, P. (1978) Diaspididae, Clausen CP (Ed.), pp. 78-129, In: Introduced Parasites and Predators of Arthropod Pests and Weeds: A World Review. United States Department of Agriculture, Agricultural Handbook, United States.
- Stathas, G. J. (2001) Ecological data on predators of *Parlatoria pergandii* on sour orange trees in Southern Greece. *Phytoparasitica*, 29 (3), 207-214.
- TÜİK, (2017) Bitkisel Üretim İstatistikleri. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 (Erişim tarihi: 02 Nisan 2018)
- Uygun, N., Ulusoy, M. R., Karaca, İ. (2002) Meyve ve Bağ Zararlıları (I. Baskı). Ç. Ü. Ziraat Fak. Ders Kitapları, Yayın No: A-81, 252 s., Adana.
- Uygun, N., Ulusoy, R., Karaca, İ., Satar, S. (2010) Meyve ve Bağ Zararlıları. Özyurt Matbaacılık, 347 s., Adana.
- Ülgentürk, S., Ayhan, B. (2014) Scale insects (Hemiptera: Coccoidea) in the fruit markets in Ankara, Turkey. *Acta Zool Bulg*, 6: 73-75.
- Williams, D, J., Watson, G. W. (1988) The Scale Insects of the Tropical South Pacific Region. Pt. 1. The Armoured Scales (Diaspididae). CAB International Institute of Entomology, 290 p., London.
- Yue, L., Yong, H., Lei, H. (1989) Study on the biology of Chaff scale (*Parlatoria pergandii* Comst.). Journal of Southwest Agricultural University, 1989-01. Entomological Knowledge, http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-KCZS200402016.htm (Erişim tarihi: 05 Mayıs 2018).
- Yun, L., Zhongzhi, X. (1997) Preliminary studies of *Parlatoria pergandii* Comstock. Journal of Yunnan Agricultural University, 1997-02. Entomological Knowledge, http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-KCZS200402016.htm (Erişim tarihi: 05 Mayıs 2018).



Türkiye'de Çiftçi Koşullarında Örtü Altında Yetiştirilen İki Farklı Biber Çeşidinin Su-Verim İlişkisi

Ahmet TEZCAN^{1*} Harun KAMAN¹

Özet

Bu çalışmada üretici koşullarında cam serada yetiştirilen iki farklı biber çeşidinin yetiştiricilik koşullarına hiçbir müdahalede bulunulmaksızın, yetiştirme periyodu boyunca uygulanan su miktarına karşılık elde edilen verim değerleri alınmış kimi fiziksel ölçüm ve gözlemler yapılmıştır. Sera girişine takılan bir su sayacı ile her sulamada üreticiler tarafından uygulanan su miktarları kaydedilmiştir. Daha sonra uygulanan su miktarlarına karşılık elde edilen verim literatür bilgisi ile karşılaştırılmıştır. Böylece üretici koşullarında yetiştirilen biber bitkisine aşırı su uygulanıp uygulanmadığı irdelenmiştir. Çalışma sonucunda geleneksel üretici koşullarında yetiştirilen biber bitkisine fazla miktarda sulama suyu uygulandığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak bitkisel üretimde sulama programlamasının uzman personeller tarafından yapılması gerektiği önerilmiştir.

Anahtar kelimeler: Aşırı sulama, kıl biber, kısıntılı sulama, üç burun biber.

Water-Yield Relations of Two Different Pepper Varieties Grown under Greenhouse in Farmer Conditions in Turkey

Abstract

In this study, the yield values obtained from the amount of water applied during the growing season were taken and physical measurements and observations were made without any intervention in the cultivation conditions of two different pepper varieties grown in a glasshouse in traditional farmer conditions. The amount of water applied by the farmer in each irrigation was recorded with a water meter installed in the greenhouse entrance. Then, yield values obtained as a result of applied water quantities were compared with the knowledge of the literature. Thus, it was examined whether excessive irrigation water was applied to the pepper plant grown under the farmer conditions or not. As a result of the study, it was determined that the pepper plant grown under the traditional farmer conditions is over-irrigated. Consequently, it was suggested that irrigation scheduling must be done by expert personnel in plant production.

Keywords: Deficit irrigation, excessive irrigation, thin pepper, three nose pepper.

Giriş

Biber, ülkemizde olduğu gibi bütün dünyada yaygın olarak ve çok fazla tüketilen bir sebze türüdür. Biber *Solanaceae* familyasında ve *Capsicum* cinsi içinde yer almaktadır. En çok tüketimi yapılan tür *Capsicum annuum* L.'dur (Demirkaya ve Gerçek, 2013). Türkiye 2 608 172 ton biber üretimi ile 2017 yılı verilerine bakıldığında Dünya'da önemli bir paya sahiptir. Antalya ise 447 791 ton ile Türkiye üretiminin

%17.17'lik kısmını karşılamaktadır (TUİK, 2017). Biber bitkisinin Anavatanı Meksika ve Orta Amerika'dır. Güney Amerika ve özellikle Brezilya çeşitli biber türlerinin orijin merkezidir. Biber bitkisi Amerika'nın keşfinden sonra ilk olarak 1493 yılında İspanya'ya, 1548 yılında İngiltere'ye ve 1578 yılında Orta Avrupa ve diğer Avrupa ülkelerine girmiştir. Osmanlı İmparatorluğu döneminde 16. yüzyıl

içerisinde önce İstanbul'a sonra diğer bölgelerimize yayılmıştır (Özalp, 2010). Biber sıcak iklim sebzesi olup tropik iklimlerde çok yıllık bir bitkidir. Genişleyen yaprak yüzeyi, yüksek stoma iletkenliği ve yüzeysel bir kök sistemine sahip olması nedeniyle kuraklık stresine en dayanıklı bitkiler arasında yer almaktadır (Alvino ve ark., 1994; Dimitrov ve Ovtcharova, 1995). Biber bitkisinden yüksek verim almak için tüm büyüme mevsimi boyunca yeterli sulama ve nispeten nemli topraklar gereklidir (Gençoğlan ve ark., 2006). Genel olarak sulama, tarımsal üretimde verimi artırıcı girdilerin en önemlilerinden biridir. Biber bitkisinde sulama uygulamalarının başarısı (diğer tarla, bahçe ve serada yetiştirilen bitkilerde olduğu gibi) ihtiyaç duyduğu su miktarının en doğru zamanda ve en uygun bir yöntem ile bitki kök bölgesine verilmesine bağlıdır. Bu nedenle sulama ve su kaynağı bunun yanında yaşam için olmazsa olmaz ön koşullardan biri olması nedeniyle, suyun yaşam ortamında bulunması ve kalitesi son derece önem taşımaktadır. Dünya'daki su kaynakları kısıtlı ve su döngüsü değişmezdir. Ancak hızlı nüfus artışı, yükselen yaşam standardı ve ülkelerin sanayileşme çabaları su gereksinimini arttırmış, su kaynaklarının paylaşımı sorununu ortaya çıkararak, suyu 21. yy'ın en stratejik kaynaklarından biri haline getirmiştir (Saltürk, 2006).

Ayrıca, 21. yüzyılda su kaynaklarının giderek azalacağı tahmin edilmekle birlikte, FAO ve UNESCO'nun yayınladığı raporlara göre her yıl 10 milyon hektar sulanabilir tarım alanı sürekli artan toprak tuzluluğunun bir sonucu olarak kaybedilmektedir (IAEA, 1995; Shrivastava ve Kumar, 2015). Bu nedenle mevcut su kaynaklarının doğru ve etkin bir şekilde kullanılması ve mevcut ekilebilir alanlardan en yüksek verimi elde etmek gerekmektedir. Bunu sağlamanın en önemli koşullarından bir tanesi de sulamanın zamanında ve doğru miktarda yapılmasıdır. Nitekim FAO 2050 yılındaki su ihtiyacını karşılamak için sulamanın daha verimli hale gelmesi gerektiğini belirtmiştir (FAO, 2009). Çünkü gereğinden fazla ya da bilinçsiz sulama uygulamaları kök hücrelerinin gelişiminin azalmasına, faydalı toprak mikroorganizmalarının faaliyetinin

yavaşlamasına, toprakta besin maddelerinin alımını engelleyen zararlı bileşiklerin oluşmasına, yüksek taban suyuna, toprak tuzluluğu ve çoraklaşmaya, erozyonla toprak kaybına, aşırı su kullanımına ve verim kaybına neden olmaktadır. Bu amaçla suyun daha etkin kullanımı için Fernandez ve ark. (2005) ve Demirkaya ve Gerçek (2013) serada çalışmalar yürütmüşlerdir.

Bu çalışmanın amacı, bir işletmede geleneksel olarak yapılan bir üretimde biber yetiştiriciliğinde su-verim ilişkilerini araştırmaktır. Çalışmada, yetiştirme ortamına ve işletmenin uyguladığı yetiştiricilik yöntemine herhangi bir müdahale yapılmaksızın gözlem ve ölçümler alınmıştır. Dolayısıyla, araştırmada geleneksel olarak yapılan bir üretimde biber yetiştiriciliğinde, kısıtlı bir doğal kaynak olan suyun kullanımının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma, Antalya'da Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Arazisi'nde bulunan kuzey-güney yönünde kurulmuş 16×60 m boyutundaki bir cam serada Eylül 2016-Haziran 2017 tarihleri arasında yürütülmüştür (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanının konumu

Araştırma alanının denizden yüksekliği ise 54 m'dir (Anonim, 1998). Araştırma alanı toprakları Gölbaşı serisine girmektedir.

Türkiye'de Çiftçi Koşullarında Örtü Altında Yetiştirilen İki Farklı Biber Çeşidinin Su-Verim İlişkisi

Antalya'da yıllık ortalama sıcaklık 18.6 °C, en soğuk ay 9.9 °C ile Ocak ve en sıcak ay ise 28.4 °C ile Temmuz ayıdır (Çizelge 1). Yıllık ortalama oransal nem %63, ortalama toplam yağış 1067 mm ve ortalama toplam buharlaşma 1886 mm'dir (MGM, 2017). Araştırmada, bitkisel materyal olarak iki farklı biber çeşidi kullanılmıştır. Biber çeşitleri olarak Antalya'da örtüaltı yetiştiriciliğinde yaygın kullanılan

Köylüm F1 ve Özgülcan F1 tercih edilmiştir (Şekil 2). Çalışmada iki biber çeşidi de 02.09.2016 tarihinde aynı anda seraya şaşırtılmışlardır. Araştırma serasında 1 da alanın yarısında (500 m² alanda) 1030 adet Köylüm F1 çeşidi, diğer yarısında (500 m² alanda) 1030 adet Özgülcan F1 çeşidi yetiştirilmiştir. Toplamda serada 1 da alana 2060 adet biber fidesi dikilmiştir.

Çizelge 1. Antalya iline ait uzun yıllık (1929-2016) iklimsel veriler (MGM, 2017)

ANTALYA	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ort. Sıcaklık (°C)	9.9	10.5	12.7	16.2	20.5	25.3	28.4	28.2	24.8	20.1	15.1	11.4	18.6
Ort. En Yüksek Sıcaklık (°C)	14.9	15.5	17.9	21.3	25.6	30.8	34.1	34.0	31.0	26.5	21.2	16.7	24.1
Ort. En Düşük Sıcaklık (°C)	6.0	6.4	8.0	11.2	15.1	19.6	22.6	22.6	19.3	15.2	10.7	7.5	13.7
Ort. Güneşlenme Süresi (saat)	5.2	5.6	6.5	8.1	10.6	11.4	12.1	11.4	10.0	8.1	6.3	5.0	100.3
Ort. Yağışlı Gün Sayısı	12.8	10.8	8.8	6.7	5.3	2.5	0.6	0.6	1.8	5.6	7.5	12.1	75.1
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ort. (mm)	236.3	156.2	96.8	52.5	31.5	9.4	2.5	2.7	14.5	72.0	131.4	261.1	1067
En Yüksek Sıcaklık (°C)	23.9	25.9	28.8	36.4	38.7	44.8	45.0	44.6	42.5	38.7	33.0	25.4	45.0
En Düşük Sıcaklık (°C)	-4.3	-4.6	-1.6	1.4	6.3	11.1	14.8	13.6	10.3	4.9	0	-1.9	-4.6



a) Köylüm F1



b) Özgülcan F1

Şekil 2. Çalışmada kullanılan biber çeşitleri

Çalışmada, biber bitkileri üretici koşullarında yetiştirilmiş olup yetiştirme koşullarına fidelerin dikiminden hasada kadar herhangi bir müdahalede bulunulmamıştır (Şekil 3). Sulama suyu, Araştırma ve Uygulama Arazisi'nde bulunan pompaj sisteminden sağlanmıştır. Sulama uygulamaları damla sulama yöntemi ile

gerçekleştirilmiştir. Damlatıcı aralığı 20 cm ve debisi 4 L/s olan damla sulama sistemi kullanılmıştır. Çalışmada bitki sıra arası mesafe 50 cm, sıra üzeri mesafe ise 60 cm'dir. Bitkiler, oluşturulan sırtlara her sırtta iki bitki sırası olacak şekilde dikilmiştir. Bitki bakım ve hasat işlemleri için sırtlar arasında 1 m'lik yürüme

Türkiye'de Çiftçi Koşullarında Örtü Altında Yetiştirilen İki Farklı Biber Çeşidinin Su-Verim İlişkisi

yolu bırakılmıştır. Yetiştirme sezonu boyunca uygulanan günlük gübre miktarları Çizelge 2'de

verilmiştir.



Şekil 3. Yetiştirilen iki farklı biber çeşidine ait bazı görüntüler

Çizelge 2. Araştırma süresince uygulanan gübre programı

Dönem	Amonyum Nitrat (g/da)	Mono Amonyum Fosfat (g/da)	Potasyum Nitrat (g/da)	Kalsiyum Nitrat (g/da)	Magnezyum Sülfat (g/da)
Çiçeklenme-meyve tutumu (ilk 25 gün)	400	270	900	200	200
Meyve tutumu-hasat (25-50 gün)	420	360	1300	200	200
Hasat-sezon sonu	700	500	1300	100	100

*Çizelgedeki değerler günlük verilmesi gereken gübre miktarlarıdır. Sulama aralığı ile çarpılarak her sulamada uygulanmıştır.

Sera girişinde sulama sistemine takılan bir sayaç ile her sulamada uygulanan sulama suyu miktarı izlenmiş ve kaydedilmiştir. Sayaç üzerindeki değerler m³ cinsinden kaydedilmiş olup bu değerlerin mm'ye dönüştürülmesinde her bir bitkinin birim alanı (0.50m x 0.60m) dikkate alınmıştır. Araştırmada, sulama uygulaması üreticiler tarafından sabit bir şekilde 3 gün aralıklarla yapılmıştır. Toprak su içeriği yetiştirme mevsimi süresince belirli aralıklarla profil probe (PR2) ile izlenmiştir.

Bunun yanında, yine belirli aralıklarla bitki boyu, gövde çapı gibi bazı gözlem ve ölçümler de yapılmıştır. Araştırmada, her iki biber çeşidine ait verim değerleri de kaydedilmiştir. Daha sonra, kaydedilen verim ve sulama suyu değerleri ulusal ve uluslararası araştırma bulgularıyla birlikte irdelenmiş ve tartışılmıştır.

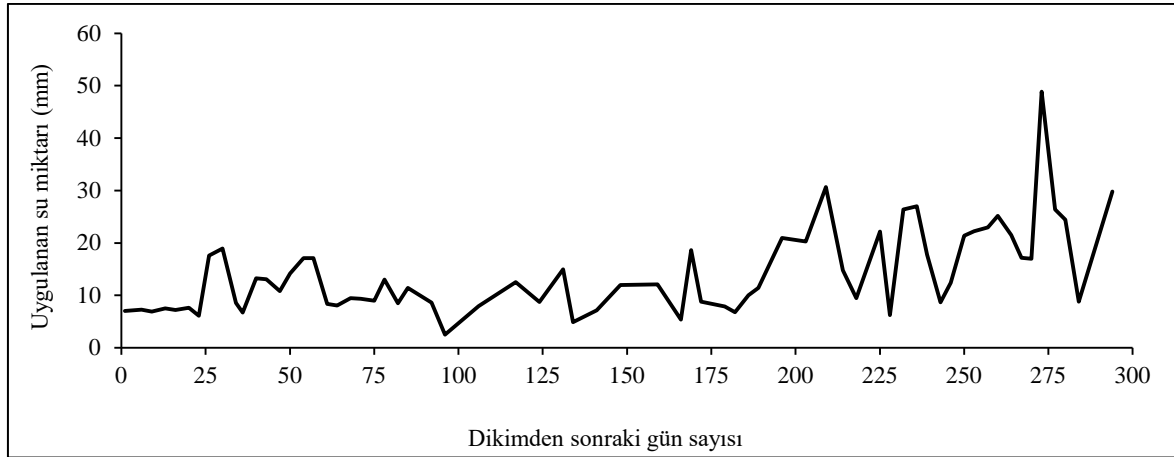
Bulgular

Geleneksel üretici koşullarında yetiştirilen ve damla sulama ile sulanan iki farklı çeşit biber bitkisinin gelişiminin ele alındığı çalışmada, yetiştiricilik koşullarına hiçbir müdahalede bulunulmamış sadece belirli zamanlarda gözlem ve ölçümler yapılmış, uygulanan sulama suyu miktarları takip edilmiştir.

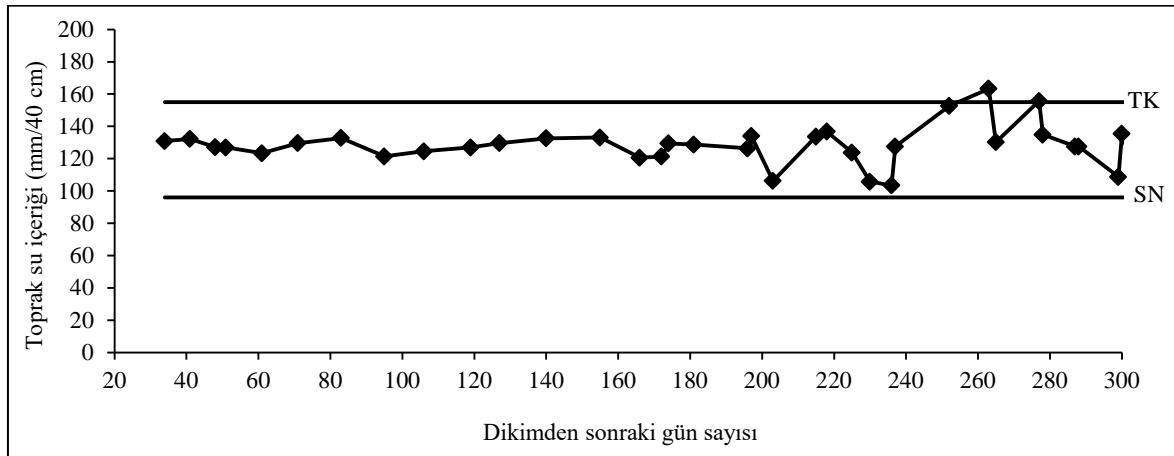
Araştırmada, her sulamada uygulanan sulama suyu miktarları Şekil 4'te verilmiştir. Şekil 4'te gösterilen sulama suyu miktarları tüm seraya uygulanan toplam sulama suyu miktarını göstermektedir. Her bir çeşit için ayrı ayrı belirlemek gerekir ise her sulamada uygulanan sulama suyu miktarlarını yarıya indirmek gereklidir. Çalışmada, yetiştirme sezonu boyunca seraya uygulanan toplam sulama suyu miktarı 1 dekarlık çalışma alanına 927.18 mm

iken her bir biber çeşidine uygulanan sulama suyu miktarı ise 500 m²'lik alana 463.59 mm'dir (Çizelge 3).

Çalışmada yetiştirilen iki biber çeşidinin yetiştirme dönemi boyunca toprak su içeriğindeki değişimleri ise Şekil 5'te verilmiştir. Şekil 5 incelendiğinde toprak su içeriğinin genel olarak tarla kapasitesi ve solma noktası arasında olduğu ancak sulamanın topraktaki suyun yaklaşık %50'si tüketildiğinde yapıldığı ve bu durumun bilmeden yapılan bir kısıntılı sulama olduğu görülmektedir. Yine 200. günden sonra yapılan sulamalarda bir dengesizlik olduğu ve toprak su içeriğinin solma noktasına çok yaklaştığı zamanlar olduğu gibi tarla kapasitesinin üzerine çıkan zamanlarda olduğu görülmektedir.



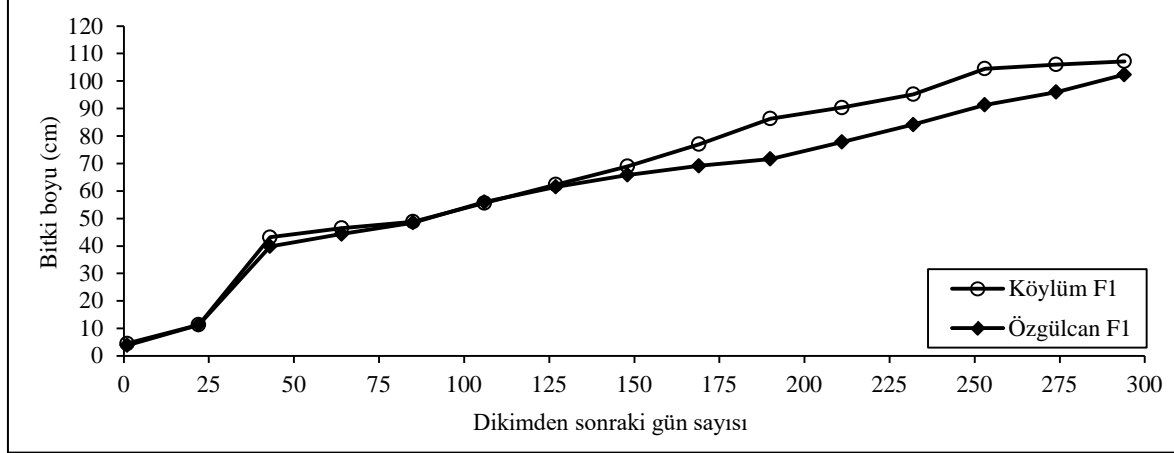
Şekil 4. Her sulamada uygulanan sulama suyu miktarı



Şekil 5. Yetiştirilen biber çeşidinin toprak su içeriği değişimi

Çalışmada, iki farklı biber çeşidinin yetiştirme periyodu boyunca bitki boyu değişimleri Şekil 6'da verilmiştir. Şekil 6 incelendiğinde, her iki biber çeşidinin de dikimden itibaren denemenin sonlandırıldığı 294. güne kadar benzer bir şekilde boy uzunluğunun arttığı görülmektedir.

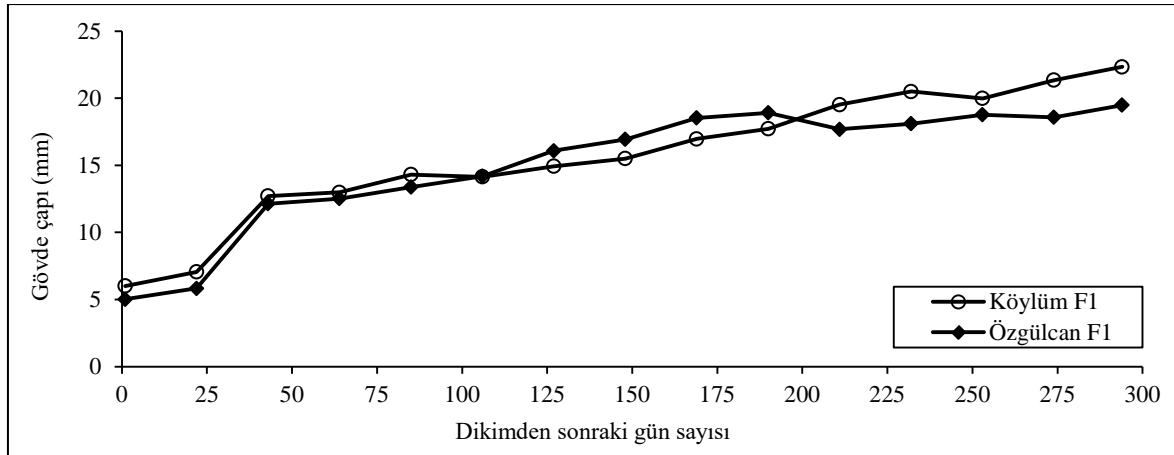
Yine, Şekil 6'dan görüleceği gibi, iki biber çeşidinin bitki boyları 127. güne kadar eşit bir şekilde artarken, aynı miktarda sulama suyu uygulanmasına rağmen 127. günden sonra Köylüm F1 çeşidinin boyu Özgülcan F1 çeşidine göre daha fazla artış göstermiştir.



Şekil 6. Araştırma süresince biber çeşitlerinin bitki boyu gelişimleri

Çalışmada yetiştirilen iki farklı biber çeşidinin gövde çapı değerleri ise Şekil 7'de verilmiştir. Şekil 7'de, iki biber çeşidinin gövde çapı değerlerini dikimden hasada kadar genel bir artış içerisinde olduğu görülmektedir. Genel

olarak, iki biber çeşidinin gövde çapları 106. güne kadar benzer şekilde bir artış göstermişken, 106. günden sonra Köylüm F1 çeşidi, Özgülcan F1 çeşidine göre daha fazla bir artış göstermiştir.



Şekil 7. Araştırma süresince biber çeşitlerinin gövde çapı gelişimleri

Çalışmada, 02.09.2016-22.06.2017 tarihleri arasında yetiştirilen iki farklı biber çeşidinin verim değerlerine bakıldığında ise 500 m²'lik alanda Köylüm F1 çeşidinin 2968 kg, yine 500 m²'lik alanda Özgülcan F1 çeşidinin ise 2504 kg olduğu belirlenmiştir. Ancak sonuçların

yorumlanmasını ve diğer literatür verileri ile karşılaştırılmasını kolaylaştırmak amacı ile sulama suyu miktarı ve verim değerleri 1 da'lık alana göre düzeltilerek Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Çalışmada 1 da'lık serada uygulanan sulama suyu miktarları ve verim değerleri

Biber çeşidi	Sulama suyu miktarı (mm)	Verim (kg/da)
Köylüm F1	927.18	5936
Özgülcan F1	927.18	5008

Tartışma

Kırnak ve ark. (2002), dört farklı sulama düzeyinde biber bitkisi üzerinde bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmanın ilk yılında A, B, C, D konularında 666, 846, 1066, 1307 mm su uygulayarak sırasıyla 58.2 cm, 67.5 cm, 71.1 cm ve 71.5 cm, ikinci yılında ise A, B, C, D konularında 683, 885, 1101, 1351 mm su uygulayarak sırasıyla 60.2 cm, 68.3 cm, 70.5 cm, 71.9 cm bitki boyu değerleri kaydetmişlerdir. Gadissa ve Chemedda (2009), üç farklı sulama suyu seviyesinde sulanan biber bitkisinde, bitki su tüketiminin %100'ünün uygulandığı konuda 360.2 mm su uygulayarak 61 cm, %75'inin uygulandığı konuda 272.4 mm su uygulayarak 50.5 cm ve %50'sinin uygulandığı konuda 180.4 mm su uygulayarak ise 42.1 cm olarak bitki boyu ölçümü yapmışlardır. Pérez-Gutiérrez ve ark. (2017), biber bitkisinde en iyi sulama seviyesini belirlemek amacı ile 3 farklı sulama seviyesi (kullanılabilir su tutma kapasitesinin %20, %40 ve %60'ı) ve beş farklı genotip denemişlerdir. Çalışma sonucunda %20 su uygulanan konuda H225, H241, H244, H246, Jaguar çeşitleri için sırasıyla 68, 42, 56, 55 ve 71 cm bitki boyu elde edilirken, %40 su uygulanan konuda H225, H241, H244, H246, Jaguar çeşitleri için sırasıyla 73, 77, 61, 57 ve 92 cm bitki boyu elde edilmiştir. Bizim çalışmamızda ise Köylüm F1 çeşidinde 107 cm, Özgülcan F1 çeşidinde ise 102 cm bitki boyu elde edilmiştir. Çalışma sonucunda elde ettiğimiz bitki boyu değerleri diğer çalışmalarda elde edilen bitki boyu değerlerinden düşük olmakla birlikte verilen fazla miktarda su ile bitki boyu artışının paralel olmadığı anlaşılmaktadır.

Çalışmada, Köylüm F1 çeşidinde 22.3 mm, Özgülcan F1 çeşidinde ise 19.5 mm gövde çapı değerleri kaydedilmiştir. Aktas ve ark. (2009), farklı budama şekillerinin biber bitkisinin verim ve kalitesine etkilerini araştırmışlardır.

Çalışmalarında kontrol konusu ve 1, 2, 3 ve 4 dallı budama konuları uygulamışlardır. Gövde çapı değerleri bizim çalışmamızdaki değerlerden daha düşük gerçekleşmiş ve sırasıyla 15.7 mm, 12.6 mm, 12.6 mm, 15.0 mm ve 13.4 mm olarak ölçülmüştür. Özkan ve ark. (2013), farklı bitki besleme konularının biber bitkisinin verim ve kalite parametrelerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda gövde çapları bizim çalışmamızdaki değerlere yakın kaydedilmiş ve sırasıyla 19.5 mm, 22.2 mm, 20.7 mm, 21.1 mm, 20.7 mm ve 20.5 mm olarak belirlenmiştir. Pérez-Gutiérrez ve ark. (2017), biber bitkisinde en iyi sulama seviyesini belirlemek amacı ile 3 farklı sulama seviyesi (kullanılabilir su tutma kapasitesinin %20, %40 ve %60'ı) ve beş farklı genotip denemişlerdir. Çalışma sonucunda %20 sulama düzeyinde H225, H241, H244, H246, Jaguar çeşitlerinde bizim çalışmamızdaki değerlerden daha düşük olmakla birlikte sırasıyla 8.1 mm, 6.1 mm, 6.0 mm, 7.0 mm, 6.9 mm olarak gövde çapı ölçmüşlerdir. Aynı genotiplerin %40 su uygulandığı konularında ise sırasıyla 9.6 mm, 9.6 mm, 9.5 mm, 9.4 mm ve 11 mm gövde çapı değerleri kaydedilmiştir.

Fernández ve ark. (2005), iki yıllık olarak yaptıkları çalışmalarında serada yetiştirdikleri biber bitkisinin kısıntılı sulamaya olan tepkilerini araştırmışlardır. Çalışmada sulama konuları olarak tahmin edilen bitki su ihtiyacının %100'ünün verildiği T1 konusu, %50'sinin verildiği T2 konusu, %20'sinin verildiği T3 konusu seçilmiştir. Çalışmanın ilk yılında T1 konusuna 385 mm su uygulanırken 11.1 kg/m², T2 konusuna 191 mm su uygulanırken 7.8 kg/m², T3 konusuna 78 mm su uygulanırken 4.7 kg/m² verim elde edilmiştir. Çalışmanın ikinci yılında ise T1, T2, T3 konularına sırasıyla 393, 197, 80 mm su uygulanırken 11.8, 7.5, 3.9 kg/m² verim elde edilmiştir. Ćosić ve ark. (2015), ise 2011, 2012 ve 2013 yıllarında yaptıkları çalışmalarında

kaolin ve farklı sulama aralıklarının biber bitkisinin verimine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada F konusu 3 günde bir, R1 konusu 4 günde bir ve R2 konusu ise 6 günde bir sulanmıştır. Çalışmada, ilk yıl ortalama 445 mm su uygulayarak 7.0 kg/m², ikinci yıl 490.4 mm su uygulayarak 9.8 kg/m² ve üçüncü yıl ise 404.3 mm su uygulayarak 8.7 kg/m² verim elde etmişlerdir. Bizim yaptığımız çalışmada verim değerleri sonuçları karşılaştırabilmek için kg/m² cinsine çevrilirse, uygulanan 927.18 mm suya karşılık Köylüm F1 çeşidinde 5.94 kg/m², Özgülcan F1 çeşidinde ise 5.01 kg/m² verim elde edildiği görülmektedir. Sonuçlardan da görüleceği gibi geleneksel üretici koşullarında yetiştirilen biber çeşitlerine Fernández ve ark. (2005) ve Ćosić ve ark. (2015), tarafından yapılan bilimsel çalışmalardan daha fazla su verilmesine karşın elde edilen verim değerleri yine bu çalışmaların altında kalmıştır. Moreno ve ark. (2003), yaptıkları çalışmada tam, aşırı ve kısıntılı sulanan biber bitkisinin tepkilerini araştırmışlardır. Çalışmada bitki su tüketiminin %125'inin (TR1) uygulandığı aşırı sulama konusu, %100'ünün uygulandığı tam sulama konusu (TR2), %75'inin uygulandığı (TR3), %50'sinin uygulandığı (TR4) konuları belirlenmiştir. Çalışma sonucunda TR1 konusuna uygulanan 833.7 mm suya karşılık 63.8 t/ha, TR2 konusuna uygulanan 647.8 mm suya karşılık 63.4 t/ha, TR3 konusuna uygulanan 517.5 mm suya karşılık 62.5 t/ha, TR4 konusuna uygulanan 363.7 mm suya karşılık 48.2 t/ha verim elde edilmiştir. Bizim yaptığımız çalışma sonuçlarına bakıldığında, 927.18 mm su uygulanarak Köylüm F1 çeşidinde 59.36 t/ha, Özgülcan F1 çeşidinde ise 50.08 t/ha verim elde edildiği görülmektedir. Moreno ve ark. (2003), tarafından yapılan ve kontrollü şekilde sulanan bilimsel çalışma sonucunda 517.5 mm su uygulanan TR3 konusundan 62.5 t/ha verim elde edildiği görülmektedir. Bu sonuç geleneksel üretici koşullarında biber yetiştirmek için fazla su uygulandığını göstermektedir. Çünkü yapılan bilimsel çalışmada uygulanan daha az suya karşılık daha fazla verim elde edildiği görülmektedir.

Sonuç

Bu çalışmada, geleneksel çiftçi koşullarında yetiştirilen iki farklı biber çeşidinin üretim koşullarına herhangi bir müdahalede bulunulmaksızın bazı gözlem ve ölçümlerle irdelenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, çalışmada çeşitli zamanlarda toprak su içeriği, bitki boyu, gövde çapı, verim değerleri gibi parametreler ölçülerek aynı bitkinin literatürdeki araştırma sonuçlarıyla karşılaştırılması yapılmıştır. Ancak, literatürde yer alan araştırmaların süresi (araştırma periyodu uzunluğu), toprak özellikleri, çalışma alanlarının konumu (kurak, yarı kurak bölgeler gibi), uygulanan sulama yöntemi, sulama suyu miktarları, biber bitkisinin çeşidi vb. farklılıklar da dikkate alınmalıdır.

Biber bitkisi dünyada en fazla üretilen sebzelerden biri konumunda olup yetiştirildiği alanın büyüklüğü bakımından su israfının yapılmaması gereken bir üründür. Sonuç olarak, çalışmada çiftçi koşullarında yetiştirilen iki farklı biber çeşidine fazla su uygulandığı elde edilen verim değerlerinin ise literatürdeki çalışmalardan daha az olduğu belirlenmiştir. Çiftçi koşullarında sulamalar gözlem ve yıllardır kazanılan tecrübelerle göre bitki su tüketimi dikkate alınmadan yapıldığı için uygulanan su miktarlarının da gereğinden fazla olduğu yapılan bu çalışma ile belirlenmiştir. Dolayısı ile giderek azalan su kaynaklarını etkin bir şekilde kullanmak ve su israfını önlemek için çiftçilerin bilinçlendirilmesi, sulama programlarının bu alanda uzman personeller tarafından oluşturulması ve sulamanın bu programlara göre bitkinin ihtiyacı olan zamanda ihtiyacı kadar uygulanması gerekmektedir.

Teşekkür

Araştırmacılar, bu çalışmaya verdiği destekten dolayı Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanlığı'na, ayrıca çalışma süresince yardımlarından dolayı Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çiftlik Müdürlüğü personeline teşekkür eder.

Kaynaklar

- Anonim, (1998) 1997 yılı çalışma raporu. T.C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, Tarım İl Müdürlüğü, Antalya, 71ss.
- Aktas, H., Söylemez, S., Pakyürek, Y.A., (2009) Farklı Budama Şekillerinin Sera Dolmalık Biber (*Capsicum Annuum* L.) Yetiştiriciliği Üzerine Etkisi. *Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*. 13: 31–36.
- Alvino, A., Centritto, M., Lorenzi, F., (1994) Photosynthesis Response of Sunlit and Shade Pepper (*Capsicum annuum*) Leaves at Different Positions in the Canopy Under Two Water Regimes. *Aust. J. Plant Physiol.* 21: 377-391. <https://doi.org/10.1071/PP9940377>
- Ćosić, M., Djurović, N., Todorović, M., Maletić, R., Zečević, B., Stričević, R., (2015) Effect of irrigation regime and application of kaolin on yield, quality and water use efficiency of sweet pepper. *Agric. Water Manag.* 159: 139-147. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.05.014>
- Demirkaya, M., Gerçek, S., (2013) Farklı Renkli Su Yastıklarının Sera Koşullarında Biberin (*Capsicum annum* L.) Verimi ve Su Kullanma Etkinliği Üzerine Etkileri. *Tarım Bilim. Dergisi*. 19: 281-288.
- Dimitrov, Z., Ovtcharova, A., (1995) The Productivity of Peppers and Tomatoes in Case of Insufficient Water Supply, içinde: Proceedings of ICID Special Technical Session on the Role of Advanced Technologies in Irrigation and Drainage System. 91–95 pp.
- FAO, (2009) Global agriculture towards 2050, içinde: How to feed the world 2050. ss. 1–4.
- Fernández, M.D., Gallardo, M., Bonachela, S., Orgaz, F., Thompson, R.B., Fereres, E., (2005) Water use and production of a greenhouse pepper crop under optimum and limited water supply. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 80: 87–96.
- Gadissa, T., Chemed, D., (2009) Effects of drip irrigation levels and planting methods on yield and yield components of green pepper (*Capsicum annuum*, L.) in Bako, Ethiopia. *Agriculture Water Management*. 96: 1673-1678. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.07.004>
- Gençoğlan, C., Akıncı, İ.E., Uçan, K., Akıncı, S., Gençoğlan, S., (2006) Response of Red Hot Pepper Plant (*Capsicum annuum* L.) to the Deficit Irrigation. *Mediterranean Agriculture Science*. 19: 131–138.
- IAEA, (1995) Management Strategies to Utilize Salt Affected Soils. *Manag. Strateg. to Util. Salt Affect. Soils* 64.
- Kırnak, H., Kaya, C., Değirmenci, V., (2002) Growth and Yield Parameters of Bell Peppers With Surface and Subsurface Drip Irrigation Systems Under Different Irrigation Levels. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 33: 383–389.
- MGM, (2017) Antalya iline ait uzun yıllık iklimsel veriler. URL <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ANTALYA> (Son erişim tarihi: 29.08.2017).
- Moreno, M.M., Ribas, F., Moreno, A., Cabello, M.J., (2003) Physiological response of a pepper (*Capsicum annuum* L.) crop to different trickle irrigation rates. *Spanish J. Agric. Res.* 1: 65–74.
- Özalp R., (2010) Ülkemizde Biber Üretimi ve Örtüaltı Biber Yetiştiriciliği. *Tarım Türk Dergisi*. 24: 29–32.
- Özkan, C.F., Asri, F.Ö., Demirtaş, E.I., Arı, N., (2013) Örtüaltı Biber Yetiştiriciliğinde Organik ve Kimyasal Gübre Uygulamalarının Bitkinin Beslenme Durumu ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri. *Soil-Water J.* 2: 96–101.
- Pérez-Gutiérrez, A., Garruña, R., Vázquez, P., Latournerie-Moreno, L., Andrade, J.L., Us-Santamaría, R., (2017) Growth phenology and chlorophyll fluorescence of habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) under water stress conditions. *Acta Agron.* 66: 214–220. <https://doi.org/10.15446/acag.v66n2.55897>

- Saltürk, M., (2006) Problem of Water in the Middle East and Analysis of the Problem within the Perspective of Turkey, *Journal of Security Strategies*, 3: 21-38.
- Shrivastava, P., Kumar, R., (2015) Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. *Saudi J. Biol. Sci.* 22: 123–31. 1. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2014.12.001>
- TUİK, (2017) Bitkisel Üretim İstatistiği. Türkiye İstatistik Kurumu. URL <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Son erişim tarihi: 13.11.2017)



Protein Çöktürme Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Ayça AKYÜZ^{1*}

Seda ERSUS BİLEK¹

Özet

Canlıların beslenmesinde yer alan proteinler, büyüme, gelişme, hormon ve enzimlerin sentezi gibi birçok hayati mekanizmada yer alan hücrel fonksiyonların yerine getirilmesinde önemli bir role sahiptir. Proteinler, bitkisel ve hayvansal kaynaklı proteinler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Genellikle hayvansal kaynaklı beslenmeden başta et ve et ürünleri olmak üzere protein ihtiyacımızı karşılıyor olsak da bitkisel proteinlerde beslenmemizde hem direkt protein kaynağı olan hammaddelerle hem de ekstrakt olarak yer aldıkları ürünlerin tüketimi ile yer almaktadır. Protein izolatları bitkisel kaynaklardan izoelektrik ve tuz çöktürmesi yöntemleri ile ayrıştırılmakta ve elde edilen proteinler fonksiyonel özelliklerine göre gıda formülasyonlarında kullanılmaktadır. Bu derlemede, izoelektrik ve tuz çöktürmesi yöntemlerinin ayrı ayrı protein izolatlarının üretilmesine olan etkilerinin araştırılması, elde edilen izolatların verimliliği ve fonksiyonel özelliklerinin karşılaştırılması konusunda bilgi verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Bitkisel protein, izoelektrik çöktürme, amonyum sülfat çöktürme

Comparison of Protein Precipitation Methods

Abstract

The proteins involved in living organisms have an important role in the fulfillment of cellular functions involved in many vital mechanisms such as growth, development, synthesis of hormones and enzymes. Proteins are divided into two groups as plant and animal derived proteins. Although we generally compensate our protein needs from animal derived proteins especially meat and meat products, plant proteins in our diet are included with both direct source of raw materials and extracts in the consumption of products. Protein isolates are separated from plant sources by isoelectric and salt precipitation methods and the proteins obtained are used in food formulations according to their functional properties. In this review, the effects of isoelectric and salt precipitation methods on the production of individual protein isolates were investigated, and the efficiency and functional properties of the isolates were compared.

Keywords: Plant protein, isoelectric precipitation, ammonium sulphate precipitation

Giriş

Proteinler, vücutta dokuların önemli bir bileşeni olmakla birlikte hormon, antikor, nükleik asit ve enzim gibi önemli biyolojik faaliyetlerde yer alan moleküllerin yapı taşıdır. Enzimlerin yapı taşı olan proteinler, biyokimyasal tepkimelerde katalizör işlevi görür ve metabolizma için yaşamsal bir role sahiptirler. Proteinlerin bir kısmı insan vücudu tarafından sentezlenebilirken bir kısmı sentezlenemez ve insan vücudunun sentezleyemediği amino asitlerin (esansiyel amino asitler) dışarıdan besin

yoluyla vücuda alınması gerekir (Nelson ve Cox, 2005).

Günümüzde, artan nüfus ile beraber beslenme için gerekli olan protein kaynaklarına olan ihtiyaç da artmaktadır. Mevcut ve artan nüfusun dengeli beslenmesi için gerekli olan hayvansal protein açığının karşılanması giderek güçleşmektedir. Bu açığın karşılanmasında bitkisel proteinlerin kullanımı giderek önem kazanmaktadır. Ayrıca sağlıklı beslenme ve kişisel gelişim konusunda bilgilerin günümüzde çok fazla gündemde olması nedeniyle de

Protein Çöktürme Yöntemlerinin Karşılaştırılması

vejetaryen ya da vegan olma konusuna olan ilgi artmaktadır. Dolayısıyla bitkisel protein eldesinde protein içeriği yüksek yeni hammaddeler bulunmalıdır. Ticari olarak pazarda bitkisel kaynaklı en fazla üretim ve tüketime sahip olan protein grubu soya proteinleridir. Ancak, soya fasulyesinin gıda alerjilerinin %90'ını oluşturan 8 besin grubundan biri olduğu tahmin edilmektedir (FDA, 2004). Bu nedenle son yıllarda, soyaya alternatif bezelye, acı bakla, fasulye, patates, mısır, pirinç ve ayçiçeği proteinleri üzerine çalışmalar yapılmaktadır (Özdemir ve ark., 2013). Yapılan çalışmalarda, soyaya alternatif çeşitli bitkisel kaynaklar için maksimum verim sağlamak amacıyla alkali, asit ve su ekstraksiyonu/izoelektrik çöktürme, tuz ekstraksiyonu/misel çöktürme ve ultrafiltrasyon yöntemleri protein konsantrisi veya izolatu üretme yöntemleri olarak kullanılmaktadır (Boye ve ark., 2010). Elde edilen protein konsantrileri veya izolatları, direkt protein kaynağı olarak kullanılabilmesi gibi ürünün fonksiyonel özelliklerini geliştirmek amacıyla işlenmiş et ürünlerine, fırıncılık ve pastacılık ürünlerine ve ekstrüde ürünlere ikame edilerek de kullanılmaktadır (Klupsaitte ve Juodeikiene, 2015). Protein elde etme yöntemleri, farklı hammaddeler için protein verimi açısından farklılıklara sebep olmaktadır. Bu nedenle, farklı hammaddeler için en uygun ekstraksiyon/çöktürme yönteminin bulunması gerekmektedir. Aynı zamanda, bitkisel kaynaklardan farklı ekstraksiyon/çöktürme yöntemleriyle üretilen protein konsantrileri veya izolatlarının farklı fonksiyonel özelliklere sahip olması, bu yöntemlerin hangisinin hammaddeye uygunluğunun bulunması bu konuda yapılan çalışmaların önemini artırmaktadır (Karaca ve ark., 2011).

Protein ayırma ve saflaştırma yöntemleri

Proteinlerin ayrılması ve saflaştırılması, hammaddenin ekstraksiyonu ile proteinlerin izole edilmesi ve istenmeyen kontaminantların uzaklaştırılması olarak tanımlanmaktadır (Ünlüsayın, 2009).

Ayırma ve saflaştırma yöntemleri proteinlerin çözünürlük, boyut, yük ve bağlama afinitesi gibi fiziksel ve kimyasal özelliklerinden

yararlanılarak uygulanmaktadır (Berg ve ark., 2015). Proteinlerin bu özelliklerine göre uygulanan ayırma yöntemleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre protein ayırma yöntemleri (Kumar ve Sharma, 2015)

Ayırma İşlemleri	Özellik
1. Çöktürme	
-Amonyum sülfat	Çözünürlük
-İzoelektrik	Çözünürlük, pH
2. Kromatografi	
-İyon Değişimi K.	Yük, yük dağılımı
-Jel Filtrasyon K.	Boyut, şekil
3. Elektroferez	Yük, boyut, şekil
4. Santrifüj	Boyut, şekil
5. Ultrafiltrasyon	Boyut, şekil

Proteinlerin çöktürerek eldesi hem hızlı bir ayrılma hem de istenilen saflıkta ürün eldesi için daha ekonomik ve güvenilir bir yöntem olması sebebiyle yaygın olarak kullanılmaktadır (Sivasankar, 2005). Çöktürerek elde etme yönteminde proteinlerin çözünürlük özelliği kullanılmaktadır ve proteinlerin çözelti içerisindeki çözünürlüğü, yapısındaki amino asitlerin hidrofobik ve hidrofilik grupların dağılımına bağlı olmakla birlikte sıcaklık, pH değeri, iyonik kuvvet ve tuz konsantrasyonu gibi faktörler ile değişmektedir (Bonner, 2007). Çözünürlüğü etkileyen bu faktörler kullanılarak çeşitli çöktürme yöntemleri uygulanmaktadır.

İzoelektrik noktaya bağlı çöktürme

İzoelektrik çöktürme yöntemi ile proteinler, çözeltinin pH değeri ayarlanarak çöktürülmektedir. Proteinlerin yapı taşı olan amino asitler, α -karbon atomuna bağlı bir karboksil grubu (COOH), bir amino grubu (NH₂), bir hidrojen atomu (H) ve değişken grup (R: Radikal grup) olmak üzere 4 gruptan oluşmaktadır (Saldamlı ve Temiz, 2017). Proteinler, yapısında bulunan karboksil (COOH) ve amino (NH₂) grubu nedeniyle hem pozitif yüklü hem de negatif yüklü gruplar ile kaplıdır. Proteinler, asidik ortamda baz gibi, bazik ortamda asit gibi davranma özelliğine sahiptir. Proteinin net yükünün sıfır olduğu pH değeri ise o proteinin izoelektrik noktası (pI)

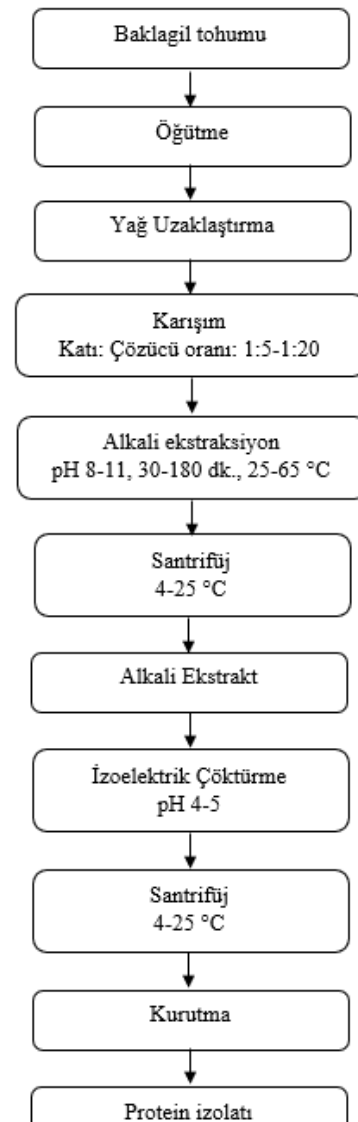
Protein Çöktürme Yöntemlerinin Karşılaştırılması

olarak adlandırılmaktadır. İzoelektrik noktada artı ve eksi yükler eşit olması sebebiyle benzer moleküller arasında elektrostatik itmeler yerine çekmeler oluşması proteinlerin çökmesine neden olur (Novak ve Havlí, 2016).

İzoelektrik çöktürme özellikle baklagil proteinlerinin elde edilmesinde sıklıkla kullanılan yöntemlerden biridir (Fernandez ve ark., 1997; Aydemir ve Yemenicioğlu, 2013; Muranyi ve ark., 2016; Iyenagbe ve ark., 2017; Lara-Rivera ve ark., 2017; Chao ve Aluko, 2018; de la Rosa-Millan ve ark., 2018; Pazmino ve ark., 2018). Genel olarak izoelektrik çöktürme yönteminde hammadde belirli bir orandaki çözücüde karıştırılarak karışımın pH değeri alkali (8-11) olarak ayarlanır ve belirli bir süre ve sıcaklıkta protein ekstraksiyonu sağlanır. Bir sonraki aşamada ise karışımın pH değeri (4-5) izoelektrik noktasına getirilerek proteinler çöktürülür ve santrifüj işlemi ile proteinler elde edilir (Boye ve ark., 2010). Bu ürünlerin kuru maddede içerdikleri protein miktarı minimum %65 ve üzerindeyse protein konsantrisi; %90 ve üzerinde ise protein izolatu olarak adlandırılır (Uzzan, 1988). Alkali ekstraksiyon ve izoelektrik çöktürme yönteminin akış diyagramı Şekil 1'de gösterilmiştir.

Bu yöntem ile yapılan çalışmalarda yüksek oranda protein içeriğine sahip protein konsantrileri ve izolatları elde edildiği görülmektedir. Ivanova ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmada, izoelektrik çöktürme yöntemi ile pH 12 değerinde (40 °C, 75 dk.) kolza tohumu küspesinden proteinler ekstrakte edilmiş, pH 4.5 değerinde çöktürülmüş ve %86.86 oranında protein içeren protein konsantrileri elde edildiği görülmüştür. Aryee ve Boye (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, 25 °C'de, pH 9 değerinde ve 1:10 katı:sıvı oranında proteinler ekstrakte edilmiş ve pH 4.5 değerinde çöktürme işlemine tabi tutulmuş mercimek protein izolatının protein içeriği %90.15 olarak bulunmuştur. Mune ve Sogi (2015) tarafından yapılan bir diğer çalışmada, hammadde olarak börülce ve bambara fasulyesi seçilmiş ve ön işlem olarak tohumlardan yağ uzaklaştırılma işlemi uygulanmıştır. Elde edilen protein konsantrilerinin protein içeriği börülce ve bambara fasulyesi için sırasıyla %78.15 ve 73.70 olarak bulunmuştur. Çalışmada, proteinler pH 10

değerinde oda sıcaklığında 120 dakika ekstrakte edilirken, çöktürme işlemi pH 4.5 değerinde gerçekleştirilmiş ve sonrasında sırasıyla santrifüj ve dondurarak kurutma işlemleri uygulanarak protein konsantrileri elde edilmiştir. Bir diğer çalışmada ise, siyah mercimek su ile seyreltilmiş (1:10 v/v, pH 10, 1 saat, oda sıcaklığı), ardından santrifüj işlemi ile ayrılan süpernatantın pH değeri 4.5'e ayarlanarak proteinler çöktürülmüş ve santrifüj ve liyofilizasyon işlemleri ile elde edilen protein konsantrilerinin protein içeriği %86.83 olarak bulunmuştur (Wani ve ark., 2015). Wani ve ark. (2014) tarafından yapılan bir



Şekil 1. İzoelektrik çöktürme yöntemi akış diyagramı (Boye ve ark., 2010).

diğer çalışmada ise benzer ekstraksiyon koşullarında barbunyanadan üretilen protein konsantrelerinin protein içeriği %83.96 olarak bulunmuştur. Lopez ve ark. (2018) tarafından chia tohumu proteinleri üzerine yapılan çalışmada ise pH değerinin çöktürme işlemine etkisi araştırılmıştır. Ekstraksiyon aşamasında karışımın pH değeri 10 ve 12 olarak ayarlanırken çöktürme aşamasında ise pH değeri 4.5 olarak belirlenmiştir. Chia tohumu proteinleri için protein içeriği pH 10 değerinde (782 g/kg) pH 12 değerine (775 g/kg) göre daha yüksek iken geri kazanım oranlarına bakıldığında pH 12 değerinin (%17) pH 10 değerine (%13) göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Maş fasulyesi proteinleri üzerine yapılan bir çalışmada ise protein ekstraksiyonu Yanıt Yüzey Metodu (Response Surface Methodology: RSM) ile optimize edilmiş ve bağımsız değişken parametreler çözücü:kati oranı, başlangıç pH değeri ve ekstraksiyon sıcaklığı olarak seçilmiştir. Yanıt Yüzey Metodu (RSM) sonuçlarına göre optimum noktada (çözücü:kati oranı 19.79 mL/g, pH 9.12 değeri ve ekstraksiyon sıcaklığı 40 °C) protein ekstraksiyon verimi 77.12 g protein ekstrakt/100 g olarak bulunmuştur. Ekstraksiyondan sonra izoelektrik çöktürme (pH 4.5 değeri), santrifüj ve dondurarak kurutma işlemleri ile elde edilen protein konsantrelerinin protein içeriği %86.94 olarak bulunmuştur (Du ve ark., 2018). Lam ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmada ise 6 farklı bezelye türü ile çalışılmış ve elde edilen protein izolatlarının protein içeriği %89.7-92.5 arasında bulunmuştur. Ayrıca, elde edilen bezelye protein izolatları fonksiyonel özellikleri bakımından soya proteini ile karşılaştırılmış ve çözünürlük haricindeki diğer fonksiyonel özellikleri (köpürme kapasitesi, köpürme stabilitesi, yağ tutma kapasitesi ve emülsiyon stabilitesi) soya proteinleri ile benzer bulunmuştur. Keten tohumu ile yapılan bir çalışmada ise protein ekstraksiyonu için tris tamponu (pH=8.6) kullanılmış ve proteinleri çöktürmek için pH değeri 4.2'ye ayarlanmıştır. Elde edilen protein izolatlarının protein içeriği %90.6 olarak bulunmuştur. Ayrıca elde edilen keten tohumu protein izolatlarının emülsiyon aktivite indeksi ve emülsiyon stabilite indeksi gibi fonksiyonel özelliklerinin yaygın olarak

kullanılan soya protein izolatlarından yüksek olduğu belirlenmiştir (Kaushik ve ark., 2016). İzoelektrik çöktürme yöntemi, alkali ekstraksiyon ve asidik ortamda çöktürme olmak üzere 2 temel aşamadan oluşmaktadır. Alkali ekstraksiyon (pH=8-11) ve asidik çöktürme (pH=4.5-5) işlemleri sırasında pH değeri değişimi nedeniyle elde edilen protein konsantrelerinin veya izolatlarının fonksiyonel özellikleri olumlu veya olumsuz yönde etkilenebilmektedir (Salcedo-Chávez ve ark., 2002). Bu nedenle, ekstraksiyon ve çöktürme aşamalarında pH değerinde yapılan değişiklikler ile istenilen özellikte protein eldesi mümkün olmaktadır.

Tuz ile çöktürme

Tuz ile çöktürme yöntemi yüksek tuz konsantrasyonu ile iyonik şiddeti artırarak proteinlerin çözünürlüğünü azaltma prensibine dayanan bir protein eldesi yöntemidir (Bonner, 2007). Protein çözeltilerinde düşük konsantrasyonlarda nötral tuz ilavesinde proteinlerin çözünürlükleri artar ve bu olaya 'salting in' denir. Ancak çok miktarda tuz ilavesi ile proteinlerin genellikle iç kısımlarında yer alan hidrofobik gruplar etrafındaki su molekülleri tuz iyonları tarafından uzaklaştırılır, bu durumda hidrofobik grupların birbirleri ile olan etkileşimleri artar ve proteinler çökerler ve bu olaya ise 'salting out' denir (Righetti ve ark., 2013). Çöktürme işleminde yaygın olarak amonyum sülfat tuzu kullanılmaktadır. Amonyum sülfat, yüksek çözünürlüğü, protein yapısını stabilize etmesi, nispeten düşük bir yoğunluğa sahip olması, ucuz ve kolay temin edilebilir olması gibi özellikleri nedeniyle tercih edilmektedir (Nelson ve Cox, 2005; Burgess, 2009). Amonyum sülfat derişiminin artışına bağlı olarak protein çözünürlüğünün değişimi ve 'salting in' ve 'salting out' Şekil 2'de gösterilmiştir.

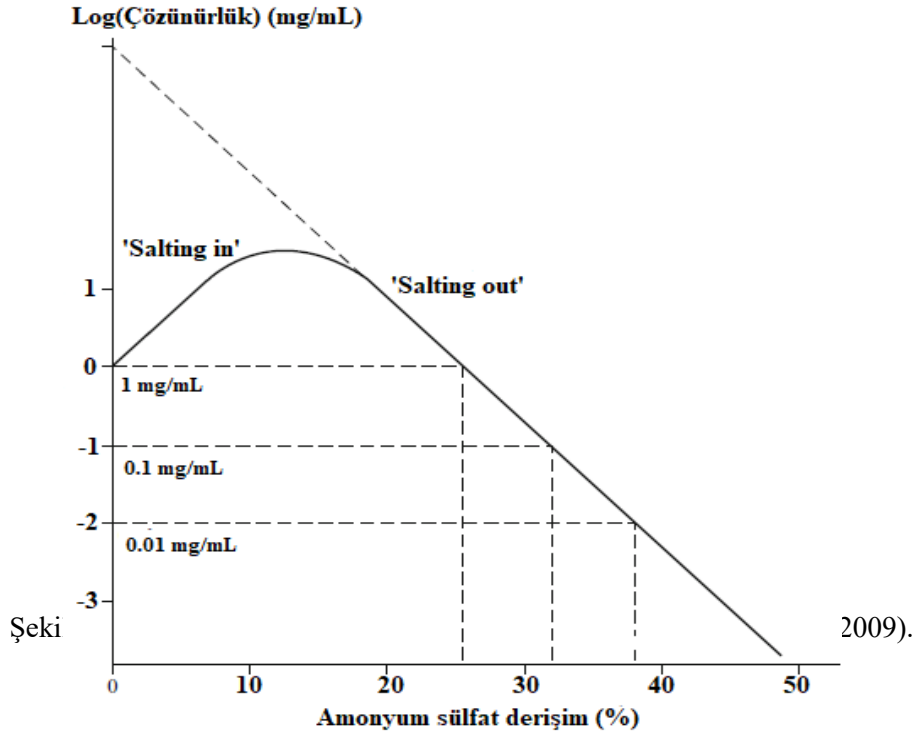
Genel olarak tuz ile çöktürme yöntemi, izoelektrik çöktürmede olduğu gibi ekstraksiyon ve çöktürme olmak üzere 2 temel işlemden oluşmaktadır. Ekstraksiyon aşamasında düşük konsantrasyonlarda tuz ilavesi ile proteinlerin çözünürlüğü artırılarak çözeltilere geçmesi sağlanmaktadır. Daha sonra ise yüksek tuz konsantrasyonu ilavesi ile proteinlerin çözünürlüğü azaltılarak çöktürme işlemi

Protein Çöktürme Yöntemlerinin Karşılaştırılması

gerçekleştirilmektedir (Park ve ark., 2015). Tuz ile çöktürme yönteminde diğer önemli bir aşama ise diyaliz prosesi ile proteinlerin saflaştırılmasıdır. Diyaliz, tuz ve istenmeyen diğer bileşiklerin gözenekli yarı geçirgen zar yardımıyla difüzyon yoluyla ayrılmasını sağlayan bir protein saflaştırma tekniğidir (Scopes, 2013). Sıklıkla tuz ile çöktürme sonrasında tuzların uzaklaştırılması için kullanılmaktadır (Hadradev ve ark., 2018; Stone ve ark., 2015; Adebisi ve ark., 2009). Bununla birlikte, izoelektrik çöktürme sonrasında istenilmeyen safsızlıkların uzaklaştırılması amacıyla da kullanımı mevcuttur (Iyenagbe ve ark., 2017).

Amonyum sülfat tuzu ile çöktürme yöntemi özellikle enzimlerin izolasyonu ve saflaştırılmasında sıklıkla kullanılan bir yöntemdir (Adetuyi ve ark., 2018; Li ve ark., 2018; Zhang ve ark., 2017; Purwanto, 2016; Mariam ve ark., 2015; Zhao ve ark., 2015). İzoelektrik ve aseton çöktürmesi yöntemlerine kıyasla enzim aktivite kaybının düşük olması sebebiyle enzim izolasyonunda özellikle kromatografik yöntemler ile beraber kullanılmaktadır (Palmer ve Bonner, 2007). Örneğin; polifenoloksidaz enziminin karidesten elde edilmesi sırasında ilk olarak amonyum

sülfat çöktürmesi, sonrasında iyon değişimi ve jel filtrasyon kromatografisi yöntemleri kullanılmıştır. Amonyum sülfat konsantrasi kademeli olarak %10'dan %90'a kadar artırılmış ve polifenoloksidaz aktivitesinin en yüksek olduğu amonyum sülfat konsantrasyonu %50 olarak bulunmuştur. Son olarak, amonyum sülfat tuzunu uzaklaştırmak için diyaliz yöntemi uygulanmıştır (Lv ve ark., 2017). Negi ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada ise fasulyeden serin proteaz inhibitörünün elde edilmesinde ilk olarak amonyum sülfat çöktürmesi sonrasında ise jel filtrasyon kromatografisi kullanılmıştır. Elde edilen inhibitör proteinin, lahana kelebeğine karşı insektisidal etki gösterdiği belirtilmiştir. Bir diğer çalışmada ise selüloz, şeker kamışından %80'lik amonyum sülfat çöktürmesi ve diyaliz yöntemi yardımı ile ayrılmıştır (Adetuyi ve ark., 2018). Li ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada ise Güney Afrika'ya özgü tamarillo meyvesinden serin proteaz eldesi üzerine çalışılmış ve sırasıyla amonyum sülfat çöktürmesi, diyaliz ve iyon değişimi kromatografisi metotları uygulanmıştır. Son olarak, siyah cevizdeki olası alerjen protein araştırılmıştır. Proteinler, amonyum sülfat çöktürmesi ile ayrılmış ve sonrasında alerjen



olduğu düşünülen 11S globülin, hidrofobik etkileşim ve boyut dışlama kromatografisi yöntemleri ile saflaştırılmıştır (Zhang ve ark., 2017).

Tuz ile çöktürme yöntemi, izoelektrik çöktürme yönteminde olduğu gibi proteinlerin çözünürlüğü esasına dayanır. İki yöntemde de ilk olarak, çözünürlük arttırılarak proteinlerin ekstraksiyonu ve sonrasında çözünürlük azaltılarak proteinlerin çökmesi sağlanır (Duong-Ly ve Gabelli, 2014). İzoelektrik çökme yönteminde çözünürlük pH değeri ile ayarlanırken tuz ile çöktürme yönteminde iyonik şiddet ile ayarlanmaktadır. Çözünürlüğü etkileyen 2 farklı değişkenin kullanılması sebebiyle son yıllarda yapılan çalışmalarda, izoelektrik ve tuz çöktürmesinin, elde edilen proteinin fonksiyonel özellikleri ve protein içeriği açısından karşılaştırılması konusunda yapılan araştırmalar artış göstermiştir.

Protein çöktürme yöntemlerinin karşılaştırılması

Proteinler, kendilerine özgü fiziksel ve kimyasal özellikleri kullanılarak kromatografik, elektroforez, santrifüj, ultrafiltrasyon ve çöktürme gibi çeşitli yöntemler ile hammaddeden izole edilmektedir (Kumar ve Sharma, 2015). Çöktürme yöntemi ise, ekonomik ve kolay olması sebebiyle yaygın olarak tercih edilen bir izolasyon tekniğidir (Evans ve ark., 2009). İzoelektrik ve amonyum sülfat ile çöktürme yöntemleri sağladıkları avantajlar sebebiyle sıklıkla kullanılmaktadırlar. İzoelektrik çöktürme, büyük ölçekte üretim kolaylığı ve yüksek oranda verim sağlamakta iken amonyum sülfat tuzu ile çöktürme yöntemi ise proteinlerin biyolojik aktivite kaybını engellemektedir (Zhang ve ark., 2017).

Konsantre veya izolatların fonksiyonel özelliklerini belirleyen faktörler amino asit bileşimi ve 3 boyutlu yapıdır (Boye ve ark., 2010). Ekstraksiyon ve çöktürme aşamalarında seçilen yönteme göre farklı protein tipleri elde edilmekte ve bu da fonksiyonel özelliklerin farklı olmasına neden olmaktadır (Stone ve ark., 2015). Moongnarm ve ark. (2014), 3 farklı yöntem; izoelektrik çöktürme, amonyum sülfat çöktürmesi ve izoelektrik/amonyum sülfat çöktürmesi ile siyah börülceden protein konsantreleri izole etmiş ve elde edilen

konsantreler verim, protein içeriği ve fonksiyonel özellikleri; çözünürlük, viskozite, su tutma ve yağ bağlama kapasitesi, köpürme yeteneği, emülsiyon stabilitesi ve jelleşme yeteneği bakımından karşılaştırılmıştır. Bunun yanı sıra, elde edilen protein konsantreleri buğday ununa ikame edilerek şeker kurabiyeleri yapılmış ve kurabiyelerin kimyasal kompozisyonu ve duyuşsal özellikleri (renk, koku, lezzet, tekstür ve genel beğeni) incelenmiştir. İzoelektrik çöktürmede %17.92 ile en yüksek verim sağlanırken izoelektrik/amonyum sülfat çöktürmesi ve amonyum sülfat çöktürmesinde protein verimi sırasıyla %15.05 ve %9.82 olarak bulunmuştur. Ayrıca, protein içerikleri izoelektrik çöktürme, izoelektrik/amonyum sülfat çöktürme ve amonyum sülfat çöktürmesi için sırasıyla %85.89, %79.35 ve %68.28 olarak bulunmuştur. Bununla birlikte, izoelektrik çöktürme yöntemi ile elde edilen izolatlar, incelenen tüm fonksiyonel özellikler (çözünürlük, vizkozite, su ve yağ tutma kapasitesi, köpürme yeteneği, emülsiyon stabilitesi ve jel oluşturma yeteneği) bakımından diğerlerine göre üstün bulunmuştur. Buna ek olarak, duyuşsal analiz sonuçlarına göre %50 oranında protein konsantresi ikame edilen kurabiyelerin renk, koku, lezzet ve tekstür bakımından uygun olduğu gözlenmiştir. Bir diğer çalışmada, çay yaprakları işlenmesi sırasında açığa çıkan atıklar protein kaynağı olarak kullanılmıştır. Çalışmada, ekstraksiyon koşulları (sıcaklık, süre, pH değeri ve çözgen:kati oranı) ortogonal test ile optimize edilmiştir. Test sonuçlarına göre, 70 °C sıcaklıkta, pH 12 değerinde, 60 dakika ekstraksiyon süresinde ve 50:1 çözgen:kati oranında çay proteini ekstraksiyon oranı maksimum bulunmuştur. Buna ek olarak, izoelektrik, amonyum sülfat ve izoelektrik/amonyum sülfat çöktürme yöntemleri protein çöktürme oranına göre karşılaştırılmıştır. En yüksek protein çöktürme oranı %89.70 ile izoelektrik/amonyum sülfat çöktürme yöntemi ile elde edilmiştir (Cui ve ark., 2017). Başka bir çalışmada, izoelektrik ve amonyum sülfat çöktürmesi ile elde edilen patates protein konsantrelerinin protein içerikleri karşılaştırılmıştır. Bunun yanı sıra, NaCl konsantrasyonunun (0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 ve 1.0 M)

ve pH değerinin (3.0, 5.0, 7.0 ve 8.0), patates proteinlerinin fonksiyonel özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. İzoelektrik ve amonyum sülfat çöktürmesi ile elde edilen konsantrelerin protein içeriği sırasıyla %85.80 ve 83.20 olarak bulunmuştur. Ayrıca, izoelektrik çöktürme ile elde edilen konsantrelerin diğerine göre polifenol içeriğinin 2.5 kat fazla olduğu ve dolayısıyla renginin de daha koyu olduğu belirtilmiştir. pH değeri izoelektrik noktaya yaklaştıkça, protein konsantreleri düşük çözünürlük, emülsifiye ve köpürme yeteneği göstermiştir. Bununla birlikte, NaCl konsantrasyonu arttıkça çözünürlük, emülsiyon ve köpürme özelliklerinin arttığı gözlenmiştir (Zhang ve ark., 2017). Adenekan ve ark. (2018) tarafından bezelye ile yapılan çalışmada, farklı izolasyon tekniklerinin (su, metanol, amonyum sülfat ve aseton çöktürme) protein içeriği üzerine etkisi araştırılmıştır. Su, metanol, amonyum sülfat ve aseton çöktürme yöntemleriyle elde edilen izolatların protein içeriği sırasıyla %91.35, %91.83, %91.73 ve %91.50 olarak bulunmuştur. Köpürme kapasitesi ve stabilitesinde amonyum sülfat çöktürmesi, su emme kapasitesinde metanol ve aseton çöktürmesi, yağ emme kapasitesinde metanol ve amonyum sülfat çöktürmesi ve emülsiyon kapasitesi ve stabilitesinde aseton ve metanol çöktürme yöntemlerinin daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Harryson ve ark. (2018) tarafından kırmızı (*Porphyra umbilicalis*), yeşil (*Ulva lactuca*) ve kahverengi (*Saccharina latissima*) deniz yosunları ile yapılan çalışmada, i) su ekstraksiyonu/amonyum sülfat çöktürmesi, ii) alkali ekstraksiyon/izoelektrik çöktürme ve iii) hızlandırılmış solvent ekstraksiyonu metotları kullanılmıştır. Protein verimi açısından kırmızı (%22.6) ve kahverengi (%25.1) deniz yosunları için alkali ekstraksiyon/izoelektrik çöktürme yöntemi, yeşil deniz yosunu (%19.6) için ise amonyum sülfat çöktürmesi yönteminin uygun olduğu görülmüştür.

Farklı yöntemlerle çöktürülen proteinlerin fonksiyonel özelliklerinin değiştiği bilinmektedir. Proteinlerin fonksiyonel özelliklerini protein yapısı belirlemektedir (Berg ve ark., 2015). Dolayısıyla, farklı çöktürme teknikleri ile elde edilen proteinlerin, protein yapısı farklı olduğundan fonksiyonel özellikleri

de farklılık göstermektedir. Bu nedenle, proteinlerin ekstraksiyonu ve çöktürülmesi sırasında uygun yöntem ve koşulların belirlenmesi, protein içeriği ve verimi açısından önem taşımaktadır.

Sonuç

Proteinler, vücut dokularının bileşenidir ve sağlıklı beslenmenin ve diyetin önemli bir parçasıdır. Ancak, artan nüfus ile beraber hayvansal kaynaklı proteinlere erişim zorlaşmaktadır. Düşük maliyetli olan ve yüksek oranda protein içeren bitkiler, özellikle baklagiller, protein konsantrisi veya izolatu üretimi için uygundur. Proteinlerin ayrılması ve saflaştırılmasında izoelektrik, amonyum sülfat, aseton ve alkol çöktürmesi gibi çeşitli yöntemler bulunmakta ve izoelektrik ve amonyum sülfat çöktürmesi yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Protein konsantrisi veya izolatlarının fonksiyonel özellikleri, protein verimi ve protein içeriği proteinin üç boyutlu yapısı, amino asit dizilimi ve hidrofobik oluşu gibi fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. Dolayısıyla, protein yapısının farklı oluşu ile bu yöntemlerin verimi hammaddeye göre farklılaşmaktadır. İzoelektrik çöktürme yöntemi yüksek verimlilikte protein eldesine olanak sağlamakta kimi durumlarda izoelektrik/amonyum sülfat yöntemlerinin birlikte kullanılması verimi arttırmaktadır. Her hammadde için uygun ekstraksiyon ve çöktürme yöntemlerinin belirlenmesi önemli bir gereksinimdir ayrıca ekstraksiyon işlemlerinde etken olan pH değeri, sıcaklık, süre, çözelti konsantrasyonu ve katı/sıvı oranı gibi parametrelerin ürüne özgü olarak optimize edilmesi gerekmektedir. Elde edilecek bitkisel proteinlerin, geleceğin beslenme alışkanlıklarında yaygın kullanım alanı bulacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

Adebibi, A. P., Adebibi, A. O., Hasegawa, Y., Ogawa, T., & Muramoto, K. (2009). Isolation and characterization of protein fractions from deoiled rice bran. *Eur. Food Res. Technol.*, 228(3), 391–401.

- Adenekan, M. K., Fadimu, G. J., Odunmbaku, L. A., & Oke, E. K. (2018). Effect of isolation techniques on the characteristics of pigeon pea (*Cajanus cajan*) protein isolates. *Food Sci Nutr.*, 6(1), 146–152.
- Adetuyi, F. O., Akintimehin, E. S., Karigidi, K. O., Okonji, R. E., & Adeniyi, D. A. (2018). Partial purification and characterisation of cellulase from sugarcane as affected by postharvest storage of sugarcane (*Saccharum officinarum* L) stem. *Pertanika J. Trop. Agric. Sci.*, 41(1), 379–391.
- Aryee, A. N. A., & Boye, J. I. (2017). Comparative Study of The Effects of Processing on The Nutritional, Physicochemical and Functional Properties of Lentil. *J Food Process Preserv.*, 41, 1-13.
- Aydemir, L. Y., & Yemencioğlu, A. (2013). Potential of Turkish Kabuli type chickpea and green and red lentil cultivars as source of soy and animal origin functional protein alternatives. *LWT-Food Sci Technol.*, 50, 686-694.
- Berg, J. M., Tymoczko, J. L., & Gatto, G. J. (2015). *Biochemistry*. W.H. Freeman & Company, New York, USA, 95-100.
- Bonner, P. L. R. (2007). *Protein Purification*. Taylor and Francis Group, Milton Park Abingdon, UK.
- Boye, J., Zare, F., & Pletch, A. (2010). Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. *Food Res Int.*, 43(2), 414–431.
- Burgess, R. R. (2009). Chapter 20 Protein Precipitation Techniques. *Methods Enzymol.*, 463, 331-342.
- Chao, D., & Aluko, R. E. (2018). Modification of the structural, emulsifying, and foaming properties of an isolated pea protein by thermal pretreatment. *CYTA-J Food.*, 16(1), 357-366.
- Cui, Q., Ni, X., Zeng, L., Tu, Z., Li, J., Sun, K., ... Li, X. (2017). Optimization of Protein Extraction and Decoloration Conditions for Tea Residues. *Horticultural Plant Journal.*, 3(4), 172–176.
- de la Rosa-Millán, J., Orona-Padilla, J. L., Flores-Moreno, V. M., & Serna-Saldívar, S. O. (2018). Physicochemical, functional and ATR-FTIR molecular analysis of protein extracts derived from starchy pulses. *Int J Food Sci Technol.*, 53, 1414-1424.
- Du, M., Xie, J., Gong, B., Xu, X., Tang, W., Li, X., ... Xie, M. (2018). Extraction, physicochemical characteristics and functional properties of Mung bean protein. *Food Hydrocolloids.*, 76, 131-140.
- Duong-Ly, K. C., & Gabelli, S. B. (2014). Salting out of proteins using ammonium sulfate precipitation. *Methods Enzymol.*, 541, 85-94.
- Evans, D. R., Romero, J. K., & Westoby, M. (2009). Concentration of proteins and removal of solutes. *Methods Enzymol.*, 463, 97-120.
- FDA (US Food and Drug Administration) (2004). Food allergen labeling and consumer protection act of 2004. *Pub Law.*, 108-282.
- Fernandez, A., Fernandez-Quintela, F., Macarulla, M. T., Barrio, A. S. Del, & Martínez, J. A. (1997). Composition and functional properties of protein isolates obtained from commercial legumes grown in northern Spain. *Plant Foods Hum Nutr.*, 51, 331-342.
- Hadnađev, M., Dapčević-Hadnađev, T., Lazaridou, A., Moschakis, T., Michaelidou, A. M., Popović, S., & Biliaderis, C. G. (2018). Hempseed meal protein isolates prepared by different isolation techniques. Part I. physicochemical properties. *Food Hydrocolloids.*, 79, 526–533.
- Harrysson, H., Hayes, M., Eimer, F., Carlsson, N. G., Toth, G. B., & Undeland, I. (2018). Production of protein extracts from Swedish red, green, and brown seaweeds, *Porphyra umbilicalis* Kützinger, *Ulva lactuca* Linnaeus, and *Saccharina latissima* (Linnaeus) J. V. Lamouroux using three different methods. *J Appl Phycol.*, 1–16.
- Ivanova, P., Kalaydzhev, H., Rustad, T., Silva, C. L. M., & Chalova, V. I. (2017).

- Comparative biochemical profile of protein-rich products obtained from industrial rapeseed meal. *Emir J Food Agricult*, 29(3), 170-178.
- Iyenagbe, D. O., Malomo, S. A., Idowu, A. O., Badejo, A. A., & Fagbemi, T. N. (2017). Effects of thermal processing on the nutritional and functional properties of defatted conophor nut (*Tetracarpidium conophorum*) flour and protein isolates. *Food Sci Nutr*, 5, 1170–1178.
- Karaca, A. C., Low, N., & Nickerson, M. (2011). Emulsifying properties of chickpea, faba bean, lentil and pea proteins produced by isoelectric precipitation and salt extraction. *Food Res Int*, 44(9), 2742–2750.
- Kaushik, P., Dowling, K., McKnight, S., Barrow, C. J., Wang, B., & Adhikari, B. (2016). Preparation, characterization and functional properties of flax seed protein isolate. *Food Chem*, 197, 212-220.
- Klupsaite, D., & Juodeikiene, G. (2015). Legume: composition, protein extraction and functional properties. A review. *Chem Technol.*, 1(1), 5–12.
- Kumar, P., & Sharma, S. M. (2015). An overview of purification methods for proteins. *Int. J. Appl. Res.*, 1(12), 450-459.
- Lam, A. C. Y., Warkentin, T. D., Tyler, R. T., & Nickerson, M. T. (2017). Physicochemical and functional properties of protein isolates obtained from several pea cultivars. *Cereal Chem*, 94(1), 89–97.
- Lara-Rivera, A. H., García-Alamilla, P., Lagunes-Gálvez, L. M., Macias, R. R., García López, P. M., Francisco, J., & Natera, Z. (2017). Functional Properties of *Lupinus angustifolius* Seed Protein Isolates. *J of Food Quality*, 1-9.
- Li, Z., Scott, K., Hemar, Y., Zhang, H., & Otter, D. (2018). Purification and characterisation of a protease (tamarillin) from tamarillo fruit. *Food Chem*, 256, 228–234.
- Lopez, D. N., Ingrassia, R., Busti, P., Bonino, J., Delgado, J. F., Wagner, J., ... Spelzini, D. (2018). Structural characterization of protein isolates obtained from chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *LWT-Food Sci Technol*, 90, 396-402.
- Lv, Y., Cai, L., Yang, M., Liu, X., Hui, N., & Li, J. (2017). Purification, characterisation, and thermal denaturation of polyphenoloxidase from prawns (*Penaeus vannamei*). *Int J Food Prop*, 20, 3345–3359.
- Mariam, S. H. S., Ooi, C. W., Tan, W. S., Janna, O. A., Arbakariya, A., & Tey, B. T. (2015). Purification of rabbit polyclonal immunoglobulin G with ammonium sulphate precipitation and mixed-mode chromatography. *Sep. Purif. Technol.*, 144, 133–138.
- Moongngarm, A., Sasanam, S., Pinsiri, W., Inthaso, P., Janto, S., & Pengchai, J. (2014). Functional properties of protein concentrate from black cowpea and its application. *Am J Appl Sci*, 11(10), 1811–1818.
- Mune Mune, M. A., & Sogi, D. S. (2015). Functional Properties of Protein Concentrates of Cowpea and Bambara Bean Involving Different Drying Techniques. *J Food Process Preserv*, 39, 2304-2313.
- Muranyi, I. S., Otto, C., Pickardt, C., Osen, R., Koehler, P., & Schweiggert-Weisz, U. (2016). Influence of the Isolation Method on the Technofunctional Properties of Protein Isolates from *Lupinus angustifolius* L. *J. Food Sci*, 81, 2656-2663.
- Negi, P., Chand, S., Thakur, N., & Nath, A. K. (2018). Biological Activity of Serine Protease Inhibitor Isolated from the Seeds of *Phaseolus vulgaris*. *Agric Res*, 7(3), 265–270.
- Nelson, D. & Cox, M. (2005). *Lehninger Principles of Biochemistry* (4th Ed.). W.H. Freeman and Company, New York.
- Novák, P., & Havlí, V. (2016). 4-Protein Extraction and Precipitation. *In Proteomic Profiling and Analytical Chemistry* (Second Edition), 51-62.
- Özdemir, Y., Güven, E., & Özdemir, B. A. (2013). Et Ürünlerinde Kullanilabilecek Soya Proteini Alternatifleri. *Gıda*

- Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8(81), 44–5144.
- Palmer, T., & Bonner, P. L. (2007). *Enzymes: biochemistry, biotechnology, clinical chemistry*. 2nd Edition, Woodhead Publishing Ltd, Cambridge, UK, 299 p.
- Park S. R., Lim C. Y., Kim, D. S. & Ko, K. (2015) Optimization of Ammonium Sulfate Concentration for Purification of Colorectal Cancer Vaccine Candidate Recombinant Protein GA733-FcK Isolated from Plants. *Front. Plant Sci*, 6,1040.
- Pazmino A, Vásquez G, & Carrillo W. (2018). Pigeon Pea Protein Concentrate (*Cajanus Cajan*) Seeds Grown in Ecuador Functional Properties, *Asian J Pharm Clin Res*, 11, 430-435.
- Purwanto, M. G. M. (2016). The Role and Efficiency of Ammonium Sulphate Precipitation in Purification Process of Papain Crude Extract. *Procedia Chem*, 18, 127–131.
- Righetti, P. G. & Boschetti, E. (2013). Detailed Methodologies and Protocols, *Low-abundance proteome discovery: state of the art and protocols*, Boschetti, E. (chief ed.), Newnes, 274 p.
- Salcedo-Chávez, B., Osuna-Castro, J. A., Guevara-Lara, F., Domínguez-Domínguez, J., & Paredes-López, O. (2002). Optimization of the isoelectric precipitation method to obtain protein isolates from amaranth (*Amaranthus cruentus*) seeds. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 6515-6520.
- Saldamlı, İ. & Temiz, A. (2017). Amino Asitler, Peptitler, Proteinler. *Gıda Kimyası*, Saldamlı, İ. (baş ed.), Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, Türkiye, 227-317.
- Scopes, R. K. (2013). *Protein purification: principles and practice*. Springer Science & Business Media, New York, USA.
- Sivasankar, B. (2005). *Bioseparations: principles and techniques*. PHI Learning Pvt. Ltd, New Delhi, India, 119 p.
- Stone, A. K., Karalash, A., Tyler, R. T., Warkentin, T. D., & Nickerson, M. T. (2015). Functional attributes of pea protein isolates prepared using different extraction methods and cultivars. *Food Res Int*, 76(P1), 31–38.
- Unlüsayın, M. (2009). Balık Proteinlerinin Saflaştırılmasında Kullanılan Son Yöntemler/ The recent methods on using for purification of fish proteins. *J FisheriesSciences.com*, 3(4), 298–309.
- Uzzan, A. (1988). Vegetable protein products from seeds: technology and uses in the food industry. Hudson, B. F. J. (ed.). *Developments of Food Industry*, 6.
- Wani, I. A., Sogi, D. S., & Gill, B. S. (2015). Physico-chemical and functional properties of native and hydrolysed protein isolates from Indian black gram (*Phaseolus mungo* L.) cultivars. *LWT-Food Sci Technol*, 60, 848-854.
- Wani, I. A., Sogi, D. S., Shivhare, U. S., & Gill, B. S. (2014). Physico-chemical and functional properties of native and hydrolyzed kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) protein isolates. *Food Res Int*, 76, 11-18.
- Zhang, D. qin, Mu, T. hua, Sun, H. nan, Chen, J. wang, & Zhang, M. (2017). Comparative study of potato protein concentrates extracted using ammonium sulfate and isoelectric precipitation. *Int J Food Prop*, 20(9), 2113–2127.
- Zhang, Y. Z., Du, W. X., Fan, Y., Yi, J., Lyu, S. C., Nadeau, K. C., ... McHugh, T. (2017). Purification and characterization of a black walnut (*Juglans nigra*) allergen, Jug n 4. *J. Agric. Food Chem.*, 65(2), 454–462.
- Zhao, Q., Zhang, W., Wu, Y., & Ouyang, J. (2015). Extraction Techniques and Stability of Carotenoprotein from Carrot (*Daucus carota* L.) Root. *J Food Process Eng.*, 38(3), 290–298.



Türkiye’de Organik Hayvancılık İçerisinde Organik Tavukçuluğun Yeri

Emine URUK¹ Fatma YENİLMEZ^{2*}

ÖZET

Sağlıklı beslenmenin temelini oluşturan organik hayvansal ürünler, insanların hayvansal protein ihtiyaçlarının karşılanması açısından oldukça önemli bir yere sahiptir ve üretimleri gün geçtikçe artmaktadır. Diğer hayvancılık kollarına göre daha hızlı gelişme gösteren organik tavukçuluk bir taraftan hayvan refahını ön planda tutarken, diğer taraftan tüketicilere daha sağlıklı ürünler sunmayı hedefleyen bir yetiştiricilik sistemidir.

Türkiye’de toplam 119 çiftçi organik hayvancılık yapmakta olup, 19 ilde bulunan 89 çiftçi organik tavukçulukla uğraşmaktadır. Üretilen organik tavuk eti miktarı toplam tavuk etinin %0,06’sını oluştururken, organik et miktarının da %93,6’sını meydana getirmektedir. Diğer taraftan toplam yumurta üretiminin %0,84’ünü organik yumurta oluşturmaktadır.

Tavukların yemi kısa sürede kaliteli proteine dönüştürebilmesi, hem etinin hem yumurtasının sağlıklı beslenme açısından önemli olması, et fiyatının kırmızı ete oranla düşük olması sebebiyle tüketiciler tarafından tercih edilmektedir. Sağlığını ön planda tutan ve kaliteli ürün tercih eden bilinçli tüketiciler tarafından talebinin yüksek olması nedeniyle yakın gelecekte organik tavukçuluğun güçlenerek gelişimine devam etmesi beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Organik hayvancılık, organik tavukçuluk, organik ürün

The Situation of Organic Poultry within Organic Livestock in Turkey

The organic animal products are form the basis of a healthy nutrition, have a very important role for the animal protein needs of people and increase day by day. Organic poultry production, which develops faster than other branch of animal production, is a system that aims to provide healthier products to consumers while on the one hand prioritize animal welfare.

There are 119 farmers deal with organic animal production and 89 of these are deal with organic poultry in Turkey. 19 provinces have organic poultry farm in our country. The amount of produced organic poultry meat constitutes 0,06% of the total chicken meat and 93,6% of the amount of organic meat. On the other hand, 0,84% of the total egg production is organic eggs.

The fact that chickens can convert foods to high quality protein in a short time, both meat and egg are important for healthy nutrition and it is preferred by consumers because meat price is lower than red meat. It is expected that, organic poultry will continue to grow in the near future due to its high demand by conscious consumers who prefer health and quality products.

Key Words: Organic animal, organic poultry, organic product

1.GİRİŞ

Tüm Dünya’da olduğu gibi ülkemizde de tüketiciler sağlıklı, kaliteli ve güvenli gıdaların tüketimine son günlerde büyük önem göstermektedir. İnsanların kendi sağlığını

korumak ve daha sağlıklı nesiller yetiştirmek için seçici davranarak organik ürünleri tercih etmeleri, organik hayvancılığın önemini gün geçtikçe arttırmaktadır (Bölükbaşı ve Emsen, 2010). Diğer organik ürünlere oranla daha ucuz

Türkiye’de Organik Hayvancılık İçerisinde Organik Tavukçuluğun Yeri

ve daha kaliteli protein içeriğine sahip olan tavukçuluk ürünlerinde tüketime olan talebi karşılamak için üreticiler organik üretime yönelmekte ve organik tavukçuluk giderek yaygınlaşmaktadır. Organik tavukçuluk diğer organik hayvancılık kolları ile karşılaştırıldığında; yetiştirme süresinin daha kısa olması, bakım ve idaresinin kolay olması gibi avantajlarından dolayı daha hızlı bir gelişme göstermektedir.

Organik tavukçuluk ülkemizde herhangi bir mevzuata dayalı olmadan başlamış ve günümüzde ürün çeşidini giderek arttırarak (Öztürk ve Türkoğlu, 2012; Anonim, 2018), tüketicilerin talebi doğrultusunda pazarlardaki ve marketlerdeki yerlerini almıştır (Öztürk vd., 2013).

Tarım ve Orman Bakanlığı 2017 verilerine göre ülkemizde toplam 119 adet çiftçi organik hayvancılıkla uğraşmakta olup, bunlardan 89 tanesi organik tavukçuluk yapmaktadır. Toplam tavuk eti üretimimizin %0,06’sını organik tavuk eti oluştururken, toplam organik et üretimimizin de %93,6’sını meydana getirmektedir. Toplam yumurta üretiminin %0,84’ünü organik yumurta meydana getirmektedir. Organik hayvansal üretim yapan çiftçi sayısı ve organik hayvan sayısı, bilinçli tüketicilerin tercihleri doğrultusunda her geçen gün giderek artmaya devam etmektedir.

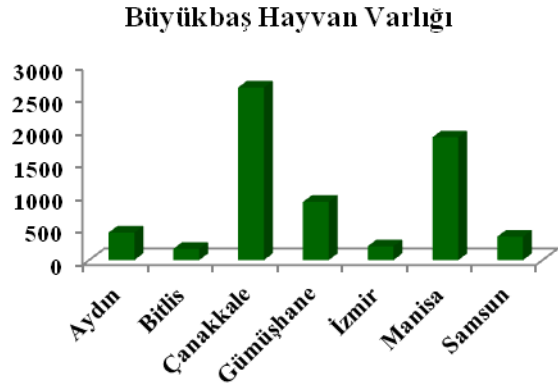
Bu derlemenin amacı; organik hayvancılık içerisinde organik tavukçuluğun yerinin belirlenmesi ve organik tavukçuluğun genel durumunun ortaya konulmasıdır.

2.TÜRKİYE’DE ORGANİK HAYVANCILIĞIN DURUMU

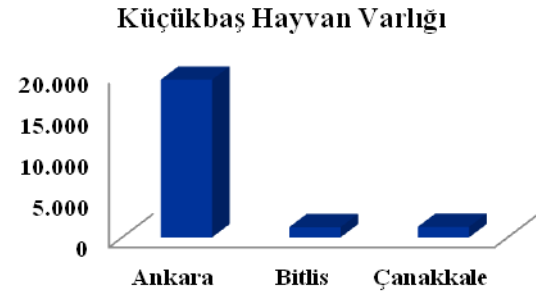
Ülkemizde organik hayvancılık, organik bitkisel üretime göre küçük bir paya sahip olmasına rağmen son yıllarda gelişme göstermektedir. Geçmişte organik hayvancılık; arıcılık ve bal üretimi şeklinde yapılırken, günümüzde büyükbaş, küçükbaş, tavukçuluk ve arı yetiştiriciliği şeklinde faaliyet göstermektedir.

Tarım ve Orman Bakanlığının 2017 yılı verilerine göre, organik hayvancılık yapan çiftçi

sayısı arıcılık yapanlarla birlikte toplam 437 adettir. Bu çiftçiler, yetiştirdikleri hayvan türlerine göre büyükbaşta 17, küçükbaşta 13, tavukçulukta 89 ve arıcılıkta 318 kişi olarak dağılmaktadır. Çanakkale ilimiz büyükbaş hayvancılıkta 6 çiftçi ve 2 665 adet hayvan ile 46 ton et, 1 217 ton süt üretimi ile ön sırada yer alırken (Çizelge 1, Şekil 1), Ankara ilimiz 8 çiftçi ve 19 290 adet küçükbaş hayvan ile ilk sırada yer almaktadır (Çizelge 1, Şekil 2).



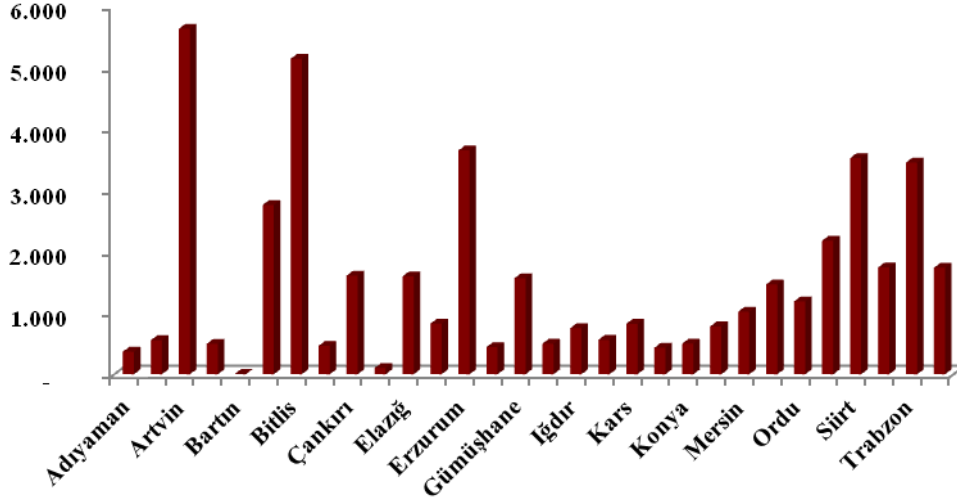
Şekil 1. İllere Göre Büyükbaş Hayvan Varlığı



Şekil 2. İllere Göre Küçükbaş Hayvan Varlığı

2017 yılı verilerine göre, Türkiye’de toplam 48 153 adet organik kovan mevcuttur (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2017). Artvin ilimiz, toplam 46 çiftçi sayısı ile en fazla arıcılık yapan çiftçiye sahip ilimizdir. Yine Artvin ilimiz organik bal kovana sayısı (5 632) bakımından ilk sırada yer alırken, bunu Bitlis (5 143), Erzurum (3 649) ve Siirt (3 524) illeri izlemektedir (Şekil 3).

Organik Bal Kovanı Sayıları



Şekil 3. İllere Göre Organik Bal Kovanı Sayıları

Ülkemiz iller bazında organik et üretimi bakımından incelendiğinde, büyükbaş hayvancılıkta 46 ton ile Çanakkale ili en fazla üretim yapmaktadır. Süt üretiminde ise büyükbaş hayvancılıkta 5 610 ton ile Manisa ili,

küçükbaş hayvancılıkta 18 000 ton ile Çanakkale ili en fazla üretimi yapmaktadır. Organik peynir üretimi ise sadece Çanakkale ilinde (3 ton) yapılmaktadır (Çizelge1).

Çizelge 1. İllere Göre Organik Büyükbaş ve Küçükbaş Hayvancılığın durumu

İller	Hayvan Türü	Çiftçi Sayısı Top.	Hayvan Sayısı	Et (ton)	Süt (ton)	Peynir (ton)
Aydın	Büyükbaş	1	424	-	2 474	-
Bitlis	Büyükbaş	4	174	-	147	-
Çanakkale	Büyükbaş	6	2 665	46	1 217	-
Gümüşhane	Büyükbaş	3	898	-	2 623	-
İzmir	Büyükbaş	1	213	-	1 109	-
Manisa	Büyükbaş	1	1 896	-	5 610	-
Samsun	Büyükbaş	1	362	40	1 494	-
Toplam		17	6 632	86	14 674	-
Ankara	Küçükbaş	8	19 290	-	-	-
Bitlis	Küçükbaş	2	1 251	-	80	-
Çanakkale	Küçükbaş	3	1 291	0,58	18 337	3
Toplam		13	21 832	0,58	18 417	3
Genel Toplam		30	28 464	86,58	33 091	3

Kaynak: Tarım ve Orman Bakanlığı, 2017.

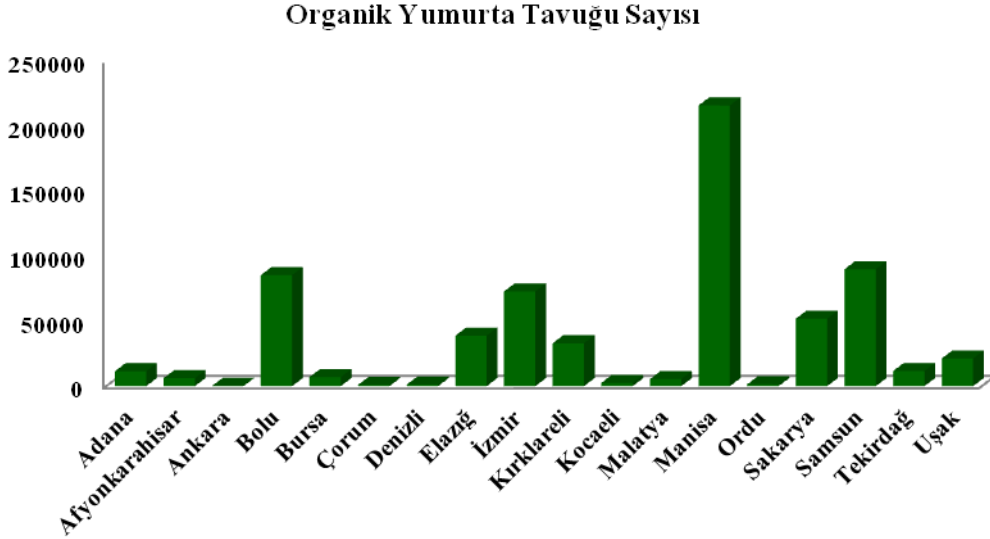
3. TÜRKİYE’DE ORGANİK TAVUKÇULUĞUN DURUMU

Organik tavukçuluk ülkemizde ilk kez 1985 yılında herhangi bir mevzuata dayalı olmadan başlamış (Öztürk ve Türkoğlu, 2012), 2008

yılında 7 üretici tarafından, 21 928 adet tavuk ile toplam 4 424 000 adet organik yumurta üretimi gerçekleşmiş (Altındişli ve Aksoy, 2010), günümüzde ise toplam 19 ilde, 89 çiftçi ile 161 253 080 adet yumurta üretimi

Türkiye’de Organik Hayvancılık İçerisinde Organik Tavukçuluğun Yeri

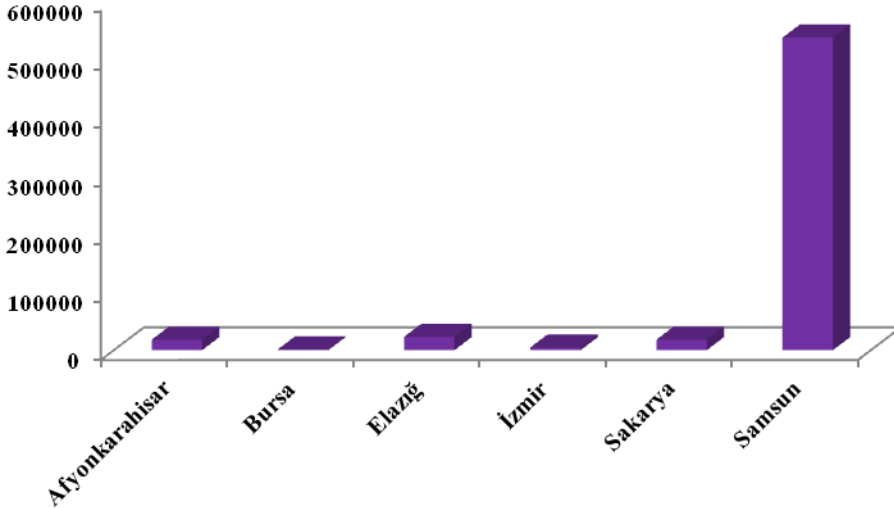
gerçekleştirilmektedir. Organik yumurta tavukçuluğunda Manisa ilimiz, 5 üretici ve toplam 216 098 adet tavuk ile 58 9333 328 adet yumurta üretimiyle en fazla üretim yapan ilimizdir (Çizelge 2, Şekil 4).



Şekil 4. İllere Göre Organik Yumurtacı Tavuk Sayıları

Organik et tavukçuluğunda ise, 1 ve 1 183 ton et üretimi ile Samsun ili ilk sırada çiftçisiyle toplamda 537 600 adet tavuk sayısı yer almaktadır (Çizelge 2, Şekil 5).

Organik Etlik Piliç Sayısı



Şekil 5. İllere Göre Organik Etlik Piliç Sayıları

Toplam organik et üretimimiz 1352 ton olup, bunun 1 266 ton kadarını organik tavuk eti oluşturmaktadır. Organik tavuk eti miktarı toplam organik et miktarının %93,6'sını meydana getirmektedir. Toplam yumurta

üretimimiz 19 281 milyon adettir (HAYGEM, 2018). Toplam organik yumurta üretimimiz ise 161 253 080 adet olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 2). Organik yumurta üretimi toplam yumurta üretiminin %0,84'ü kadardır.

Çizelge 2. İllere Göre Organik Tavukçuluk Verileri

İller	Hayvan Türü	Çiftçi Sayısı Toplamı	Hayvan Sayısı Toplamı	Et (ton)	Yumurta (adet)
Adana	Yumurta Tavuğu	1	11 480	-	3 000 000
Afyonkarahisar	Etlik piliç	1	18 000	40	-
	Yumurta Tavuğu	2	6 100	-	1 707 670
Ankara	Yumurta Tavuğu	1	250	-	-
Bolu	Yumurta Tavuğu	5	85 440	-	19 262 540
Bursa	Etlik piliç	1	1 400	3,643	-
	Yumurta Tavuğu	2	6 954	-	1 573 418
Çorum	Yumurta Tavuğu	1	1 000	-	-
Denizli	Yumurta Tavuğu	1	1 200	-	-
Diyarbakır	Etlik piliç	1	2 500	-	-
Elazığ	Etlik piliç	1	22 900	39	-
	Yumurta Tavuğu	0	38 845	-	9 788 940
İzmir	Etlik piliç	0	4 500	-	-
	Yumurta Tavuğu	5	72 900	-	18 538 605
Kırklareli	Yumurta Tavuğu	2	33 000	-	9 247 866
Kocaeli	Yumurta Tavuğu	1	2 500	-	388 023
Malatya	Yumurta Tavuğu	2	5 425	-	720 000
Manisa	Yumurta Tavuğu	5	216 098	-	58 933328
Ordu	Yumurta Tavuğu	37	1 400	-	1 942 500
Sakarya	Etlik piliç	7	18 000	-	-
	Yumurta Tavuğu	1	51 900	-	1 620 000
Samsun	Etlik piliç	1	537 600	1 183	-
	Yumurta Tavuğu	0	90 000	-	27 922 500
Tekirdağ	Yumurta Tavuğu	1	11 635	-	1 047 150
Uşak	Yumurta Tavuğu	10	21 280	-	5 561 540
Genel toplam		89	1 262 307	1 265,643	161 253 080

Kaynak: Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ekonomik düzeyi yükselen ve gün geçtikçe bilinçlenen tüketici, sağlıklı yaşamak için daha güvenilir ve daha kaliteli protein içeren besinlere olan talebini giderek arttırmaktadır. Bu talebi karşılamada organik tavukçuluk, kısa sürede gelişmesi, yemi kısa sürede kaliteli ürüne (proteine) çevirebilmesi, maliyetinin düşük olması ile büyük bir öneme sahiptir. Diğer hayvancılık kollarına göre birçok avantajlara sahip olan organik tavukçuluğun ülkemizde desteklenip yaygınlaştırılması ile

doğal dengenin korunması, küçük gelirli çiftçilerin kalkınması ile köyden kente göçün önlenmesi ve kırsal alanda istihdamın artması, insanların daha sağlıklı beslenmesi ve daha refah hayvan yetiştirilmesine olanak sağlayacaktır. Böylece ülke ekonomisinin gelişmesine katkı sağlayarak önemli düzeyde katma değer yaratacaktır.

KAYNAKLAR

Anonim. (2018) Organik Tarımın Esasları ve Uygulamasına İlişkin Yönetmelik. 18.10.2010 tarih ve 27676 sayılı *Resmi Gazete*.
<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/08/20100818-4.htm>. Erişim tarihi: 02 Ağustos 2018.

Altındışli, A., Aksoy U. (2010) Organik Tarımın Dünya’da ve Türkiye’deki Durumu. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi. S: 213-227.

Bölükbaşı, C., Emsen H. (2010) Organik Hayvancılık. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 25240, Erzurum.
http://tarimbilgibankasi.com/upload/dosyalar/Organik_Tarim/Organik_Hayvancilik.pdf. Erişim tarihi: 08 Eylül 2018.

HAYGEM. (2018) Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Hayvancılık Genel Müdürlüğü, Ağustos 2018.
<https://www.tarimorman.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/HAYGEM.pdf>. 15 Kasım 2018.

Tarım ve Orman Bakanlığı. (2018) 2017 Yılı Organik Hayvancılık Verileri. <http://www.tarim.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Organik-Tarim/Istatistikler>. Erişim tarihi: 05 Eylül 2018.

Öztürk, A.K., Türkoğlu M. (2012) Türkiye’de Organik Tavukçuluk. *Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg.* 52 (1): 41-50.

Öztürk, A.K., Türkoğlu M., Eleroğlu H. (2013) Türkiye’de Organik Hayvansal Üretimde Kanatlı Yetiştiriciliği. Doğu Karadeniz 1. Organik Tarım Kongresi, 26-28 Haziran 2013, Kelkit.



Evaluation of Streamflow Simulation By SWAT Model for The Seyhan River Basin

Ahmet IRVEM^{1*} Ashraf EL-SADEK²

Abstract

The Soil and Water Assessment Tool (SWAT) was used to model the hydrological water balance from the Seyhan river basin located in Turkey. The model sensitivity analysis and auto-calibration were conducted at four sites (i.e., Uctepe, Himmetli, Korkun and Zamanti) using the Sequential Uncertainty Fitting (SUFI-2), the Generalized Likelihood Uncertainty Estimation (GLUE) and Parameter Solution (ParaSol) algorithms in the SWAT-Calibration Uncertainty Programs (SWAT-CUP) package. The sensitivity analysis showed that the base-flow alpha factor (ALPHA_BF) and SCS runoff curve number (CN2) are the most sensitive parameters for this catchment. All sources of uncertainties were captured by bracketing more than 60% of the observed river discharge when using SUFI-2 and ParaSol except for ParaSol at Uctepe (57%). Streamflow calibration was done at a monthly time step for the period of 2001-2007. The results showed that ParaSol gave better results than those obtained by SUFI-2 and GLUE with regard to the Nash Sutcliffe Efficiency (NSE). Among all of the calibrated sites and the various calibration algorithms, the highest NSE (0.74) was obtained when the model was calibrated at Zamanti using the ParaSol algorithm.

Key words: Hydrologic modelling, Seyhan river basin, SWAT model, streamflow simulation

Seyhan Havzasında SWAT Modeli İle Nehir Akış Simülasyonu Ve Değerlendirilmesi

Özet

Toprak ve Su Değerlendirme Yazılımı (SWAT) Türkiye'de bulunan Seyhan nehri havzasında hidrolojik işlemleri su bütçesini temel alarak simüle etmek için kullanılmıştır. Model duyarlılık analizi ve otomatik kalibrasyonlar, SWAT-Kalibrasyon paket programında (SWAT-CUP) bulunan, Sıralı Belirsizlik Uygunluğu (SUFI-2), Genelleştirilmiş Olabilir Belirsizlik Tahmini (GLUE) ve Parametre Çözümü (ParaSol) algoritmaları kullanılarak, Üçtepe, Himmetli, Korkun ve Zamanti akarsuları için yapılmıştır. Duyarlılık analizi sonucunda, Baz Akış Alfa Faktörü (ALPHA_BF) ve SCS akış eğri numarasının (CN2) bu havza için akıma etki eden en hassas parametreler olduğunu göstermiştir. Gözlenen akım verilerinde tüm belirsizlik kaynaklarının ParaSol sonucunda Üçtepe (% 57) hariç, SUFI-2 ve ParaSol sonuçlarında %60'dan fazla olduğu görülmüştür. Akış verilerinin kalibrasyonu aylık bazda 2001-2007 dönemi için yapılmıştır. Nash Sutcliffe Katsayısına (NSE) göre ParaSol, SUFI-2 ve GLUE'ye göre daha iyi sonuçlar vermiştir. Kullanılan kalibrasyon algoritmaları arasında en iyi sonuç, (NSE=0.74) Zamanti akış verilerinin Parasol algoritması ile kalibrasyonu sonucu bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Hidrolojik modelleme, Seyhan havzası, SWAT modeli, nehir akış simülasyonu

Introduction

Hydrologic models are primarily used to understand the hydrologic processes of a basin or sub-basin and to provide valuable information to support water resources management programs. The Soil and Water Assessment Tool (SWAT; Arnold et al. 1998) is a physically based, semi-distributed, model that is used to simulate the hydrologic processes in a wide range of watersheds including those in semi-arid regions (Van Liew et al. 2007). The model was developed over a period of about 30 years by the USDA Agriculture Research Service (ARS). There have been few applications of the SWAT model to Turkish conditions: however, Akiner and Akkoyunlu (2012) tested the applicability of the SWAT model for predicting the surface flow in the Melen watershed using an Artificial Neural Network (ANN) to generate the daily precipitation for the study period. Their results gave a Nash Sutcliffe Efficiency (NSE) of 0.78 for the entire period of 1995-2008. Calibration in a hydrologic model is the process whereby model parameters are adjusted to allow the best-fit between the simulation and observations. Many studies have presented different techniques for SWAT model calibration. For example, van Griensven and Bauwens (2003) presented the ESWAT simulator using a multi-objective function. The model was applied to the Dender River (Belgium) to optimize 32 parameters. Using different statistical approaches, SWAT-CUP (Abbaspour et al. 2007a) is a public domain program that performs model sensitivity analysis, calibration, validation and uncertainty analysis of the SWAT model. The program links the Generalized Likelihood Uncertainty Estimation (GLUE; Beven and Binley 1992), Bayesian inference based on Markov Chain Monte Carlo (MCMC; Vrugt et al. 2003), Parameter Solution (ParaSol; van Griensven and Meixner, 2006) and Sequential Uncertainty Fitting (SUFI-2; Abbaspour et al. 2007b). The program has been used for model calibration in many different catchments worldwide (Schoul et al. 2008; Abbaspour et al. 2009; Rostamiani et al. 2008; Luo et al. 2011; Singh et al. 2013). The Seyhan river basin contains the largest number of fertile

agricultural lands in Turkey and provides water to the fourth largest city of Turkey (Adana) (Acar and Dincer 2005). The basin is characterized by spatially heterogeneous climate, soil, land cover, and elevation. The upper area of the basin is mountainous while the lower area shows alluvial plain formation. The Mediterranean climate is the dominant climate type and is strongly present in the southern part of the basin. Seyhan Dam Lake and Catalan Dam Lake now compensate for the lack of major water bodies in the region. The Seyhan River system consists of three major streams i.e., Goksu, Zamanti and Cakit streams that merge to form the Seyhan River in the Northern of Adana. The objectives of the study reported here were to evaluate SWAT for its applicability in a Turkish Mediterranean type watershed for simulation of stream flow, to investigate the effect of multi-gauge calibration on flow prediction in a semi-arid watershed, and, finally, to examine the applicability of the three calibration algorithms in the SWAT-CUP program (i.e., SUFI-2, GLUE and ParaSol).

Materials and methods

The spatial data required for the model includes the digital elevation model (DEM), land cover map, and soil map. Daily climate data include precipitation, maximum and minimum temperature, relative humidity, solar radiation, and average wind speed. River discharge data are required for model calibration and validation. The DEM was the 30m DEM that available as the ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer), GDEM (Global Digital Elevation Model) and it was downloaded from <http://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>. The SWAT model uses the DEM to delineate the watershed, calculate the geomorphic parameters and to create the sub watersheds and stream network. The distribution of the land covers within the basin was obtained from GlobCover 2009 v2.3 which was derived using bimonthly composites of ENVISAT MERIS acquisitions at 300m spatial resolution for the year 2009 (<http://due.esrin.esa.int/globcover/>). The land

Evaluation of Streamflow Simulation By SWAT Model for The Seyhan River Basin

cover spatial data were reclassified to SWAT land use/land cover types. All soils data were obtained from the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO/UNESCO 2003) Soil Map of the World. The soil map was linked to the SWAT soil database by modifying the user defined soil file because it holds soil information that is not included in the model database. A SWAT model simulation requires the input of daily precipitation, maximum and minimum temperature, solar radiation, wind speed and relative humidity. These data can be provided by

the user or generated by the model. In our study, different sources of climate data were used for the period from 2000 to 2007. Daily minimum and maximum temperature and average wind speed were obtained from the US National Climatic Data Center (NCDC), Global Summary of the Day (GSOD). The data are online at: <ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/g sod/>; it was accessed in 03/2013. Data were obtained for three stations: Adana, Sivas and Nigde. The location of these stations is presented in Table 1 and Figure 1.

Table 1. List of weather stations and stream gauges sites used in the study

Station	Latitude	Longitude	Elevation (m)
Climate stations			
Adana	36° 58' 59"	35° 18' 00"	20
Sivas	39° 45' 00"	37° 01' 01"	1285
Nigde	37° 58' 01"	34° 40' 59"	1210
Stream gauges			
Uctepe (G1818)	37° 22' 50"	35° 28' 05"	127
Himmetli (G1801)	37° 51' 57"	36° 03' 34"	665
Korkun (G1820)	37° 17' 49"	35° 09' 05"	170
Zamanti (G1826)	37° 39' 46"	35° 34' 46"	347

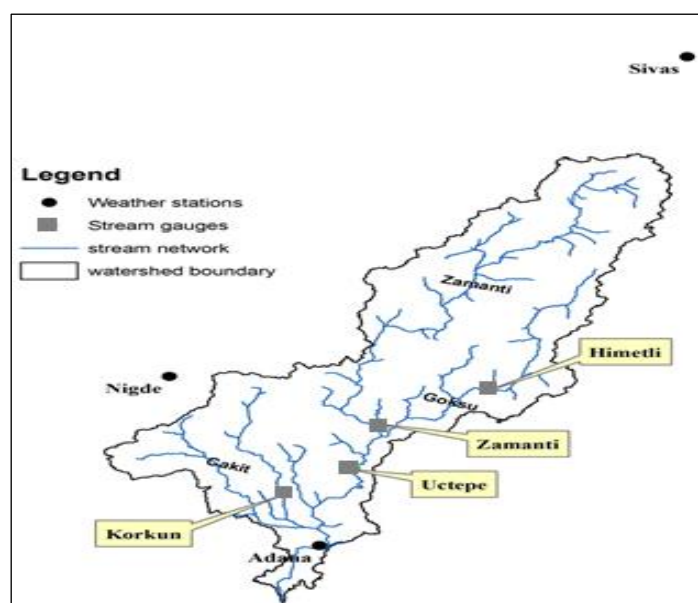


Figure 1. Location of the Seyhan River Basin and monitoring networks

Adana is the only weather station that is located within the watershed boundary; other stations

that are close enough to the basin include Kahramanmaras, Gemerek, Kayseri and

Malatya. We did not use these stations because of the discontinuity of the recorded data. Because of that, we used another source of precipitation data. We used the Tropical Rainfall Measurement Mission (TRMM, product 3B42) described in Huffman et al. (2007). These data have a pixel resolution of 0.25° x 0.25°, so that only 17 grid points covering the study area have been used

Relative Humidity was calculated by following Equation.

$$RH=100 \frac{\exp(\frac{aT_d}{b+T_d})}{\exp(\frac{aT}{b+T})} \quad (1)$$

Where, $a = 17.271$; $b = 237.7$; T is average temperature (°C); T_d is dew point temperature (°C) which is based on the August-Roche-Magnus approximation, considered valid for:

$$\begin{aligned} 0 \text{ }^\circ\text{C} < T < 60 \text{ }^\circ\text{C} \\ 1\% < RH < 100\% \\ 0 \text{ }^\circ\text{C} < T_d < 50 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Daily average solar radiation values were estimated using Hargreaves and Samani's (1982) equation (2) as presented by Allen (1997), which is based on temperatures. It incorporates a correction factor (Kr) based on the regional location of each weather station:

$$R_s = K_r (T_{\max} - T_{\min})^{0.5} R_a \quad (2)$$

Where T_{\max} and T_{\min} = mean daily maximum and minimum air temperature (°C), and R_a is extraterrestrial radiation, Allen et al. (2005) recommended using $K_r = 0.16$ for interior locations and $K_r = 0.19$ for coastal locations. Extraterrestrial solar radiation (R_a) was calculated according to Duffie and Beckman (1993).

The daily flow data for four sites of the river were obtained from by the Electrical Power Resources Survey and Development Administration of Turkey. The data from the period 2001 to 2007 was used for model

calibration with a one-year warm up period. The Seyhan River Basin, shown in Figure 1, covers an area of 20164 km² as delineated by the SWAT model. The mean elevation of the basin is 1420 m, the land use is mainly a mosaic of crop land and vegetation (52.72 %) and the dominant soil type is loam (49.69%) followed by clay loam (36.06%). The watershed receives a mean annual precipitation of 708.5 mm with an annual average T_{\max} and T_{\min} of 19.7 and 7.7 °C, respectively, as determined from our input data over the period 2000-2012.

To represent spatial variability, SWAT subdivides watersheds into multiple sub-basins according to topography, which are then subdivided to create the Hydrologic Response Units (HRUs) that are based on land cover and soil characteristics. The hydrological cycle in SWAT is based on the water balance equation (Equ. 3). Model outputs include surface flow, groundwater recharge, lateral flow, sediment, and nutrient and pesticide yields. The surface runoff can be simulated by the modified Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) method or the Green and Ampt infiltration model. The evapotranspiration can be estimated by the Hargreaves, the Priestly-Taylor and/or the Penman-Monteith method.

$$SW_t = SW_0 + \sum_{i=1}^t (R_{\text{day}} - Q_{\text{surf}} - E_a - W_{\text{seep}} - Q_{\text{gw}}) \quad (3)$$

Where, SW_t = The final soil water content (mm); SW_0 = The initial soil and water content on (mm), t is the time (days); R_{day} = The amount of precipitation on day i (mm); Q_{surf} = the amount of surface runoff on day i (mm); E_a = The amount of evapotranspiration on day i (mm); W_{seep} = The amount of water entering the vadose zone from the soil profile on day i (mm); Q_{gw} = The amount of return flow on daily i (mm). The ArcSWAT interface for SWAT 2009 was used for the setup and parameterization of the model for this study. A complete description of this version and its capabilities is given in Douglas-Mankin et al. (2010) and Tuppad et al. (2011).

Table 2. SWAT parameters and their bounds used in sensitivity analysis and model calibration

Parameter	Description	Lower bound	Upper bound
ALPHA_BF	Base Flow alpha factor (days)	0	1
Ch_K2	Effective Channel Hydraulic Conductivity (mm/h)	0	150
Ch_N2	Manning coefficient for main channel	0	0.3
CN2*	SCS curve number for moisture condition II	-0.5	0.5
ESCO	Soil evaporation compensation factor	0	1
GW_DELAY	Ground water delay (days)	0	500
GW_REVAP	Groundwater revap coefficient	0.02	0.2
GWQMN	Threshold depth of water in the shallow aquifer required for return flow to occur (mm)	0	5000
REVAPMN	Threshold depth of water in the shallow aquifer required for revap to occur (mm)	100	500
SOL_AWC *	Available water capacity of the soil layer (mm/mm)	-0.5	0.5
SOL_K*	Soil saturated hydraulic conductivity (mm/h)	-0.5	0.5
SOL_Z *	Depth from soil surface to the bottom of layer (mm)	-0.5	0.5
OV_N	Overland Manning roughness	0	0.8
HRU_SLP*	Average slope steepness (m/m)	-0.2	0.2

The parameter sensitivity analysis was done using the SWAT-CUP program using the three algorithms i.e., SUFI-2, ParaSol and GLUE. Fourteen hydrological parameters were tested for sensitivity analysis for the simulation of the stream flow in the study area. Here, we used the default lower and upper bound parameter values as shown in Table 2. The calibration and uncertainty analysis were done using the three algorithms used for the sensitivity analysis. The methods in SWAT-CUP were chosen for their applicability for simple to complex hydrological models and their different techniques to assess the model uncertainty. ParaSol is based on a modification to the global optimization algorithm SCE-UA (Duan et al. 1992). It uses the sum of the squares of the residuals (Equ. 4) as the objective function and assesses only model parameter uncertainty:

$$SSQ = \sum_{t_i=1}^n (y_{t_i}^M(\theta) - y_{t_i})^2 \quad (4)$$

Where, n is the number of the observed data points, and y_{t_i} and $y_{t_i}^M$ represent the observation and model simulation with parameters θ at time t_i , respectively. SUFI-2 and GLUE account for the uncertainty not only for the model parameters, but also to the conceptual model, input data and measured data (Setegn et al. 2010).

The output uncertainty is quantified by the 95% prediction uncertainty band (95PPU) calculated at 2.5% and 97.5% level of the cumulative distribution of an output variable obtained through Latin hypercube sampling (Abbaspour et al. 2007a). After the 95PPU is calculated the strength of a calibration is measured by p-factor

which is the percentage of observation bracketed by the 95% prediction uncertainty (95PPU). Another measure quantifying the strength of a calibration or uncertainty analysis is the r-factor which is the average thickness of the 95PPU band divided by the standard deviation of the measured data. The goodness of calibration and prediction uncertainty is judged on the basis of the closeness of the p-factor to 100% (i.e., all observations bracketed by the prediction uncertainty) and the r-factor to 1. The average thickness of the 95PPU band and the r-factor are calculated by Equation 5.

$$r - factor = \frac{\frac{1}{n} \sum_{t_i=1}^n (y_{t_i,97.5\%}^M - y_{t_i,2.5\%}^M)}{\sigma_{obs}} \quad (5)$$

Where $y_{t_i,97.5\%}^M$ and $y_{t_i,2.5\%}^M$ represent the upper and lower boundary of the 95PPU, and σ_{obs} stands for the standard deviation of the measured data.

The other factor is the goodness of fit that can be quantified by the coefficient of determination (R^2) and Nash-Sutcliff Efficiency (NSE) (Nash and Sutcliffe 1970) between the observations and the final best simulations. Coefficient of determination (R^2) and Nash-Sutcliffe coefficient (NSE) are calculated by Equations 6 and 7

$$R^2 = \frac{[\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})(P_i - \bar{P})]^2}{[\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2][\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2]} \quad (6)$$

$$NSE = \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2 - \sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2} \quad (7)$$

Where P_i are the predicted values, O_i are the observed values, n is the total number of observations, \bar{O} is the mean of the observed data and \bar{P} is the mean of the predicted data.

Results and discussion

Sensitivity analysis helps to identify the parameters that have a strong influence on the

model output. In our study, sensitivity analysis was performed at all sites to determine the parameters needed to improve the model simulation and to understand the behaviour of the hydrologic system. Three algorithms (SUFI-2, ParaSol and GLUE) were used to perform the sensitivity analysis and the results are shown the ranking of the model parameters in the Table 3.

Table 3. The selected SWAT parameters and their sensitivity analysis ranking result

Parameter	G1818			G1801			G1820			G1826		
	S-2	PSol	G	S-2	PSol	G	S-2	PSol	G	S-2	PSol	G
ALPHA_BF	1	1	1	1	2	1	2	13	3	6	4	2
Ch_K2	3	4	3	3	1	3	6	6	6	7	5	3
Ch_N2	13	11	4	5	4	4	9	11	13	10	7	7
CN2	2	8	2	2	12	2	1	1	1	2	1	1
ESCO	4	7	12	10	3	8	4	2	2	4	3	13
GW_DELAY	11	10	7	14	11	12	11	8	10	14	13	10
GW_REVAP	14	3	13	12	13	10	5	5	11	3	12	11
GWQMN	10	12	10	4	7	9	8	14	9	1	2	6
REVAPMN	8	9	6	11	5	13	10	10	8	5	9	9
SOL_AWC	12	2	9	9	8	14	12	9	5	8	8	4
SOL_K	5	14	11	7	10	5	3	7	7	12	14	5
SOL_Z	7	6	8	8	9	11	13	4	4	13	6	12
OV_N	6	13	14	6	6	7	14	12	12	11	11	14
HRU_SLP	9	5	5	13	14	6	7	3	14	9	10	8

At G1818, ALPHA_BF was ranked the most sensitive parameter using the three algorithms. At G1820, The three algorithms agreed that the most sensitive parameter is CN2, but they differently ranked the second and third most sensitive parameters. In G1826, GWQMN, CN2 and GW_Revap were the most sensitive parameters using SUFI-2, however, CN2, GWQMN and ESCO seem to be very sensitive using ParaSol. From the above results the model is very sensitive to surface runoff and base flow parameters. At G1801, again SUFI-2 and GLUE showed a similar performance in regard to ranking the most sensitive parameters and different than that obtained by ParaSol. Alpha_BF, CN2 and Ch_K2 were ranked as first, second and third most sensitive parameters, respectively, according to SUFI-2 and GLUE. Model calibration aims to adjust and optimize model parameters to achieve the pre-defined objective function. Fourteen model parameters

that mostly affect surface runoff and groundwater parameters were used for the calibration. The model was calibrated on a monthly basis for the period from 2001-2007 with a one year warming up period. The model was calibrated and uncertainty analysis performed at four gauging sites (Uctepe, Himetli, Korkun and Zamanti) using three different algorithms (SUFI-2, ParaSol and GLUE through the SWAT-CUP program). Calibration results were interpreted using p-factor, r-factor, R² and NSE that are shown in Table 4. Although it is very sensitive to high extreme values due to the square differences, the NSE is still the best and most acceptable goodness of fit measure. According to Moriasi et al. (2007) and Cho et al. (2013), NSE value can be considered satisfactory if NSE ≥0.5, good if NSE ≥0.65 and very good if NSE ≥0.75 when comparing the observed versus the simulated flow on a monthly basis.

Table 4. Stream Flow Calibration at the four monitoring stations Using SUFI-2, GLUE and ParaSol Methods

Objective function		Stations			
		G1818	G1801	G1820	G1826
p-factor	SUFI-2	0.94	0.92	0.98	0.69
	GLUE	0.73	0.36	0.20	0.32
	PARASOL	0.57	0.71	0.62	0.68
r-factor	SUFI-2	2.52	2.13	2.59	0.92
	GLUE	0.89	0.35	0.37	0.46
	PARASOL	0.63	0.71	0.84	0.72
R ²	SUFI-2	0.65	0.57	0.55	0.71
	GLUE	0.68	0.54	0.51	0.66
	PARASOL	0.73	0.59	0.57	0.74
NSE	SUFI-2	0.64	0.56	0.52	0.67
	GLUE	0.66	0.53	0.46	0.62
	PARASOL	0.71	0.58	0.53	0.74

Comparison between observed and simulated monthly flow for seven years, showed a good agreement using the SUFI-2 algorithm. The NSE was used as an objective function where several iterations were performed until the best NSE efficiency has been met. In SUFI-2, the combined effect of all uncertainties is depicted by the final estimates of parameter uncertainties. From Table 4, at G1818 station, 94% of the observed monthly runoff values were within the 95PPU, but the r-factor was quite large (2.52) indicating large model uncertainties. The large 95PPU band (or large r-factor) necessary to bracket 94 % of the observed data indicates that the uncertainty in the conceptual model is also very important, and in our case quite large. It seems that not all processes, especially some that are important downstream of the river are not included in the model. We believe that these

processes are mainly delaying the runoff and significantly contributing to higher evaporation losses. At the same site the produced NSE was 0.64 and the R² of 0.65.

At other stations, different p-factors and r-factors were obtained. The p-factor brackets were 92%, 98% and 69% of the observation and the r-factor equaled 2.13, 2.59 and 0.92 for G1801, G1820, and G1826, respectively. The model produced a good R² value and NSE efficiency for the G1826 station; 0.71 and 0.67, respectively. However, the calibration at stations G1801 and G1820 show lower R² (0.57 and 0.55) and NSE (0.56 and 0.52) values. This shows that the model at G1801 and G1820 is more uncertain than at the other stations (G1818 and G1826)(Figure 2,3,4,5). SUFI-2 produced the highest p-value and r-factor value for all of the studied sites when compared to ParaSol and GLUE.

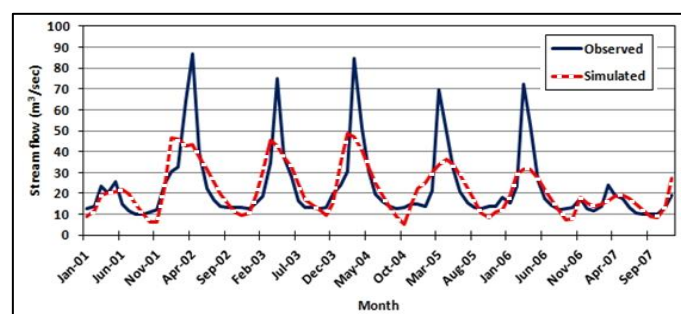
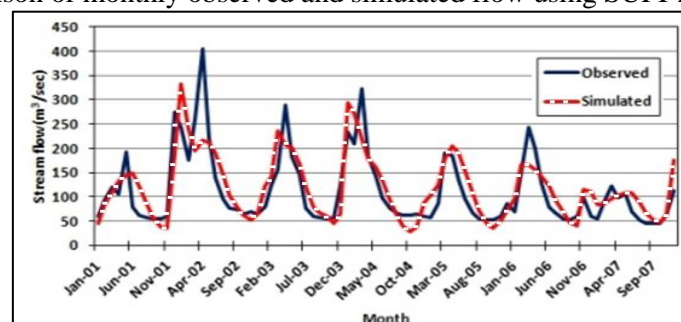


Figure 2. Comparison of monthly observed and simulated flow using SUFI-2 algorithm at G1801



Evaluation of Streamflow Simulation By SWAT Model for The Seyhan River Basin

Figure 3. Comparison of monthly observed and simulated flow using SUFI-2 algorithm at G1818

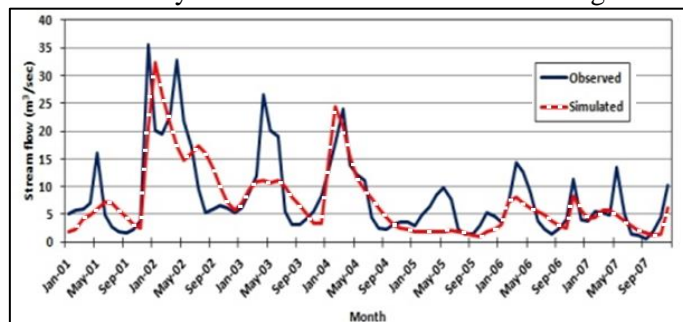


Figure 4. Comparison of monthly observed and simulated flow using SUFI-2 algorithm at G1820

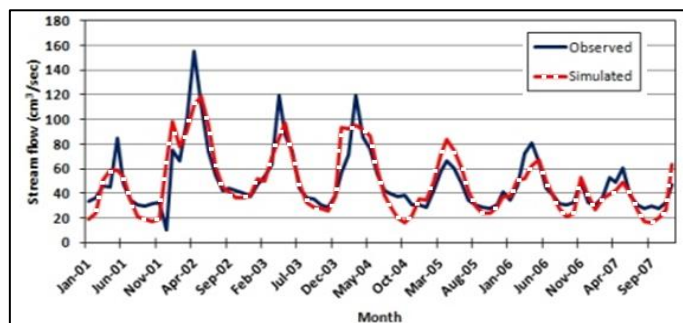


Figure 5. Comparison of monthly observed and simulated flow using SUFI-2 algorithm at G1826

Using the ParaSol algorithm, the calibration process converges within 7000 iterations. The ParaSol algorithm shows good agreement between monthly observed and simulated flows in at all the calibrated sites; this is very clear from the statistics that are given in Table 4. Using the ParaSol method, the best NSE (0.71 and 0.74) and R^2 values (0.73 and 0.74) were obtained when the model was calibrated at the G1818 and G1826 sites while the model produced satisfactory NSE values for the other stations (0.58 and 0.53) when the model was calibrated at sites G1801 and G1820. The worst p-factor (57%; which is the percentage of observations bracketed by the 95% prediction uncertainty (95PPU)), was produced when the model was calibrated at G1818 and the r-factor equals 0.63. For G1801, the p-factor brackets 71% of the observations and the r-factor equals 0.59. Other stations gave different p-factor and r-factor values; i.e., 62%, and 68% and 0.84, and 0.72 for the G1820 and G1826 stations, respectively. The ParaSol algorithm produced the highest R^2 and NSE at all of the studied sites as compared to SUFI-2 and GLUE. These results are the same as was concluded by Yang et al. (2008) and Setegn et al. (2010).

The GLUE algorithm gives bad agreement between monthly observed and simulated flows at all sites during the calibration and this is very clear from the statistics that were used in Table

4. In addition, the GLUE method yields the worst simulation results during the calibration period for all the sites Table 4. The p-values for three of the calibrated sites were very low (G1801 (36%), G1820 (20%) and G1826 (32%)). However, the method produced a reasonably good p-factor value when the model was calibrated at G1818 gave 73%. The r-factor values were also very low for G1801, G1820 and G1826 (0.35, 0.37, 0.46 respectively) but it was 0.89 for the G1818 station. When compared to the SUFI-2 and ParaSol algorithms, GLUE produced the lowest R^2 (0.54, 0.51, 0.66) and NSE (0.53, 0.46, 0.62) values at gauges G1801, G1805 and G1826, respectively. However, the method produced a higher R^2 (0.68) and NSE (0.66) at G1818 than produced by SUFI-2.

As illustrated by Yang et al. (2008), in SUFI-2 and GLUE, all source of uncertainty (for example, model structure, observation data error and model input) are captured resulting in a high p-factor value, however ParaSol only deals with the model parameters uncertainty and ignoring other source of uncertainties which lead to low p-factor and too narrow prediction uncertainty band. A higher NSE value using ParaSol and lower values using SUFI-2 and GLUE are due to that, ParaSol based on the Shuffled Complex Evaluation Method-University of Arizona (SCE-UA) is very efficient in detecting the high

objective function in the response surface. However, the global sampling procedure in GLUE is inefficient to locate the maximum or maxima of the objective function, moreover the narrowed parameters range in SUFI-2 decreases the sample size and decreases the exploration of the parameter space.

The vast majority of the parameters which were used for model calibration were in relation to groundwater (baseflow release factors and groundwater delay factors) and surface water which signifies the groundwater component of the water balance in the watershed; this also highlights the fact that the interaction between surface and groundwater plays an important role in the overall dynamics of the watershed. Our results suggested that a single calibration at the watershed outlet can be misleading and requires multisite calibration to capture the heterogeneity of the watershed (in our case different results were obtained when the model was calibrated at G1818 and G1801, for example). Many studies have addressed the multisite calibration of SWAT model (Cao et al. 2006; Qi and Grunwald 2005; White and Chaubey 2005; Zhang et al. 2008; Cho et al. 2013, and Niraula et al. 2012). Cao et al. (2006) suggested that the poor results that are produced from the model when calibrated at a subwatershed level and good prediction ability at a bigger scale is due to the compensation between the differing factors (for example, climate, land cover and soil data) at large scale. As shown from the results provided above, the model has some difficulties simulating the low flow conditions at G1801 and G1820. Although we used the TRMM data as a gridded type of precipitation source to provide the spatial cover over the area of study, there was no climate station close enough to provide the other climate parameters for the contributing area of site G1801. The closest weather station is Kahramanmaras (58 km from the basin) but the station has a gap in the data (from mid-2002 to mid-2007) so that it cannot be used in this study. In general, the model underestimated the high peak flows at all sites and this might be a result of the regulations across the river, reservoirs, lakes and irrigation channels. This inability to capture the peak flows caused a lower NSE. Further inspection of the precipitation data

indicates insufficient rainfall to generate the observed flow. Beside precipitation and other climate data uncertainties, other uncertainties that can impact the calibration are, for example; land use data (with a spatial resolution of 300 m), which we think it doesn't provide enough details about the land use and the changes that has been made since 2009 (the year of our land cover data). Another source of uncertainty is the soil type data. We used the FAO digital soil map of the world which has a spatial resolution of 10 km; this doesn't provide sufficient details about the soil characteristics and channel flow measurements. The Seyhan River, like other rivers in semi-arid regions, is more extreme and less predictable than those in humid regions as a result of the spatial and temporal variation of the flow resulted mainly from climate conditions variations.

Conclusion

The SWAT model was used to investigate the hydrologic component of the Seyhan river basin located in Turkey. The model was calibrated on a monthly basis and the uncertainty analyses were performed using the SWAT-CUP program. The results show that SUFI-2 captured the observations well during the calibration period with a p-value > 90% for gauges G1818, G1801 and G1826 and 62% for G1826. The NSE ranged from 0.52 to 0.67. ParaSol was characterized by lower p-values with a high NSE of 0.74 in the case of G1826. The model was sensitive to the base flow recession constant ALPHA_BF parameter at most of the calibrated locations which shows that more studies of the groundwater and its relation to surface water in the basin are essential. The uncertainty of the simulated flow is due to errors in input data such as rainfall, temperature and the other climate data as these data, except for rainfall, came from stations that are not within the basin boundary except for the Adana station (located downstream) which is not representative to the basin climatic conditions. Other sources of model uncertainty include diversions and regulations for which the impact is not accounted because of upstream dams and reservoirs and irrigation diversion. SWAT model was able to

accurately simulate the surface flow at the studied locations.

Acknowledgment

We would like to thank TUBITAK-BIDEB (The Scientific and Technological Research Council of Turkey-Department of Science Fellowships and Grant Programmes) for their financial support to the second's author fellowship.

References

- Abbaspour, K.C., Faramarzi, M., Ghasemi, S.S. & Yang H., (2009). Assessing the impact of climate change on water resources in Iran. *Water Resour. Res.* 45, 1-16.
- Abbaspour, K.C., Vejdani, M. & Haghghat, S., (2007a). SWATCUP calibration and uncertainty programs for SWAT. In Proc. Intl. Congress on Modelling and Simulation (MODSIM'07), 1603-1609. L. Oxley and D. Kulasiri, eds. Melbourne, Australia: Modelling and Simulation Society of Australia and New Zealand.
- Abbaspour, K.C., Yang, J., Maximov, I., Siber, R., Bogner, K., Mieleitner, J., Zobrist, J. & Srinivasan, R., (2007b). Modelling hydrology and water quality in the pre-alpine/alpine Thur watershed using SWAT., *J. Hydrol.* 333, 413–430.
- Acar, A. & Dincer, I., (2005). Left upstream slope design for the Catalan Dam, Adana, Turkey and its behavior under actual earthquake loading. *Eng. Geol.* 82, 1– 11.
- Akiner, M.E. & Akkoyunlu, A., (2012). Modeling and forecasting river flow rate from the Melen Watershed, Turkey. *J. Hydrol.* 456–457, 121–129.
- Allen, R.G., (1997). Self-Calibrating Method for Estimating Solar Radiation from Air Temperature. *J. Hydrol. Eng.* 2(2), 56-67.
- Allen, R.G., Walter, I.A., Elliot, R.L. & Howell, T.A., (2005). The ASCE Standardized Reference Evapotranspiration Equation. Reston, VA: *American Society of Civil Engineers*.
- Arnold, J.G., Moriasi, D. N., Gassman, P. W., Abbaspour, K. C., White, M. J., Srinivasan, R., Santhi, C., Harmel, R. D., van Griensven, A., M. W., Van Liew, Kannan, N., & Jha, M. K., (2012). SWAT: model use, calibration and validation. *Trans. ASABE*, 55(4), 1491-1508.
- Arnold, J.G., Srinivasan, R., Muttiah, R.S. & Williams, J.R., (1998). Large area hydrologic modeling and assessment. Part I: Model development. *J. Am. Water Resour. As.* 34 (1), 73-89.
- Beven, K. & Binley A., (1992). The future of distributed models – Model calibration and uncertainty prediction. *Hydrol. Process.* 6(3), 279–298.
- Cao, W.Z., Bowden, W.B., Davie, T. & Fenemor, A., (2006). Multi-variable and multi-site calibration and validation of SWAT in a large mountainous catchment with high spatial variability. *Hydrol. Process.* 20, 1057-1073.
- Cho, J., Bosch, D., Vellidis, G., Lowrance, R. & Strickland, T., (2013). Multi-site evaluation of hydrology component of SWAT in the coastal plain of southwest Georgia. *Hydrol. Process.* 27, 1691-1700.
- Di Luzio, M., Srinivasan, R., & Arnold, J.G., (2001). ArcView Interface for SWAT2000 - User's Guide, Blackland Research Center, Texas Agricultural Experiment Station and Grassland, Soil and Water Research Laboratory, USDA Agricultural Research Service, Temple, Texas.
- Douglas-Mankin, K.R., Srinivasan, R. & Arnold, J.G., (2010). Soil and Water Assessment Tool (SWAT) model: Current development and applications. *Trans. ASABE* 53(5): 1423-1431.
- Duan, Q.Y., Sorooshian, S., Gupta, V., (1992). Effective and efficient global optimization for conceptual rainfall-runoff models. *Water Resour. Res.* 28 (4), 1015–1031.
- Duffie, J.A. & Beckman, W.A., (1993). Solar Engineering of Thermal Processes, Wiley, New York, as summarized in Maidment, *Handbook of Hydrology*, pp 919.
- Graham, D.N. & Butts, M.B., (2006). Flexible, integrated watershed modelling with MIKE-SHE. In: Watershed Models (Singh, V.P. & Frevert, D.K. eds.), CRC press, pp. 245-272.

Evaluation of Streamflow Simulation By SWAT Model for The Seyhan River Basin

- Hargreaves, G.H. & Samani, Z.A., (1982). Estimating Potential Evapotranspiration. *J. Irrig. Drain. Eng.* 108(3), 223-230.
- Huffman, G.J., Bolvin, D.T., Nelkin, E.J. & Wolff, D.B., (2007). The TRMM Multisatellite precipitation Analysis (TMPA): Quasi-Global, Multiyear, Combined-Sensor Precipitation Estimates at Fine Scales. *J. Hydrometeorol.* 8, 38-55.
- Hydrologic Engineering Center (HEC-1), 1981. Development of a knowledge-based expert system for water resource problems. Final report, SRI project 1619, SRI international, California.
- Irvem, A., Topaloglu, F. & Uygur, V., (2007). Estimating spatial distribution of soil loss over Seyhan River Basin in Turkey. *J. Hydrol.* 336, 30–37.
- Lin, Z. & Radcliffe, D.E., (2006). Automatic calibration and predictive uncertainty analysis of a semi distributed watershed model. *Vadose Zone J.* 5:248-260.
- Luo, P., Takara, K., He, B., Cao, W., Yamashiki, Y. & Nover, D., (2011). Calibration and uncertainty analysis of SWAT model in a Japanese river catchment. *J. Jpn. Soc. Civil Eng., Ser.B1 Hydraulic Engineering*, Vol. 67, No. 4, I:61-I:66
- Moriasi, D.N., Arnold, J.G., van Liew, M.W., Bingner, R.L., Harmel, R.D. & Veith, T.L., (2007). Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. *Trans ASABE*, 50(3), 885–900.
- Nash, J.E., Sutcliffe, J.V., (1970). River flow forecasting through conceptual models. Part 1: discussion of principles. *J. Hydrol.* 10: 282–290.
- Niraula, R., Norman, L.M., Meixner, T. & Callegary, J.B., (2012). Multi-gauge Calibration for modeling the Semi-Arid Santa Cruz Watershed in Arizona-Mexico Border Area Using SWAT. *Air, Soil Water Res.* 5, 41–57
- Qi, C. & Grunwald, S., (2005). GIS-based hydrologic modeling in the Sandusky watershed using SWAT. *Trans. ASAE*, 48, 1,169-180.
- Rostamiani, R., Jaleh, A., Afyuni, M., Mousavi, S.F., Heidarpour, M., Jalalian, A. & Abbaspour K.C., (2008). Application of a SWAT model for estimating runoff and sediment in two mountainous basins in central Iran. *Hydrol. Sci. J.* 53(5), 977-988.
- Schuol, J., Abbaspour, K.C., Yang, H., Srinivasan, R. & Zhender A.J.B., (2008). Modeling blue and green water availability in Africa. *Water Resour. Res.* 44(W07406), 1-18
- Setegn, S.G., Srinivasan, R., Melesse, A.M. & Dargahi, B., (2010). SWAT model application and prediction uncertainty analysis in the Lake Tana basin, Ethiopia. *Hydrol. Process.* 24,357-367.
- Singh V., Bankar, N., Salunkhe, S.S., Bera, A.K. & Sharma J.R., (2013). Hydrological stream flow modelling on Tungabhadra catchment: parameterization and uncertainty analysis using SWAT CUP. *Curr. Sci.* 104 (9), 1187-1199.
- Sugawara, M., Ozaki, E., Watanabe, I. & Katsuyama, Y., (1974). Tank model and its application to Bird Creek, Wollombi Brook, Bikin River, Kitsu River, Sanga River. Research Note, National Research Centre for Disease Prevention, No. 11, Kyoto, Japan, 1-64.
- Tuppad, P., Douglas-Mankin K. R., Lee T, Srinivasan R, & Arnold J.G., (2011). Soil and Water Assessment Tool (SWAT) hydrologic/water quality model: Extended capability and wider adoption. *Trans. ASABE* 54(5): 1677-1684.
- van Griensven, A. & Bauwens, W., (2003). Multiobjective autocalibration for semidistributed water quality models. *Water Resour. Res.*, 39(12), 1348, doi:10.1029/2003WR002284.
- van Griensven, A. & Meixner, T., (2006). Methods to quantify and identify the sources of uncertainty for river basin water quality models. *Water Sci.Technol.*, 53(1), 51–59.
- Van Liew, M.W., Veith, T.L., Bosch, D.D. & Arnold J.G., (2007). Suitability of SWAT for the Conservation Effects Assessment Project: Comparison on USDA Agricultural Research Service Watersheds. *J. Hydrol. Eng.* 12 (2), 173-189.

Evaluation of Streamflow Simulation By SWAT Model for The Seyhan River Basin

- Vrugt, J.A., Gupta, H.V., Bouten, W. & Sorooshian, S., (2003). A Shuffled Complex Evolution Metropolis algorithm for optimization and uncertainty assessment of hydrologic model parameters. *Water Resour. Res.*, 39(8), 1201, doi: 10.1029/2002WR001642.
- White, K.L. & Chaubey, I., (2005). Sensitivity analysis, calibration, and validations for a multisite and multivariable SWAT model. *J.Am.Water Resour. Ass.*41, 1077-1089.
- Winchell, M., Srinivasan, R., Di Luzio, M. & Arnold, J.G., (2007). Arc-SWAT interface for SWAT2005 - User's guide, Blackland Research Center, Texas Agricultural Experiment Station and Grassland, Soil and Water Research Laboratory, USDA Agricultural Research Service, Temple, Texas.
- Yang, J., Reichert, P., Abbaspour, K.C., Xia, J. & Yang, H., (2008). Comparing uncertainty analysis techniques for a SWAT application to the Chaohe Basin in China. *J. Hydrol.* 358, 1– 23
- Zhang, X., Srinivasan, R., Van Liew, M., (2008). Multi-site calibration of the SWAT model for hydrologic modeling. *Trans. ASABE*, 51, 2039-2049.



Bitkisel Protein Kaynakları

Miray ÇETİNER^{1*}, Seda ERSUS BİLEK¹

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bornova, İzmir

Özet

Proteinler büyüme, gelişme, hücrelerin onarımı ve sağlıklı yaşam için gerekli olan besin öğelerindedir. Dünya üzerindeki nüfus artışıyla beraber, mevcut protein kaynakları zamanla azalmakta ve dolayısıyla yeni alternatif protein kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bitkisel protein kaynakların zengin besleyici içeriğine sahip olması, vegan, vejeteryan gibi özel tüketici grupları tarafından tercih edilmesi, ucuz ve kolay ulaşılabilir olması, bitkisel proteinlerin gıda uygulamalarında kullanılması için iyi bir alternatif kaynak olmasını sağlamıştır. Bitkisel proteinler yağlı tohumlar, tahıllar, bakliyatlar ve yeşil sebzeler olmak üzere geniş kaynak çeşitliliğine sahiptir. Bu bitkisel protein kaynaklarından elde edilen protein izolatları ya da konsantreleri, gösterdiği fonksiyonel özelliklere göre gıda uygulamalarında kullanılabilir. Bu derleme kapsamında tahıl, yağlı tohumlar, bakliyatlar ve yeşil sebzeler gibi bitkisel protein kaynakları hakkında bilgiler verilmiş, protein içeriğinden, amino asit diziliminden ve fonksiyonel özelliklerinden bahsedilmiştir.

Anahtar kelimeler: Bitkisel protein, protein kaynakları, tahıllar, bakliyat, yağlı tohumlar

Plant Protein Sources

Abstract

Proteins are one of the essential nutrient for growth, cell reparation and healthy living. However, with increasing populations, existing protein sources decrease over time, thus alternative protein sources are needed. Plant protein resources are great resources for food applications due to their rich nutritional content, cheapness, easy to access and to be preferred by special consumers such as vegans, vegetarians. Plant proteins have a wide variety of sources, including oilseeds, grains, pulses and green vegetables. Protein isolates or concentrates obtained from these protein sources can be used in food applications according to their functional properties. This review contains information about plant sources such as grains, oilseeds, legumes and green vegetables, and their protein content, amino acid composition and functional properties.

Keywords: Plant protein, protein sources, grains, pulses, oilseeds

Giriş

Son yıllarda hızla artan nüfusla birlikte, dünyanın gıda ihtiyacının karşılanabilmesinde zorluklar karşımıza çıkmaktadır. Özellikle büyüme, gelişme, hücrelerin onarımı ve sağlıklı yaşam için gerekli olan protein kaynakları gün geçtikçe azalmakta ve bu durum yeni alternatif protein kaynaklarına duyulan talebin artmasına neden olmaktadır.

Günümüze kadar protein ihtiyacı daha çok hayvansal proteinden karşılanırken son yıllarda

obezitenin, hayvansal kaynaklı hastalıkların ve antibiyotik ile beslenmiş hayvanların artması nedeniyle bitkisel proteinlere olan ihtiyaç artış göstermektedir. Ayrıca et fiyatlarındaki artış da insanların bu kapsamdaki tüketimini sınırlandırmaktadır (Aiking, 2011). Hayvansal protein kaynakları yüksek ve kaliteli protein içermesi dışında, çok sık tüketildiğinde kalp ve damar rahatsızlıkları, kanser gibi hastalıkların oluşmasına neden olan kolesterol ve doymuş yağ asidi gibi bileşenleri yüksek oranda içermektedir. Bu durum, iyi beslenme bilincinin

Bitkisel Protein Kaynakları

yaygınlaşmasına ve böylece bitkisel proteinlere olan yönelimin artmasına neden olmuştur. Ayrıca vegan ve vejetaryen gibi özel tüketici gruplarının tercih ettiği bitkisel proteinlerin, daha ucuz olması ve geniş kaynak çeşitliliğine sahip olması, bitkisel proteinlerin gıda uygulamalarında kullanılabilmesi için alternatif bir protein kaynağı olmasını sağlamıştır (Asgar ve ark., 2010).

Bitkisel proteinler genel olarak depo proteinleri olarak adlandırılmaktadır. Depo proteinleri bitki fizyolojisi ve metabolizmasına etki etmekte ve ayrıca bitkisel protein kaynakların besleyici değerlerini ve fonksiyonel özelliklerini de belirlemektedir (Saldamlı ve Temiz, 2017). Bununla birlikte bitkisel proteinler gıda uygulamalarında kullanılmak üzere protein izolatu (protein içeriği %90 ve üzeri) veya konsantresi (protein içeriği %48–70) olarak üretilmektedir (Sari ve ark., 2015a; Moure ve ark., 2006). Bu bitkisel protein kaynaklarından ticari olarak üretilenler genellikle yağlı tohumlar, tahıllar ve bakliyatlardır (Asgar ve ark., 2010). Bunlar dışında yeşil yapraklı sebzelerin de yüksek oranda protein içermesi ve besleyici değerlerinin yüksek olması önemli bir bitkisel protein kaynağı olmasını sağlamıştır. Ancak ticari olarak üretilip gıda formülasyonlarında kullanılabilmesi için araştırmaların yaygınlaştırılması gerekmektedir (Shen ve ark., 2008).

Buna ek olarak et, süt ve yumurta gibi protein kaynakların üretimi için gerekli hayvan üretiminin çevreye olan birçok olumsuz etkisi vardır. Yapılan çalışmalar hayvan sayısının artması iklim değişikliğini önemli miktarda etkileyen sera gazı salınımının artışına neden olduğunu göstermektedir. Ayrıca, bu tür hayvansal proteinlerin üretimi sırasında harcanan enerji ve su miktarı bitkisel protein üretimi için harcanan enerji ve su miktarından oldukça fazladır (González ve ark., 2011; Asgar ve ark., 2010).

Bitkisel proteinlerin yukarıda bahsedilen avantajları olmasına rağmen günümüzde gıda formülasyonlarında kullanımı kısıtlıdır. Bu durumun nedenleri; bitkisel protein kaynaklarının besleyici olmayan bileşenler içermesi (tanenler, fitik asitler, tripsin inhibitörleri, oligosakkaritler vb.), hayvansal proteinlere göre daha zayıf amino asit çeşitliliği göstermesi, sindirilebilirliğinin ve fonksiyonel özelliklerinin yeterince iyi olmamasıdır (Moure ve ark., 2006; Day, 2013). Fakat bu durum, yapılan bilimsel araştırmalar ışığında farklı bitkisel protein kaynaklarının ürünlerde aynı anda kullanılması, uygun ön işlemler, doğru ekstraksiyon yöntemi ve koşullarının belirlenmesi ile iyileştirilebilmektedir (Day 2013). Dolayısıyla bitkisel proteinlerin ticari olarak üretilip gıda formülasyonlarında kullanılabilmesi için araştırmaların yaygınlaştırılması gerekmektedir (Shen ve ark., 2008).

Bu derlemede bitkisel protein kaynakların protein içeriği, amino asit kompozisyonları, fonksiyonel özellikleri ve gıda formülasyonlarında kullanımı hakkında bilgiler verilmiştir.

Bitkisel Protein Kaynakları

Yağlı Tohumlar

Son yıllarda proteine olan ihtiyacın artmasıyla yüksek miktarda protein içeren yağlı tohumların üretilmesi daha çok önem kazanmıştır (OECD/FAO, 2016). Bununla birlikte 2017/2018 yılında üretimi 578.554 milyon tonu bulan yağlı tohumlardan en çok üretilenlerden soya fasulyesi, kolza tohumu, pamuk tohumu, ayçiçeği çekirdeği ve yer fıstığı yüksek miktarda protein içeren yağlı tohumlardır (Anon., 2018a). Çizelge 1’de bazı yağlı tohumların ve onların küspelerinin protein oranları verilmektedir.

Bitkisel Protein Kaynakları

Çizelge 1. Bazı yağlı tohumların protein içerikleri

Hammadde	Protein içeriği (%)	Kaynak
Soya fasulyesi	40	Preece ve ark.,2017
Soya küspesi	50	Preece ve ark., 2017
Kolza/Kanola	17–36	Manamperi ve ark., 2007; Ivanova ve ark., 2016
Kolza/Kanola küspesi (yağsız)	36–40	Karaca ve ark., 2011; Wanasundara ve ark., 2016; Ivanova ve ark., 2016
Keten tohumu	18–25	Hall ve ark., 2006; Mueller ve ark.,2010
Keten tohumu küspesi (yağsız)	25–41	Tirgar ve ark., 2017; Mueller ve ark., 2010; Karaca ve ark., 2011
Pamuk tohumu küspesi (yağsız)	55–60	Ma ve ark., 2018
Yer fıstığı unu (yağsız)	47–55	Gong ve ark., 2016
Çiya tohumu	19–23	Sandoval—Oliveros ve Paredes—López., 2012
Susam	23–25	Hassan ve ark., 2018
Susam küspesi (yağsız)	50	Achouri ve ark., 2012
Ayçiçek küspesi	40	González—Pérez ve Vereijken, 2007

Yağlı tohumlardan protein eldesinde en önemli zorluk tohumların oligosakkaritler, tripsin inhibitörleri, fitik asit ve tanenler gibi besleyici olmayan bileşenler içermesidir. Bu bileşenler protein çözünürlüğüne de etki etmekte ve protein ekstraksiyonunu zorlaştırmaktadırlar. Bu nedenle bu tohumların gıda formülasyonlarında kullanılabilmesi için ön işlemlerden geçirilmeleri gerekmektedir. Özellikle yağ uzaklaştırma işlemi yüksek verimde protein eldesi için önemlidir ve bunun için genellikle çözgen ekstraksiyon yöntemi kullanılmaktadır (Moure ve ark., 2006). Yağ ekstraksiyonu için çözgen olarak hekzan ve alkol gibi organik çözücüler yaygın olarak kullanılmaktadır. Fakat bu çözücülerin kullanıldığı geleneksel yöntemde, uçucu gazların emisyonuna ve dolayısıyla hava kirliliğine neden olduğundan dolayı yeni alternatif yeşil teknoloji olarak adlandırılan yöntemler araştırılmaktadır. Sulu ekstraksiyon yöntemi enzim kullanılarak ya da kullanılmayarak, hücre duvarındaki polisakkaritlerin hidrolize olmasını sağlayarak hem yağın ekstraksiyonunu artırmakta hem de proteinin besleyici ve fonksiyonel özelliklerini geliştirmektedir (Rosenthal ve ark., 1996).

Yağlı tohumlar yüksek yağ içeriğinden dolayı daha çok yağ endüstrisinde kullanılmaktadır. Tohumlardan yağ ekstraksiyonu gerçekleştirildikten sonra geriye kalan küspe ise

yüksek miktarda protein içermekte olup çoğunlukla protein izolatu ya da konsantresi üretiminde kullanılmaktadır (Kumar ve ark., 2000). Genellikle yağlı tohumlardan protein ekstraksiyonu yıkama, kurutma, kabuklarından ayırma, yağ ve istenmeyen bileşenleri çözgen yardımıyla uzaklaştırma ve daha sonra kurutup parçalanarak un haline getirilmesi şeklinde gerçekleştirilir. Yağlı tohumlardan protein izolatları genellikle alkali ekstraksiyon yöntemi (pH 9–11) ile ekstrakte edildikten sonra proteinlerin izoelektrik noktasında çöktürülmesi ardından santrifüj ile ayrılmasıyla elde edilir (Preece ve ark., 2017; Kumar ve ark., 2000, Moure ve ark., 2006; Ghodsvali ve ark., 2005). Amfoterik karaktere sahip olan proteinlerin, pozitif ve negatif yüklerinin eşit olduğu izoelektrik noktasında (pH: 4–5) çözünürlükleri düşüktür ve çökme eğilimindedirler (Saldamlı ve Temiz, 2017). Bundan dolayı asidik koşullarda (pH: 4–5) gerçekleştirilen protein ekstraksiyonu verimli olmamaktadır. Buna karşılık alkali koşulların (pH: 9–11) ise hem hücre duvarını parçalayarak hem de protein çözünürlüğüne etki ederek protein ekstraksiyonunu arttırdığı çalışmalarda belirtilmiştir. Sari ve arkadaşları (2013) pH değerinin protein ekstraksiyonuna etkisi ile ilgili yaptığı bir çalışmada kolza tohumu ve soya fasulyesi küspesi ile çalışılmış ve asidik koşullarda gerçekleştirilen

Bitkisel Protein Kaynakları

ekstraksiyon ile kolza tohumunda bulunan proteinin sadece %15' i, soya fasulyesi küspesinde bulunan proteinin ise %17'si ekstrakte edilebilmiştir. Alkali ekstraksiyon (pH: 9–11) gerçekleştirildiğinde ise protein veriminin kolza tohumunda %30 soya fasulyesi küspesinde %80 'e kadar arttığı tespit edilmiştir.

Soya Fasulyesi Tohumu

Bitkisel proteinler içerisinde ticari olarak en çok üretim ve tüketime sahip olan soya proteinleridir. Bunun başlıca sebepleri ise soya fasulyesi tohumunun %40 gibi yüksek bir oranda protein içeriğine sahip olması, ekonomik ve ulaşılabilir olması, emülsiyon ve doku oluşturma gibi fonksiyonel özelliklerinin yüksek olmasıdır (Endres, 2001; Nilüfer ve Boyacıoğlu, 2006). Soya fasulyesinin yağ ekstraksiyonundan geriye kalan küspesi daha çok havyan yemi endüstrisinde kullanılmaktadır. Bir kısmı ise soya unu, soya sütü, tofu, soya protein konsantresi ve izolatu elde etmek üzere işlenmektedir (Day, 2013). Soya proteini glisinin (11S) ve β - konglisinin (7S) olmak üzere iki ana depo proteinleri içermektedir. Bu proteinler buldukları gıdaların viskozitesini, fiziksel özelliklerini ve fonksiyonel özelliklerini etkilemektedirler (Murphy, 2008). Soya protein izolatları özellikle bebek mamalarında, et ve süt ürünlerinde fonksiyonel bileşen olarak kullanılmaktadırlar (Endres, 2001). Soya proteinin yukarıda değindiğimiz olumlu özellikleri dışında birçok olumsuz özelliği de bulunmaktadır. Soya ve ürünlerinde başta gluten olmak üzere 15 adet majör alerjen protein olması bu olumsuz özelliklerden biridir (Ogawa ve ark., 2000). Ayrıca soya proteinlerin içeriğindeki fitat sebebiyle demir absorpsiyonunu engellemesi soya ve ürünlerin kullanımını kısıtlamış, başka protein kaynakların arayışına neden olmuştur (Hurrell ve ark., 1992).

Kolza/ Kanola Tohumu

Kolza/ kanola tohumu, soya tohumundan sonra dünyada en çok üretilen ikinci yağlı tohumdur. (Anon., 2018a). Kanola tohumu, kolza tohumun içeriğinde bulunan ve canlılar için zararlı olan erüsik asit ve glukosinolat bileşenlerin oranlarının azaltılmasıyla ıslah edilmiş halidir. İki tohum da yüksek oranlarda (%45–50) yağ

içermesinden dolayı daha çok yağ endüstrisinde kullanılmaktadırlar. Yağ ekstraksiyonundan sonra geriye kalan kolza/kanola küspesi ise %30-40 protein içermektedir ve daha çok hayvansal yem endüstrisinde kullanılmaktadır (Schmidt ve ark., 2004). Protein konsantrelerinin ya da izolatların çözünürlük, yağ, su tutma, emülsiyon ve jel oluşturma gibi fonksiyonel özellikleri proteinlerin gıda formülasyonlarında kullanılabilirliği hakkında bilgi vermektedir (Yoshie—Stark ve ark., 2008). Kolza/kanola küspelerin fonksiyonel özellikleri de birçok bilimsel araştırmaların konusu olmuş, gıda formülasyonlarında uygunluğu incelenmiştir. Khattab ve Arntfield (2009)'ın yaptığı bir çalışmada, kanola küspesinin emülsiyon, jel oluşturma ve köpürme özelliklerinin soya ve keten tohumu küspelerinde daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada ise, sosis yapımında kazein yerine kolza protein konsantresi eklenmiş ve kolza protein konsantresinin, sosisin lezzetini, dokusunu ve aromasını geliştirdiği duyusal analizlerle ortaya koyulmuştur (Yoshie—Stark ve ark., 2008). Kanola proteinleri dört ana gruba ayrılmaktadırlar. Bunlar; albüminler (suda çözünür), globülinler (tuzlu çözeltilerde çözünür), prolaminler (etanolde çözünür) ve glutelinlerdir (su, tuz ve etanolde çözünür olmayan) (Aider ve Barbana, 2011). Toplam proteinin %60'ını oluşturan cruciferin (12S globülin) ve napin (2S albümin) ise kanola tohumunda bulunan iki ana depo proteindir. Napin, düşük molekül ağırlığına sahip yüksek köpürme özelliği gösterirken, yüksek molekül ağırlığında cruciferin ise doğal formunda iyi bir jelleştiricidir (Schmidt ve ark., 2004; Ghodsvali ve ark., 2005). Kanolada bulunan bir diğer ana protein oleosin ise toplam proteinin %2-8'ini içeren yağ zincirleriyle ilişkili yapısal bir proteindir (Ghodsvali ve ark., 2005). Kolza/kanola tohumunda büyük oranda tanenler ve fitik asitler gibi fenolik bileşikler bulunmaktadır. Bu bileşenler kolza/kanola tohumunun fizikokimyasal özelliklerini, sindirilebilirliğini ve fonksiyonel özelliklerini olumsuz etkileyerek gıda formülasyonlarında kullanımını kısıtlamaktadır (Wu ve Muir, 2008; Von Der Haar ve ark., 2014; Rodrigues ve ark., 2012). Bununla birlikte kolza tohumu protein

Bitkisel Protein Kaynakları

konsantresi ve izolatının ticari olarak kullanılabilmesi ve tüketilebilmesi için bu bileşenlerin azaltılması veya uzaklaştırılması önem arz etmektedir (Tan ve ark., 2011).

Soya fasulyesi ve kolza tohumu dışında birçok yağlı tohum yüksek miktarda ve yüksek kalitede protein içermektedir. Bunlardan keten tohumu, ayçiçek ve hindistan cevizi gibi tohumlar iyi birer protein kaynağı olsalar bile bu proteinlerin düşük fonksiyonel özellik göstermesinden dolayı gıda formülasyonlarında kullanımı sınırlıdır (Malik ve Saini, 2017; Kaushik ve ark., 2016). Buna rağmen insan beslenmesinde önemli bir yeri olan yağlı tohumlar önemli bir bitkisel protein kaynağıdır ve ticari üretimi artırılmalı, gıda uygulamalarında kullanımı ile ilgili araştırmalar yaygınlaştırılmalıdır.

Tahıllar

Tahıllar, yağlı tohumlar ile karşılaştırıldığında kuru madde üzerinden %10–12 oranında daha az protein içerirler (Çizelge 2). Fakat, üretimleri 2018 yılında 2586.2 milyon tonu bulan tahıllar insan beslenmesi için 200 ton protein ihtiyacını karşılayabilmektedir (Anon., 2018b). Bununla birlikte yüksek besleyici değerleri olan tahıl proteinleri aynı zamanda gıda endüstrisinde büyük öneme sahiptir. Özellikle buğdayda bulunan gluten, insanlar tarafından sıklıkla tüketilen bir gıda olan ekmeğin yapımında etkili olan önemli bir tahıl proteindir (Shewry ve Halford, 2002).

Çizelge 2. Bazı tahılların protein içerikleri

Ham madde	Protein içeriği %	Kaynak
Buğday unu	10–15	Gammoh ve ark., 2018
Buğday	9–14	Olgun ve ark., 2013
Pirinç kepeği	9–15	Wang ve ark., 2017a; Kaewka ve ark., 2009
Yulaf	12–25	Ercili—Cura ve ark., 2015; Mohamed ve ark., 2009

Tahıllar, yüksek oranda nişasta içerdiklerinden dolayı ticari olarak daha çok nişasta üretiminde hammadde olarak kullanılmaktadır. Fakat, yüksek kalitede amino asitleri içeren tahıl proteinlerin fonksiyonel özelliklerinin de yüksek olmasından dolayı bu proteinlerin gıda

formülasyonlarında kullanılabilmesi için araştırmalar yapılmaktadır. Tahıl proteinleri kükürt içeren amino asitler açısından çok zengindir ve bu amino asitler disülfid çapraz bağlarının oluşumuna neden olmakta, bu durum da proteinlerin suda çözünürlüğünü azaltmaktadır (Sari ve ark., 2015a; Saldamlı ve Temiz, 2017). Ancak alkali ile muamele edilerek bu bağlar kırılabilen ve proteinin suda çözünürlüğü artırılabilir (Hamada J. S., 1997). Ayrıca alkali, önemli bir tahıl amino asidi olan glutamini deamidasyona uğratarak negatif yüklü amino asit sayısını arttırmakta ve böylece proteinin suda çözünürlüğünün artmasını sağlamaktadır (Sari ve ark., 2015b).

Pirinç Kepeği

Proteinlerin büyük bir kısmı tahılların çekirdek bölümünde bulunmaktadır. Fakat, tahılların kabuk ve kepek gibi diğer bölümlerinden de protein elde etmek mümkündür (Sari ve ark., 2015a). Protein oranı %12–15 olan pirinç kepeği, pirincin işlenmesi sırasında elde edilen bir yan üründür. Her ne kadar ticari olarak üretilmese de pirinç kepeğinden elde edilen protein yüksek fonksiyonel özellik göstermektedir (Fabian ve Ju, 2011; Jiamyangyuen ve ark., 2005; Wang ve ark., 1999). Pirinç kepeği proteinleri albumin, globülin, glutelin ve prolamin olmak üzere dört grupta incelenmektedir (Phongthai ve ark., 2018). Pirinç kepeğinde bulunan bu protein fraksiyonları pirincin çeşidine ve ekstraksiyon koşullarına bağlı olarak farklı fonksiyonel özellik gösterebilmektedir (Zhao ve ark., 2012; Cao ve ark., 2009). Bünyesinde bulunan glutelinin, agredasyonu ve disülfür bağları üzerinden çapraz bağlanması nedeniyle, pirinç kepeği suda düşük çözünürlük göstermektedir. Fakat yüksek asidik ve bazik koşullar, glutelinin agregatlarının ayrışmasını sağlamak ve böylece çözünürlüğünü arttırmaktadır (Amagliani ve ark., 2017). Bununla birlikte pirinç kepeği proteini yüksek kalitede ve hypoalerjenik olmasından dolayı bebek mamalarında da sıklıkla kullanılmaktadır. Ayrıca, bu proteinlerin biyoaktif özellikleri birçok çalışmada incelenmiş ve proteinin özel peptit fraksiyonları ve hidrolizatlarının antioksidatif, antiobezite, antihipertansif gibi

yüksek biyolojik ve fonksiyonel özellikler gösterdiği çalışmalarda belirtilmiştir (Wang ve ark., 2017b; Phongthai ve ark., 2018; Cheetangdee ve Benjakul 2015; Fang ve ark., 2017; Yan ve ark., 2015).

Buğday

Önemli bir tahıl olan buğday, dünyada hem insan tüketimi için hem de hayvan yemi için en çok kullanılan tahıldır (Caporaso ve ark., 2018). Özellikle vitamin ve mineraller gibi besleyici bileşenler bakımından zengin olan buğday ayrıca iyi bir protein kaynağıdır. Buğdayın protein içeriği türüne göre farklılık göstermekle birlikte %9–14 arasında değişmektedir (Olgun ve ark., 2013). Buğday proteinleri gluten, gliadin, albümin/globülin olmak üzere üç grupta incelenmektedir (Guo ve ark., 2018). Bunlardan gluten, toplam buğday proteininin %80–85'ini oluşturmakla birlikte ekme, makarna ve erişte gibi birçok ürünün işlenmesi için gerekli olan hamurun yapışkan ve viskoelastik gibi özelliklerini vermektedir (Wang ve ark., 2017a; Guo ve ark., 2018; Geisslitz ve ark., 2018; Gammoh ve ark., 2018). Fakat çölyak hastalığı, gluten alerjisi ve çölyak olmayan gluten duyarlılığı gibi glutenle ilişkili hastalıkların son zamanlarda sık görülmesi ile birlikte glutenin alerjenik etkisini azaltmaya yönelik çalışmalara daha çok önem verilmekte ve çalışmalar bu yönde gelişmektedir (Elli ve ark., 2015; Gammoh ve ark., 2018).

Yulaf

İçeriğinde bulunan diyet lifi, lipitler, vitaminler ve antioksidanlar sebebiyle diğer birçok tahıldan daha çok besleyici olan yulaf, gluten içermemesiyle çölyak hastaları için de uygun bir protein kaynağıdır (Mäkinen ve ark., 2016; Ercili—Cura ve ark., 2015). Özellikle bünyesinde bulunan β -glukanın kolesterol düşürücü etkisinin olması, tip 2 diyabet ve kalp rahatsızlıkları gibi kronik hastalıkların riskini azaltması yulafın insan beslenmesindeki önemini arttırmaktadır (Mäkinen ve ark., 2016; Wu ve ark., 2015). Bunun yanı sıra %15–20 protein oranıyla tüm tahıllar arasında en yüksek protein içeriğine sahip olan yulaf ayrıca besleyici olmayan bileşenler içermemesiyle de son zamanlarda çokça tüketilen bir protein

kaynağı olmuştur (Zhao ve ark., 2017). Yulaf proteinleri albümin, glutenin, prolamin ve globülin olmak üzere dört fraksiyondan oluşmaktadır (Ma ve Harwalkar, 1984). Bu protein fraksiyonlarının büyük bir kısmını içeren globülin (%80), yulaf proteinlerinin düşük çözünürlük göstermesine neden olmakta ve bu durum yulaf proteinin gıda formülasyonlarında kullanımını kısıtlamaktadır (Mäkinen ve ark., 2016; Ma ve Harwalkar, 1984). Yulaf proteinin fonksiyonel özelliklerini geliştirmek ve gıda formülasyonlarında kullanımını yaygınlaştırmak için birçok çalışma yapılmaktadır. Guan ve arkadaşları (2007) yulaf protein konsantrilerini tripsin enzimi kullanarak elde etmiş, çalışma sonunda ise yulaf proteinin su tutma kapasitesinin, emülsiyon aktivitesinin ve köpürme özelliklerinin arttığı gözlemlenmiştir. Başka bir çalışmada ise yulaf proteinlerinin deamidasyonu sağlanarak negatif yüklü aminoasit sayısı artırılmış, proteinlerin çözünürlüğü, emülsiyon aktivitesi ve bağlayıcı özellikleri büyük ölçüde geliştirilebilmiştir (Jiang ve ark., 2015). Yulaf protein konsantrileri ve izolatların uygulanma alanı daha çok unlu mamullerdir (Mäkinen ve ark., 2016). Özellikle yulaf proteinin glutensiz ekme üretiminde kullanımı her ne kadar zorlayıcı olsa da fiziksel, kimyasal ve enzimatik modifikasyonlarla bu mümkün olabilmektedir (Flander ve ark., 2011; Hager ve ark., 2014; Renzetti ve ark., 2010). Ticari olarak yeni üretilmeye başlanan yulaf proteini besleyici bileşenleriyle kaliteli bir bitkisel protein olmakla birlikte fonksiyonel özellikleri bilimsel çalışmalarla geliştirilmeli ve yulaf protein uygulamaları daha da yaygınlaştırılmalıdır (Mäkinen ve ark., 2016).

Bakliyatlar

Alternatif bitkisel protein kaynağı olan bakliyatlar (bezelye, nohut, bakla, mercimek vb.) ise %20–30 protein oranıyla tahıllardan daha zengin protein içeriğine sahiptirler (Çizelge 3). Fakat, dünya genelinde tahılların üretimi bakliyatlardan daha fazla olduğundan dolayı, tahıllardan bakliyatlara göre daha çok protein sağlanmaktadır (Shewry ve Halford, 2002).

Çizelge 3. Bazı bakliyat çeşitlerinin protein içerikleri

Bitkisel Protein Kaynakları

Hammadde	Protein içeriği (%)	Kaynak
Bezelye	23–31	Lam ve ark., 2018
Mercimek	21–31	Urbano ve ark., 2007
Mercimek unu	23	Ko ve ark., 2017
Nohut	20	Rincón ve ark., 1998
Acı bakla	35–40	D'Agostina ve ark., 2006

Bununla birlikte bakliyat proteinleri yüksek miktarda lizin, lösin, aspartik asit, glutamik asit ve arjinin içermesiyle dengeli bir amino asit profili sergilemektedir (Miñarro ve ark., 2012). Ayrıca kilo kontrolünü sağlama, kalp rahatsızlıkları ve kanser riskini azaltma gibi insan sağlığına yararlı etkileri olan bakliyatlar önemli birer besin kaynağıdır (Becerra—Tomás ve ark., 2018; Rebello ve ark., 2014; Duranti, 2006).

Bakliyat grubu içinde bulunan proteinlerin büyük bir çoğunluğu albümin, globülin ve glutelin olmak üzere çekirdek kısmında bulunan depo proteinleridir. Visilin ve legumin, bakliyatlarda bulunan iki baskın globülin olmakla birlikte her ikisi de farklı aminoasit profiline, boyutuna ve yapıya sahip olduğundan benzersiz fonksiyonel özellik göstermektedirler (Roy ve ark., 2010). Beslenme açısından bakliyat depo proteinleri metiyonin, sistein, triptofan gibi kükürt içeren amino asitleri düşük oranda içermektedir. Buna karşılık lizin içeriği ise tahıl ürünlerine kıyasla oldukça yüksektir. Bu nedenle, bakliyatların ve tahılların birlikte tüketilmesi doğru beslenme için gerekli olan tüm zorunlu amino asitlerin birlikte alınmasını sağlamaktadır (Duranti, 2006).

Bezelye

Bakliyatlarda ticari olarak en çok kullanılan bitkisel protein bezelye proteinidir. Yetiştirilebilir alanın geniş olması ve kabuğunun kolayca ayrılabilmesi bu durumun nedenlerindedir (Day, 2013). Bezelye, protein ve karbonhidrat bakımından zengin olmakla birlikte nispeten yüksek konsantrasyonda çözünür olmayan diyet lifi ve düşük oranda yağ içermektedir. Bezelyede bulunan toplam

proteinlerin %65–80' ini oluşturan legumin (11S globülin) ve visilin (7S globülin) bezelyede bulunan iki ana depo proteinleridir ve yüksek emülsifiye edici özellik göstermektedirler (Liang ve Tang, 2013). Bezelye proteinleri, gösterdiği yüksek fonksiyonel özelliklerinden dolayı tahıl ürünleri, unlu mamuller, bebek mamaları, makarna, et ve deniz ürünleri olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır (Sandberg, 2011). Morales—Polanco ve arkadaşları (2017) yaptığı bir çalışmada yulaf ve bezelye protein izolatu içeren krakerler üretilmiş ve üretilen krakerlerin ticari olarak üretilen krakerlere kıyasla, daha yüksek oranda besleyici içeriğe sahip olduğu bildirilmiştir. Ayrıca yapılan analizler sonucunda üretilen krakerlerin dokusal özelliklerin, ticari olarak üretilen krakerlerden daha iyi olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak sahip olduğu amino asit kompozisyonu ve kabul edilebilir fonksiyonel özellikleri nedeniyle bezelye, gıda ürünlerinin zenginleştirilmesi için kullanılabilen bir alternatif bitkisel protein kaynağıdır (Tömösközi ve ark., 2001).

Nohut

Bir başka önemli bakliyat olan nohut, ticari olarak dünya çapında kabulü ve desisi olmak üzere iki çeşitte üretilmektedir. Desi nohut küçük, koyu renkte ve düzensiz şekilde tohum kabuğuna sahipken, kabulü nohut, desisi nohutundan daha büyük ve açık renktedir. Her iki çeşidi de yüksek oranda protein, düşük oranda yağ ve sodyum içermektedir. Bununla birlikte bünyesinde diyet lifi ve kompleks karbonhidrat bulunan nohut, aynı zamanda yüksek oranda vitamin ve mineral (kalsiyum, fosfor, demir, magnezyum) içermektedir (Roy ve ark., 2010). Ayrıca nohut proteininin bünyesinde bulunan biyoaktif peptitlerin yüksek antioksidan ve anjiyotensin dönüştürücü enzim (ADE) aktivitesine sahip olduğu yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Xue ve ark., 2015; Otağ ve Hayta, 2016). Nohutun yüksek besleyici değeri ile birlikte üstün emülsifiye edici ve yağ bağlama gibi fonksiyonel özelliklerin olması sebebiyle, nohutun gıda ürünlerinde fonksiyonel bileşen olarak kullanımı ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır (Shaabani ve ark., 2018; Alu'datt ve ark., 2017; Padalino ve ark., 2015). Özellikle nohut proteinlerin emülsifiye edici özelliği,

nohutun glutensiz ürünlerin formülasyonlarında kullanılmasına olanak sağlamıştır. Aguilar ve arkadaşlarının (2015) yaptığı bir çalışmada nohut unuyla hazırlanmış ekmeğin emülgatör ile hazırlanmış ekmeğe kıyasla daha yüksek spesifik hacme sahip olduğu ve pişirme özelliklerin korunduğu belirtilmiştir. Bir başka çalışmada ise Mergez sosisi, nohut protein konsantresinin sosis formülasyonunda kullanılmasıyla hazırlanmış ve yapılan duyu analizler sonucunda sosis lezzetinde bir değişiklik görünmese bile doku özelliklerinin kontrol örneğe göre geliştiği gözlemlenmiştir (Ghribi ve ark., 2018).

Mercimek

Mercimek yüksek protein ve zengin besleyici içeriği ile insan beslenmesi için önemli başka bir bakliyatır. Fenolik ve flavonoid madde içeriği bakımından oldukça zengin olan mercimeğin aynı zamanda kolesterol düşürücü, kolon kanseri ve tip 2 diyabet riski azaltma gibi insan sağlığına yararlı etkileri de bulunmaktadır (Jarpa-Parra, 2018; Roy ve ark., 2010). Ayrıca yapılan çalışmalarda mercimek proteininde bulunan peptitlerin yüksek antioksidan ve anjiyotensin dönüştürücü enzim (ADE) aktivitesine sahip olduğu bildirilmiştir (García-Mora ve ark., 2017). Buna ek olarak mercimek proteini yüksek sindirilebilirlik (~83%) özelliği ile dengeli bir amino asit profili sergilemektedir (Boye ve ark., 2010). Diğer bakliyat proteinlerinde olduğu gibi yüksek emülsifiye edici özellik gösteren mercimek proteini daha çok unlu mamullerin yapımında kullanılması ile ilgili çalışmaların konusu olmuştur. Eckert ve arkadaşlarının (2018) yaptığı bir çalışmada, mercimek unu ile zenginleştirilmiş tatlı çörek (donut) üretilmiş ve mercimek unu içeren çöreklerin daha iyi sertlik, çiğnenebilirlik ve sakızsızlık özelliklerini gösterdiği duyu analizler ile ortaya konulmuştur. Başka bir çalışmada ise mercimek unu ile zenginleştirilmiş buğday ekmeği üretilmiş, çalışma sonunda mercimek ununun buğday ekmeğini lizin, diyet lifi, fenolik madde içeriği açısından zenginleştirdiği, ayrıca antioksidan özelliklerini arttırdığı bildirilmiştir. Buna ek olarak, mercimek ununun ekmeğin hamurun karakteristik özelliklerini geliştirdiği

de çalışmada belirtilmiştir (Turfani ve ark., 2017).

Acı Bakla

Bakliyatlar arasında insan beslenmesi için önemli bileşenler içeren bir diğer bitkisel protein kaynağı ise acı bakladır. Özellikle önemli miktarda fenolik madde, fitosteroller, tokoferoller ve skualenler gibi fitokimyasallar içermekte olan acı bakla aynı zamanda yüksek oranlarda protein ve diyet lifi içermektedir (Khan ve ark., 2015; Karamać ve ark., 2018). Acı bakla proteinleri albümin, globülin, prolamin ve glutelin olmak üzere dört grupta incelenmektedir. Toplam proteinin yaklaşık %87'sini oluşturan globülinler, aynı zamanda konglutin olarak da adlandırılmaktadır (Mandal ve Mandal, 2000; Mane ve ark., 2017). Özellikle γ -konglutin proteininin (toplam proteinin %5'i) insülini bağlayarak glukoz seviyesini kontrol edebilme özelliğinin olması acı baklanın diyabetik beslenmede önemini vurgulamaktadır (Magni ve ark., 2004). Bununla birlikte hem zengin amino asit içeriğinin olması hem de üstün su bağlama ve emülsiyon oluşturma gibi fonksiyonel özellikler göstermesi acı bakla proteininin gıda ürünlerinde fonksiyonel bileşen olarak kullanımına olanak sağlamıştır (Papalamprou ve ark., 2006; Peters ve ark., 2017; Alu'datt ve ark., 2017). Ayrıca yapılan in vitro ve in vivo çalışmalarıyla acı bakla unu ile zenginleştirilmiş gıda ürünlerin ya da acı bakla ürünlerinin diyabet, obezite, hipertansiyon ve bağırsak bozuklukları gibi hastalıkların riskini azalttığı görülmüştür (Arnoldi ve ark., 2015; Villarino ve ark., 2016). Fakat acı baklanın bünyesinde bulunan tripsin inhibitörleri ve insanlar için toksik olan kinolizidin alkaloidleri, acı baklanın tüketimi için büyük bir sorun oluşturmaktadır. Isı ile muamele işlemi acı baklada bulunan kinolizidin alkaloidlerin miktarını ve protein sindirilebilirliğini engelleyen tripsin inhibitörlerin aktivitesini azaltabilmekte ve böylece acı baklanın daha güvenli tüketimini sağlamaktadır (Mariotti, 2017; Karamać ve ark., 2018).

Yeşil Bitkiler ve Yapraklar

Bazı yeşil bitkiler ve yapraklar hem bol miktarlarda bulunmaları hem de protein ve

Bitkisel Protein Kaynakları

besleyici bileşenler açısından zengin olmalarından dolayı protein üretimi için kullanılacak alternatif bitkisel protein kaynaklarıdır. Ispanak, çim, yonca, pancar yaprağı ve çay yaprağı gibi yeşil bitkilerden protein eldesi ile ilgili çalışmalar bulunmakla birlikte bu proteinlerin ticari olarak gıda uygulamalarında kullanımı henüz mümkün değildir (Tenorio ve ark., 2016).

Yeşil bitki ve yaprak proteinleri çoğunlukla kloroplastta bulunmakla birlikte suda çözünür ve çözünmez protein olmak üzere iki fraksiyondan oluşmaktadır. Suda çözünmez proteinler yani membran proteinleri yeşil protein olarak da adlandırılmakta ve çözünür proteinlere göre amino asit içeriğinin zayıf olması ve istenmeyen bileşenler bulundurmasından dolayı genellikle ekstraksiyon aşamasında uzaklaştırılmaktadır (Lamsal ve ark., 2007). Fakat membran proteinleri toplam proteinlerin yarısını oluşturduğundan ekstraksiyon aşamasında uzaklaştırılması verimi büyük ölçüde olumsuz etkilemektedir (Tenorio ve ark., 2017a). Bundan dolayı yeşil bitki ve yaprak proteinlerin tamamının kullanılabilmesi için membran proteinlerin ekstraksiyon yöntemleri geliştirilmeli ve bu yönde araştırmalar yaygınlaştırılmalıdır (Tenorio ve ark., 2016). Yeşil bitkilerden gıda uygulamalarında kullanılmak üzere elde edilen yaprak protein konsantresi ise beyaz renkte ve aromasız olan suda çözünür protein fraksiyonudur ve büyük bir çoğunluğunu ribuloz-1,5-bisfosfat karboksilaz / oksijenaz (rubisco) oluşturmaktadır (Tenorio 2017b). Rubisco izolasyonu genellikle ısı ile çöktürme, izoelektrik çöktürme ve organik çözücülerle çöktürme olmak üzere farklı çöktürme yöntemlerin kombinasyonlarıyla sağlanmaktadır (De Jong ve Nieuwland 2011; Martin ve ark., 2014). Bununla birlikte fonksiyonel özellikleri ham madde ve saflık derecesine bağlı olmakla birlikte gıda uygulamalarında kullanımı kabul edilebilir ölçüdedir (De Jong ve Nieuwland, 2011; Lamsal ve ark., 2007). Fakat taze yaprakların diğer bitkisel protein kaynaklarından farklı olarak %85-95 gibi yüksek bir oranda nem içermesi, bu yaprakların büyük ölçekte protein üretimi için kullanımını kısıtlamaktadır. Taşıma sırasında enzimatik ve mikrobiyal bozunma riski fazla

olan bu yapraklar dondurma ya da kurutma işlemleriyle stabil hale getirilmelidir. Ancak, kurutma yüksek enerji gerektirdiğinden ekonomik değildir ve aynı zamanda yaprakların besleyici değerlerini azaltmaktadır. Ayrıca kurutma işlemi protein ekstraksiyonunu da zorlaştırdığından dolayı iyi bir tercih değildir (Bals ve ark., 2012; Tenorio ve ark., 2017c). Buna karşılık Tenorio ve arkadaşlarının (2017c) gıda uygulamalarında kullanılmak üzere şeker pancarı yapraklarından protein üretimi ile ilgili yaptığı bir çalışmada en uygun stabilizasyon yönteminin dondurma işlemi olduğu belirtilmiştir. Ayrıca amarant ve balkabağı yapraklarından protein eldesi ile ilgili yapılan bir çalışmada dondurma işleminin buz kristalleri oluşturduğunu böylece yaprak dokusunun bozularak protein ekstraksiyon verimini arttırdığı ortaya konulmuştur (Ghaly ve Alkoaik, 2010).

Sonuç

Artan nüfus ile birlikte büyüme, gelişme, hücrelerin onarımı ve sağlıklı yaşam için gerekli olan protein kaynakları hızla tükenmekte ve yeni alternatif protein kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Hayvansal protein kaynaklarına göre düşük maliyetli, kolesterol ve doymuş yağ asidi gibi insan sağlığına zararlı bileşenler içermeyen, ayrıca vegan ve vejeteryan gibi özel tüketici grupların da tercih ettiği bitkisel protein kaynakları, kaliteli amino asit içeriği ile iyi bir alternatif protein kaynağıdır. Ayrıca doğru ekstraksiyon yöntem ve koşullarıyla bitkisel protein kaynaklarından elde edilen protein izolatu ya da konsantresi, yüksek fonksiyonel özellik de gösterebilmektedir. Dolayısıyla yağlı tohumlar, tahıllar, bakliyatlar, yeşil sebze ve yapraklar olmak üzere geniş kaynak çeşitliliğine sahip olan bitkisel protein kaynakların gıda uygulamalarında kullanımı artırılmalı ve çalışmalar bu yönde yaygınlaştırılmalıdır.

Kaynaklar

- Achouri, A., Nail, V., Boye, J. I. (2012) Sesame protein isolate: Fractionation, secondary structure and functional properties. *Food research international*, 46: 360–369.
- Aguilar, N., Albanell, E., Miñarro, B., Capellas, M. (2015) Chickpea and tiger nut flours as alternatives to emulsifier and shortening

- in gluten-free bread. *LWT-Food science and Technology*, 62: 225–232.
- Aider, M., Barbana, C. (2011) Canola proteins: composition, extraction, functional properties, bioactivity, applications as a food ingredient and allergenicity—a practical and critical review. *Trends in food science & technology*, 22(1), 21-39.
- Aiking, H., 2011. Future protein supply. *Trends in Food Science & Technology*, 22: 112-120.
- Alu'datt, M. H., Rababah, T., Alhamad, M. N., Ereifej, K., Gammoh, S., Kubow, S., Tawalbeh, D. (2017) Preparation of mayonnaise from extracted plant protein isolates of chickpea, broad bean and lupin flour: chemical, physiochemical, nutritional and therapeutic properties. *Journal of food science and technology*, 54: 1395-1405.
- Amagliani, L., O'Regan, J., Kelly, A. L., O'Mahony, J. A. (2017). The composition, extraction, functionality and applications of rice proteins: A review. *Trends in food science & technology*, 64: 1-12.
- Anonim, (2018a) Oilseeds— World Markets and Trade, a USDA Publication. <http://www.sopa.org/world-oilseeds-production/> (Erişim tarihi: 20.09.2018).
- Anonim, (2018b) Cereal production prospects up; forecast for stocks raised. <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/> (Erişim tarihi: 25.09.2018).
- Arnoldi, A., Boschini, G., Zanoni, C. And Lammi, C. (2015) The health benefits of sweet lupin seed flours and isolated proteins. *Journal of Functional Foods*, 18: 550-563.
- Asgar, M. A., Fazilah, A., Huda, N., Bhat, R., Karim, A. A. (2010) Nonmeat protein alternatives as meat extenders and meat analogs. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9: 513-529.
- Bals, B. D., Dale, B. E. and Balan, V. (2012) Recovery of Leaf Protein for Animal Feed and High-Value Uses. Biorefinery Co-Products: Phytochemicals, Primary Metabolites and Value-Added Biomass Processing, 179-197.
- Becerra-Tomás, N., Díaz-López, A., Rosique-Esteban, N., Ros, E., Buil-Cosiales, P., Corella, D., Lamuela-Raventós, R. M. (2018) Legume consumption is inversely associated with type 2 diabetes incidence in adults: A prospective assessment from the PREDIMED study. *Clinical Nutrition*, 37: 906-913.
- Boye, J., Zare, F., Pletch, A. (2010) Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. *Food research international*, 43: 414-431.
- Cao, X., Wen, H., Li, C., Gu, Z. (2009) Differences in functional properties and biochemical characteristics of congenetic rice proteins. *Journal of cereal science*, 50: 184-189.
- Caporaso, N., Whitworth, M. B., Fisk, I. D. (2018) Protein content prediction in single wheat kernels using hyperspectral imaging. *Food chemistry*, 240: 32-42.
- Cheetangdee, N., Benjakul, S. (2015) Antioxidant activities of rice bran protein hydrolysates in bulk oil and oil-in-water emulsion. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95: 1461-1468.
- D'Agostina, A., Antonioni, C., Resta, D., Arnoldi, A., Bez, J., Knauf, U. And Wäsche, A. (2006) Optimization of a pilot-scale process for producing lupin protein isolates with valuable technological properties and minimum thermal damage. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54: 92-98.
- Day, L. (2013) Proteins from land plants—potential resources for human nutrition and food security. *Trends in Food Science & Technology*, 32: 25-42.
- De Jong, A. and Nieuwland, M. (2011) Literature study on the properties of Rubisco. TNO, Netherlands, 34.
- Duranti, M. (2006) Grain legume proteins and nutraceutical properties. *Fitoterapia*, 77: 67-82.
- Eckert, E., Wismer, W., Waduthanthri, K., Babii, O., Yang, J., Chen, L. (2018) Application of Barley-and Lentil-Protein Concentrates in the Production of Protein-

- Enriched Doughnuts. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 95: 1027-1040.
- Elli, L., Branchi, F., Tomba, C., Villalta, D., Norsa, L., Ferretti, F., Bardella, M. T. (2015) Diagnosis of gluten related disorders: Celiac disease, wheat allergy and non-celiac gluten sensitivity. *World Journal of Gastroenterology: WJG*, 21: 7110.
- Endres, J. G. (2001) Soy protein products: characteristics, nutritional aspects, and utilization, 11-57, AOCS Publishing, Indiana, United States of America.
- Ercili—Cura, D., Miyamoto, A., Paananen, A., Yoshii, H., Poutanen, K., Partanen, R. (2015) Adsorption of oat proteins to air–water interface in relation to their colloidal state. *Food Hydrocolloids*, 44: 183-190.
- Fabian, C., Ju, Y. H., 2011. A review on rice bran protein: its properties and extraction methods. *Critical reviews in food science and nutrition*, 51: 816-827.
- Fang, Y., Chen, X., Luo, P., Pei, F., Kimatu, B. M., Liu, K., Hu, Q. (2017) The Correlation Between In Vitro Antioxidant Activity and Immunomodulatory Activity of Enzymatic Hydrolysates from Selenium-Enriched Rice Protein. *Journal of food science*, 82: 517-522.
- Flander, L., Holopainen, U., Kruus, K., Buchert, J. (2011) Effects of tyrosinase and laccase on oat proteins and quality parameters of gluten-free oat breads. *Journal of agricultural and food chemistry*, 59: 8385-8390.
- Gammoh, S., Alu'datt, M. H., Alhamad, M. N., Rababah, T., Al-Mahasneh, M., Qasaimeh, A., Hussein, N. M. (2018) The effects of protein-phenolic interactions in wheat protein fractions on allergenicity, antioxidant activity and the inhibitory activity of angiotensin I-converting enzyme (ACE). *Food Bioscience*, 24: 50-55.
- García-Mora, P., Martín-Martínez, M., Bonache, M. A., González-Múniz, R., Peñas, E., Frias, J., Martínez-Villaluenga, C. (2017) Identification, functional gastrointestinal stability and molecular docking studies of lentil peptides with dual antioxidant and angiotensin I converting enzyme inhibitory activities. *Food chemistry*, 221: 464-472.
- Geisslitz, S., Wieser, H., Scherf, K. A., Koehler, P. (2018) Gluten protein composition and aggregation properties as predictors for bread volume of common wheat, spelt, durum wheat, emmer and einkorn. *Journal of Cereal Science*, 83: 204-212.
- Ghaly, A. E., Alkokaik, F. N., 2010. Extraction of protein from common plant leaves for use as human food. *American Journal of Applied Sciences*, 7: 331.
- Ghodsvali, A., Khodaparast, M. H., Vosoughi, M., Diosady, L. L. (2005) Preparation of canola protein materials using membrane technology and evaluation of meals functional properties. *Food Research International*, 38: 223-231.
- Ghribi, A. M., Amira, A. B., Gafsi, I. M., Lahiani, M., Bejar, M., Triki, M., Besbes, S. (2018) Toward the enhancement of sensory profile of sausage “Merguez” with chickpea protein concentrate. *Meat science*, 143: 74-80.
- Gong, K. J., Shi, A. M., Liu, H. Z., Liu, L., Hu, H., Adhikari, B., Wang, Q. (2016) Emulsifying properties and structure changes of spray and freeze-dried peanut protein isolate. *Journal of Food Engineering*, 170: 33-40.
- González, A. D., Frostell, B., Carlsson-Kanyama, A. (2011). Protein efficiency per unit energy and per unit greenhouse gas emissions: potential contribution of diet choices to climate change mitigation. *Food Policy*, 36: 562-570.
- González—Pérez, S., Vereijken, J. M. (2007) Sunflower proteins: overview of their physicochemical, structural and functional properties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87: 2173-2191
- Guo, X., Sun, X., Zhang, Y., Wang, R., Yan, X., (2018) Interactions between soy protein hydrolyzates and wheat proteins in noodle

- making dough. *Food chemistry*, 245: 500-507.
- Guan, X., Yao, H., Chen, Z., Shan, L., Zhang, M. (2007) Some functional properties of oat bran protein concentrate modified by trypsin. *Food Chemistry*, 101: 163-170.
- Hager, A. S., Bosmans, G. M., Delcour, J. A. (2014) Physical and molecular changes during the storage of gluten-free rice and oat bread. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62: 5682-5689.
- Hall III, C., Tulbek, M.C., Xu, Y. (2006) Flaxseed. Taylor, S. (Ed.), 1-97, Academic Press, San Diego, CA, USA.
- Hamada, J. S. (1997) Characterization of protein fractions of rice bran to devise effective methods of protein solubilization. *Cereal Chemistry*, 74: 662-668.
- Hassan, A. B., Mahmoud, N. S., Elmamoun, K., Adiamo, O. Q., Ahmed, I. A. M. (2018) Effects of gamma irradiation on the protein characteristics and functional properties of sesame (*Sesamum indicum* L.) seeds. *Radiation Physics and Chemistry*, 144: 85-91.
- Hurrell, R. F., Juillerat, M. A., Reddy, M. B., Lynch, S. R., Dassenko, S. A., Cook, J. D. (1992) Soy protein, phytate, and iron absorption in humans. *The American journal of clinical nutrition*, 56: 573-578.
- Ivanova, P., Chalova, V., Uzunova, G., Koleva, L., Manolov, I. (2016) Biochemical characterization of industrially produced rapeseed meal as a protein source in food industry. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 10: 55-62.
- Jarpa-Parra, M., 2018. Lentil protein: a review of functional properties and food application. An overview of lentil protein functionality. *International Journal of Food Science & Technology*, 53(4), 892-903.
- Jiamyangyuen, S., Srijesdaruk, V., Harper, W. J. (2005) Extraction of rice bran protein concentrate and its application in bread. *Songklanakarın Journal of Science and Technology*, 27: 55-64.
- Jiang, Z. Q., Sontag-Strohm, T., Salovaara, H., Sibakov, J., Kanerva, P., Loponen, J. (2015) Oat protein solubility and emulsion properties improved by enzymatic deamidation. *Journal of Cereal Science*, 64: 126-132.
- Kaewka, K., Therakulkait, C., Cadwallader, K. R. (2009) Effect of preparation conditions on composition and sensory aroma characteristics of acid hydrolyzed rice bran protein concentrate. *Journal of Cereal Science*, 50: 56-60.
- Karaca, A. C., Low, N., Nickerson, M. (2011) Emulsifying properties of canola and flaxseed protein isolates produced by isoelectric precipitation and salt extraction. *Food Research International*, 44: 2991-2998.
- Karamać, M., Orak, H. H., Amarowicz, R., Orak, A., Piekoszewski, W. (2018) Phenolic contents and antioxidant capacities of wild and cultivated white lupin (*Lupinus albus* L.) seeds. *Food chemistry*, 258: 1-7.
- Kaushik, P., Dowling, K., McKnight, S., Barrow, C. J., Wang, B., Adhikari, B. (2016) Preparation, characterization and functional properties of flax seed protein isolate. *Food chemistry*, 197: 212-220.
- Khan, M. K., Karnpanit, W., Nasar-Abbas, S. M., Huma, Z. E., Jayasena, V. (2015) Phytochemical composition and bioactivities of lupin: a review. *International journal of food science & technology*, 50: 2004-2012.
- Khattab, R. Y., and Arntfield, S. D. (2009). Functional properties of raw and processed canola meal. *LWT-Food Science and Technology*, 42: 1119-1124.
- Ko, T. L., Than, S. S., Oo, Z. Z. (2017) Isolation of Protein from Defatted Lentil Flour. *American Journal of Food Science and Technology*, 5: 238-244.
- Kumar, N.S.K., Nakajima, M., Nabetani, H. (2000) Processing of oilseeds to recover oil and protein using combined aqueous, enzymatic and membrane separation techniques. *Food science and technology research*, 6: 1-8.

- Lam, A. C. Y., Can Karaca, A., Tyler, R. T., Nickerson, M. T. (2018) Pea protein isolates: Structure, extraction, and functionality. *Food Reviews International*, 34: 126-147.
- Lamsal, B. P., Koegel, R. G., Gunasekaran, S. (2007) Some physicochemical and functional properties of alfalfa soluble leaf proteins. *LWT-Food Science and Technology*, 40: 1520-1526.
- Liang, H. N., Tang, C. H. (2013) pH-dependent emulsifying properties of pea [*Pisum sativum* (L.)] proteins. *Food Hydrocolloids*, 33: 309-319.
- Ma, C. Y., Harwalkar, V. R. (1984) Chemical characterization and functionality assessment of oat protein fractions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 32: 144-149.
- Ma, M., Ren, Y., Xie, W., Zhou, D., Tang, S., Kuang, M., Du, S. K. (2018) Physicochemical and functional properties of protein isolate obtained from cottonseed meal. *Food chemistry*, 240: 856-862.
- Magni, C., Sessa, F., Accardo, E., Vanoni, M., Morazzoni, P., Scarafoni, A., Duranti, M. (2004) Conglutin γ , a lupin seed protein, binds insulin in vitro and reduces plasma glucose levels of hyperglycemic rats. *The Journal of nutritional biochemistry*, 15: 646-650.
- Mäkinen, O. E., Sozer, N., Ercili—Cura, D., Poutanen, K. (2016) Sustainable Protein Sources, 105-119, Academic Press.
- Malik, M. A., Saini, C. S. (2017) Polyphenol removal from sunflower seed and kernel: Effect on functional and rheological properties of protein isolates. *Food Hydrocolloids*, 63: 705-715.
- Manamperi, W. A. R., Pryor, S. W. and Chang, S. K. (2007) Separation and evaluation of canola meal and protein for industrial bioproducts. In ASABE/CSBE North Central Intersectional Meeting (p. 1). American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- Mandal, S., and Mandal, R. K. (2000). Seed storage proteins and approaches for improvement of their nutritional quality by genetic engineering. *Current Science*, 576-589.
- Mane, S. P., Johnson, S. K., Duranti, M., Pareek, V. K., Utikar, R. P. (2018) Lupin seed γ -conglutin: Extraction and purification methods-A review. *Trends in Food Science & Technology*, 73: 1-11.
- Martin, A. H., Nieuwland, M., de Jong, G. A. (2014) Characterization of heat-set gels from RuBisCO in comparison to those from other proteins. *Journal of agricultural and food chemistry*, 62: 10783-10791.
- Mariotti, F. (2017) In Vegetarian and Plant-Based Diets in Health and Disease Prevention, 621-642, Academic Press.
- Miñarro, B., Albanell, E., Aguilar, N., Guamis, B., Capellas, M. (2012) Effect of legume flours on baking characteristics of gluten-free bread. *Journal of Cereal Science*, 56: 476-481.
- Mohamed, A., Biresaw, G., Xu, J., Hojilla-Evangelista, M. P., Rayas-Duarte, P. (2009). Oats protein isolate: thermal, rheological, surface and functional properties. *Food research international*, 42: 107-114.
- Morales—Polanco, E., Campos-Vega, R., Gaytán-Martínez, M., Enriquez, L. G., Loarca-Piña, G. (2017) Functional and textural properties of a dehulled oat (*Avena sativa* L) and pea (*Pisum sativum*) protein isolate cracker. *LWT-Food Science and Technology*, 86: 418-423.
- Moure, A., Sineiro, J., Domínguez, H., Parajó, J. C. (2006) Functionality of oilseed protein products: a review. *Food research international*, 39: 945-963.
- Mueller, K., Eisner, P., Kirchoff, E. (2010) Simplified fractionation process for linseed meal by alkaline extraction—Functional properties of protein and fibre fractions. *Journal of food engineering*, 99: 49-54.
- Murphy, P. A. (2008) Soybeans- Chemistry, production, processing and utilization, 229–267, Urbana: AOCS Press.

- Nilüfer, D., Boyacıoğlu, D. (2006) Soya Esaslı Ürünlerde Protein Denatürasyonunun İki Farklı Yöntem ile İncelenmesi, Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu, Türkiye, 895–898.
- OECD/Food and Agriculture Organization of the United Nations, (2016) Oilseeds and Oilseed Products, in OECD-FAO Agricultural Outlook 2016-2025, OECD Publishing, Paris.
- Olgun, M., Başçiftçi, Z. B., Ayter, N. G., Kutlu, İ., Akın, A., Karaduman, Y. (2013) Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşitlerinde Protein Oranının Üç Farklı Analiz Yöntemine Göre Karşılaştırılması Üzerine Bir Araştırma. *SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4: 80-87.
- Ogawa, T., Samoto, M., Takahashi, K. (2000) Soybean allergens and hypoallergenic soybean products. *Journal of nutritional Science and Vitaminology*, 46: 271–279.
- Otağ, F. B., Hayta, M. (2016) Nohut Protein Hidrolizatların Anjiyotensin Dönüştürücü Enzim (ADE) İnhibitör Aktivitesi Üzerine Ultrason, Mikrodalga, Fermantasyon ve Pişirmenin Etkileri. *GIDA/The Journal of FOOD*, 41: 9–14.
- Padalino, L., Mastromatteo, M., Lecce, L., Spinelli, S., Conte, A., Alessandro Del Nobile, M. (2015) Optimization and characterization of gluten-free spaghetti enriched with chickpea flour. *International journal of food sciences and nutrition*, 66: 148-158.
- Papalamprou, E., Doxastakis, G., Kiosseoglou, V. (2006) Model salad dressing emulsion stability as affected by the type of the lupin seed protein isolate. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86: 1932-1937.
- Peters, J. P., Vergeldt, F. J., Boom, R. M., van der Goot, A. J. (2017) Water-binding capacity of protein-rich particles and their pellets. *Food Hydrocolloids*, 65: 144-156.
- Phongthai, S., D'Amico, S., Schoenlechner, R., Homthawornchoo, W., Rawdkuen, S. (2018) Fractionation and antioxidant properties of rice bran protein hydrolysates stimulated by in vitro gastrointestinal digestion. *Food chemistry*, 240: 156-164.
- Preece, K. E., Hooshyar, N., Zuidam, N. J. (2017) Whole soybean protein extraction processes: A review. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 43: 163-172.
- Rebello, C. J., Greenway, F. L., Finley, J. W. (2014) A review of the nutritional value of legumes and their effects on obesity and its related co-morbidities. *Obesity Reviews*, 15: 392-407.
- Renzetti, S., Courtin, C. M., Delcour, J. A., Arendt, E. K. (2010) Oxidative and proteolytic enzyme preparations as promising improvers for oat bread formulations: rheological, biochemical and microstructural background. *Food Chemistry*, 119: 1465–1473.
- Rincón, F., Martínez, B., Ibáñez, M. V. (1998) Proximate composition and antinutritive substances in chickpea (*Cicer arietinum* L) as affected by the biotype factor. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 78: 382–388.
- Rodrigues, I. M., Coelho, J. F. J., Carvalho, G. V. S. (2012) Isolation and valorisation of vegetable proteins from oilseed plants: Methods, limitations and potential. *Journal of Food Engineering*, 109: 337–346.
- Rosenthal, A., Pyle, D. L., Niranjan, K. (1996) Aqueous and enzymatic processes for edible oil extraction. *Enzyme and Microbial Technology*, 19: 402-420.
- Roy, F., Boye, J. I., Simpson, B. K. (2010) Bioactive proteins and peptides in pulse crops: Pea, chickpea and lentil. *Food Research International*, 43: 432-442.
- Saldamlı, İ., Temiz, A. (2017) Amino Asitler, Peptitler, Proteinler. Gıda Kimyası, Saldamlı, İ. (Baş ed.), 227-317 Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, Türkiye.
- Sandberg, A. S. (2011) Developing functional ingredients: a case study of pea protein. M. Saarela (Ed.), 358-382, Woodhead Publishing Ltd.

- Sandoval-Oliveros, M. R., Paredes-López, O. (2012) Isolation and characterization of proteins from chia seeds (*Salvia hispanica* L.). *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 61: 193-201.
- Sari, Y. W., Bruins, M. E., Sanders, J. P. (2013) Enzyme assisted protein extraction from rapeseed, soybean, and microalgae meals. *Industrial Crops and Products*, 43: 78-83.
- Sari, Y. W., Mulder, W. J., Sanders, J. P. and Bruins, M. E. (2015a) Towards plant protein refinery: review on protein extraction using alkali and potential enzymatic assistance. *Biotechnology Journal*, 10: 1138-1157.
- Sari, Y. W., Syafitri, U., Sanders, J. P. M., Bruins, M. E. (2015b) How biomass composition determines protein extractability. *Industrial Crops and Products*, 70: 125–133.
- Schmidt, I., Renard, D., Rondeau, D., Richomme, P., Popineau, Y., Axelos, M. A. V. (2004) Detailed physicochemical characterization of the 2S storage protein from rape (*Brassica napus* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 5995-6001.
- Shaabani, S., Yarmand, M. S., Kiani, H., Emam-Djomeh, Z. (2018) The effect of chickpea protein isolate in combination with transglutaminase and xanthan on the physical and rheological characteristics of gluten free muffins and batter based on millet flour. *LWT- Food Science and Technology*, 90: 362-372.
- Shen, L., Wang, X., Wang, Z., Wu, Y., Chen, J. (2008) Studies on tea protein extraction using alkaline and enzyme methods. *Food Chemistry*, 107: 929-938.
- Shewry, P. R. and Halford, N. G. (2002) Cereal seed storage proteins: structures, properties and role in grain utilization. *Journal of Experimental Botany*, 53: 947-958.
- Tan, S. H., Mailer, R. J., Blanchard, C. L., Agboola, S. O., (2011) Canola proteins for human consumption: extraction, profile, and functional properties. *Journal of Food Science*, 76: 16-28.
- Tenorio, A. T., Boom, R. M., van der Goot, A. J. (2017a) Understanding leaf membrane protein extraction to develop a food-grade process. *Food Chemistry*, 217: 234-243.
- Tenorio, A. T. (2017b) Sugar beet leaves for functional ingredients, Doktora tezi, Wageningen University, Wageningen, Netherlands, 199.
- Tenorio, A. T., Schreuders, F. K. G., Zisopoulos, F. K., Boom, R. M., Van der Goot, A. J. (2017c) Processing concepts for the use of green leaves as raw materials for the food industry. *Journal of cleaner production*, 164: 736-748.
- Tenorio, A. T., Gieteling, J., De Jong, G. A., Boom, R. M., Van Der Goot, A. J. (2016) Recovery of protein from green leaves: Overview of crucial steps for utilisation. *Food Chemistry*, 203: 402-408.
- Tirgar, M., Silcock, P., Carne, A., Birch, E. J. (2017) Effect of extraction method on functional properties of flaxseed protein concentrates. *Food Chemistry*, 215:417-424.
- Tömösközi, S., Lasztity, R., Haraszi, R., Baticz, O. (2001) Isolation and study of the functional properties of pea proteins. *Food/Nahrung*, 45: 399-401.
- Turfani, V., Narducci, V., Durazzo, A., Galli, V., Carcea, M. (2017) Technological, nutritional and functional properties of wheat bread enriched with lentil or carob flours. *LWT-Food Science and Technology*, 78: 361-366.
- Urbano G., Porres J. M., Frias J., Vidal-Valverde C. (2007) Lentil: An Ancient Crop for Modern Times. Nutritional value. Yadav S. S., McNeil, D. L., Stevenson P. C., (Eds.), 47–93, Springer, The Netherlands.
- Villarino, C. B. J., Jayasena, V., Coorey, R., Chakrabarti-Bell, S., Johnson, S. K. (2016) Nutritional, health, and technological functionality of lupin flour addition to bread and other baked products: Benefits and challenges. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56: 835-857.
- Von Der Haar, D., Müller, K., Bader-Mittermaier, S., Eisner, P. (2014)

- Rapeseed proteins – Production methods and possible application ranges. *OCL*, 21: 104.
- Wanasundara, J. P., McIntosh, T. C., Perera, S. P., Withana-Gamage, T. S., Mitra, P. (2016) Canola/rapeseed protein-functionality and nutrition. *OCL* 23: 407.
- Wang, M., Hettiarachchy, N. S., Qi, M., Burks, W., Siebenmorgen, T. (1999) Preparation and functional properties of rice bran protein isolate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 411–416.
- Wang, X., Appels, R., Zhang, X., Bekes, F., Torok, K., Tomoskozi, S. Islam, S. (2017a) Protein-transitions in and out of the dough matrix in wheat flour mixing. *Food Chemistry*, 217:542-551.
- Wang, X., Chen, H., Fu, X., Li, S. Wei, J. (2017b) A novel antioxidant and ACE inhibitory peptide from rice bran protein: Biochemical characterization and molecular docking study. *LWT-Food Science and Technology* 75:93-99.
- Wu, J., Muir, A. D. (2008) Comparative structural, emulsifying, and biological properties of 2 major canola proteins, cruciferin and napin. *Journal of Food Science* 73: 210-216.
- Wu, Y., Qian, Y., Pan, Y., Li, P., Yang, J., Ye, X., Xu, G. (2015) Association between dietary fiber intake and risk of coronary heart disease: A meta-analysis. *Clinical nutrition* 34: 603-611.
- Xue, Z., Wen, H., Zhai, L., Yu, Y., Li, Y., Yu, W., Kou, X. (2015) Antioxidant activity and anti-proliferative effect of a bioactive peptide from chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Food Research International*, 77: 75-81.
- Yan, Q. J., Huang, L. H., Sun, Q., Jiang, Z. Q., Wu, X. (2015) Isolation, identification and synthesis of four novel antioxidant peptides from rice residue protein hydrolyzed by multiple proteases. *Food Chemistry*, 179:290-295.
- Zhao, Q., Selomulya, C., Xiong, H., Chen, X. D., Ruan, X., Wang, S., Zhou, Q. (2012) Comparison of functional and structural properties of native and industrial process-modified proteins from long-grain indica rice. *Journal of Cereal Science* 56:568-575.
- Zhao, C. B., Zhang, H., Xu, X. Y., Cao, Y., Zheng, M. Z., Liu, J. S., Wu, F. (2017). Effect of acetylation and succinylation on physicochemical properties and structural characteristics of oat protein isolate. *Process Biochemistry*, 57: 117-123.
- Yoshie—Stark, Y., Wada, Y., Wäsche, A. (2008) Chemical composition, functional properties, and bioactivities of rapeseed protein isolates. *Food Chemistry* 107: 32-39.



Kurutma İşlemlerinin İncirlerin (*Ficus carica* L.) Fenolik Bileşikler, Antioksidan Kapasite ve Diğer Önemli Bazı Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri

Haşım Kelebek^{1*} Sevgin Dıblan¹ Pınar Kadiroğlu¹ Osman Kola¹ Serkan Selli²

Özet

Bu çalışmada, Bursa siyahı ve Sarılop incirlerinin fenolik bileşikleri, organik asit, şeker içeriği ve antioksidan kapasitesi potansiyelleri kıyaslanarak kurutma işleminin bu bileşenler üzerine etkileri araştırılmıştır. Fenolik bileşiklerin analizleri LC-DAD-ESI-MS/MS kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada toplam 11 adet fenolik bileşik tanımlanmıştır. Toplam fenolik bileşik miktarı Sarılop incirlerinde 313.02 mg/kg ve Bursa siyahı incirlerinde ise 320.49 mg/kg kuru ağırlık olarak belirlenmiş ve klorojenik asit türevlerinin iki incir çeşidi içinde baskın fenolik bileşik olduğu saptanmıştır. Kurutma işleminden sonra ise, fenolik içeriğin Bursa siyahı için 181.99 ve Sarılop için 139.70 mg/kg kuru ağırlık değerlerine kadar düştüğü belirlenmiştir. Kurutmanın antioksidan kapasite değerlerinde de azalmaya neden olduğu, organik asit ve şeker içeriğini ise istatistiksel yönden önemli düzeyde etkilemediği saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: İncir, fenolik bileşik, antioksidan kapasite, organik asit, şeker.

Effects of Drying on Phenolic Compounds, Sugars, Organic Acids and Antioxidant Properties of Fig Varieties (*Ficus carica* L.)

Abstract

The aim of this study was to determine the regional differences and effects of drying on the quality characteristics such as phenolic compounds, organic acids and antioxidant capacity of species, "Sarılop" and "Bursa Siyahı". LC-DAD-ESI-MS/MS was used for phenolic compound analysis. A total of 11 phenolic compounds have been identified and characterized in the figs. The phenolics content ranged between 313.02 and 320.49 mg/kg in dry weight (in fresh Sarılop and Bursa siyahı, respectively) and chlorogenic acid derivatives was the major compound in both cultivars. Drying of figs has led to reduction in phenolic content up to 181.99 and 139.70 mg/kg in dry weight for Bursa siyahı and Sarılop varieties, respectively. Furthermore, while the antioxidant capacities of the figs decreased after drying process, the effect of drying on organic acid and sugar content of figs was found insignificant.

Keywords: Fig, phenolic compounds, antioxidant capacity, organic acid, sugars.

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 19.10.2018

¹Gıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Adana

²Gıda Mühendisliği Bölümü, Ziraat Fakültesi, Çukurova Üniversitesi, Adana

*Corresponding Author: hkelebek@adanabtu.edu.tr

Kurutma İşlemlerinin İncirlerin (*Ficus carica* L.) Fenolik Bileşikler, Antioksidan Kapasite ve Diğer Önemli Bazı Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri

Giriş

İncir, insanlar tarafından ilk tarımı yapılan, genetik olarak çok sayıda farklı çeşidi bulunan, Orta Doğu kökenli önemli meyvelerden birisidir (Barolo, Ruiz Mostacero, & López, 2014). Türkiye incir üretim ve ihracatında önemli bir yere sahiptir: Türkiye dünya çapında üretimin %53'üne, ihracatın ise %52'sine sahiptir (Şahin & Öztürk, 2016). Geniş sayıda farklı çeşidi bulunan incirlerden, ülkemizde en çok tercih edilenlerinden ikisi Sarılop ve Bursa siyahı, hem taze hem de kuru olarak üretilmektedir (Barolo vd. 2014; Şahin & Öztürk, 2016).

İncir mineral, vitamin, lif açısından da zengin bir meyvedir, bunun yanında incir ayrıca içerdiği fenolik bileşikler gibi fitokimyasallar nedeniyle, antibakteriyel ve antioksidan aktivite gibi etkilere sahip olduğunu bildiren araştırmalar literatürde mevcuttur (Caliskan & Polat, 2012; Perez, Canal, & Torres, 2003; Viuda-Martos, Barber, Pérez-Álvarez, & Fernández-López, 2015). Yapılan çalışmalarda, incir çeşitlerinden flavonoid ve fenolik asitler ve bunlara ek olarak antosiyaninler ve fitosteroller tanımlanmıştır. Flavan-3-oller içinde kateşin ve epikateşinin incirlerde (çeşide bağlı olarak değişebilir) majör fenolik bileşen olduğu belirtilmektedir. Ayrıca, incirlerin bazı çeşitlerinde fenolik asitlerden klorojenik asit, flavonollerden kaemferol ve kuersetin ve antosiyaninlerden siyanidin de tanımlanmıştır (Slatnar, Klancar, Stampar, & Veberic, 2011; Vallejo, Marín, & Tomás-Barberán, 2012).

İncirin içerdiği şeker ve organik asit miktarı, bu kriterlerin meyvelerde kalite parametresi olması açısından önem taşımaktadır. Şekerler ve organik asitler, fenolik bileşenler ile birlikte, ürünün duyu ve besinsel kalitesinde önemli rol oynamaktadır ve çeşide, gelişme şartlarına göre değişebilmektedir (Veberic, Jakopic, & Stampar, 2008). İncir, şekerler arasında eşit oranda glikoz ve fruktoz içerirken, incirde sükröz çok az miktarlarda bulunmaktadır (Slatnar vd. 2011).

İncirin değerlendirme alanlarından biri olan kuru incir tüketimi ile içerdiği zengin mineral ve vitamin sebebiyle insan sağlığı açısından önem taşımaktadır. Nitekim, Food and Nutrition Board of the U.S. enstitüsüne göre, 100 gram kuru incir tüketimi ile, %30 demir, %15.8 kalsiyum, %14 potasyum, %7.1 tiamin ve %6.2 riboflavin alımı sağlanmaktadır. Bunun yanında, yağ ve kolesterol ile birlikte sodyum içermemesi, özellikle orta ve üzeri yaş gurubu için, kuru inciri sağlıklı besinler arasına yer almaktadır.

Kurutma işleminin, mikrobiyolojik ve kimyasal bozulmayı yavaşlatmak ve raf ömrü artırmak gibi birçok avantajı bulunmaktadır. Bunun yanında, fiziksel ve kimyasal özelliklerde değişikliklere sebep olmaktadır. Ancak, kurutma işlemi sırasında ısı uygulaması sebebiyle renk ve vitamin özelliklerinde istenmeyen değişiklikler gözlenebilmektedir. Ayrıca, duyu özelliklerde pişme tadı ve polifenollerin parçalanması gibi olumsuz etkileri de bulunmaktadır.

Sarılop ve Bursa siyahı incir çeşitlerinin fenolik içeriklerinin incelendiği çalışmalar literatürde mevcuttur. Bunun yanında farklı incir çeşitlerinin kalite özellikleri üzerine kurutmanın etkisinin incelendiği çalışmalara da rastlamak mümkündür. Ancak, kurutmanın Sarılop ve Bursa siyahı incirlerinin fenolik ve biyokimyasal özelliklerinin incelendiği çalışmaya şuna kadar rastlanmamıştır. Bu sebeple çalışmamızda, kurutma işleminin bu iki incir çeşidinin biyokimyasal özellikleri üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmamızda güvenilirliği yüksek LC-DAD-ESI-MS/MS cihazı kullanılarak fenolik bileşenler tanımlanmıştır. Ayrıca, çeşitler arası fiziko ve fitokimyasal özellikler incelenmiştir. LC-DAD-ESI-MS/MS ile fenolik içerik tayini yapılırken, organik asit ve şeker içeriği ise LC-DAD-RID kullanılarak belirlenmiştir.

Kurutma İşlemlerinin İncirlerin (*Ficus carica* L.) Fenolik Bileşikler, Antioksidan Kapasite ve Diğer Önemli Bazı Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri

Materyal-Metot

Materyal: Bu çalışmada Mersin yöresinin Sarılop ve Bursa siyahı incirleri kullanılmıştır ve toplanan incirlerin aynı olgunlukta olmasına dikkat edilmiştir. Analizler taze ve kurutulmuş incirler üzerinde gerçekleştirilmiştir. İncirler geleneksel yöntemle göre kurutulmuş ve elde edilen kuru incirler analizler yapıncaya kadar, serin, kuru ve karanlık bir ortamda muhafaza edilmiştir.

Kimyasallar: Metanol (HPLC grade), formik asit, sodyum karbonat ve hidroklorik asit Merck (Darmstat, Almanya) firmasından; gallik asit, *p*-kumarik asit, ferulik asit, protokateşik asit, klorojenik asit, epikatesin, kuersetin, Folin-Ciocalteu, kafeik asit ve *o*-kumarik asit Sigma Chemical Co. (St. Louis, ABD) firmasından temin edilmiştir. Siyanidin ve pelargonidin Extrasynthese firmasından sağlanmıştır (Extrasynthese, France). ABTS [2,2 -azinobis-(3- etil-benzotiazolin-6-sülfonik asit)] ve Troloks ((+/-)-6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametil-chroman-2- karboksilik asit) Sigma-Aldrich Chemical Co. (St. Louis, ABD) firmasından ve etanol Riedel de Haen Co. (Seelze, Almanya) firmasından temin edilmiştir. HPLC’de mobil fazların hazırlanmasında deiyonize su kullanılmıştır.

HPLC ile organik asit ve şeker tayini: İncirlerde şeker ve organik asitlerin analizleri Slatnar vd. (2011) ve Flores, Hellin, and Fenoll (2012) metodunda bazı değişiklikler yapılarak gerçekleştirilmiştir. Analizler için her bir çeşitten 20 g örnek alınmış ve üzerine distile su eklenerek mekanik bir parçalayıcı ile parçalandıktan sonra 12000 devir/dakikada 4°C’de santrifüj edilmiş ve üstteki berrak kısım alınıp 0.45 µm’lik filtrelerden geçirilerek süzümüştür. Daha sonra elde edilen ekstrakt şeker analizleri için doğrudan Agilent 1260 model DAD ve RID dedektörlü HPLC’ye enjekte edilerek örneklerdeki şeker miktarları analiz edilmiştir. Taşıyıcı faz olarak 5 mM’lık sülfürik asit çözeltisi kullanılmış ve akış hızı 0.7 ml/dakika olarak ayarlanmıştır. Organik asitlerin analizlerinde Agilent 6430 Triple Quadrupole kütle-kütle spektroskopili yüksek performanslı

sıvı kromatografisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Flores vd., 2012). Örneklerdeki şeker konsantrasyonlarının belirlenmesinde dış standart yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla sakkaroz, glikoz ve fruktoz standartlarından 5 farklı konsantrasyonda (5-500mg/L arasında) kalibrasyon çözeltileri hazırlanıp, HPLC analizleri yapılarak elde edilen verilerden kalibrasyon eğrileri oluşturulmuş ve bu eğriler kullanılarak, örneklerdeki şeker miktarları belirlenmiştir. Organik asit konsantrasyonları da aynı yöntemle, tartarik, malik ve laktik asit standartları kullanmak suretiyle saptanmıştır.

Fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu: İncirlerden fenolik bileşiklerin ekstraksiyonları Slatnar vd. (2011)’na göre yapılmıştır. Ekstraksiyonlarda, yaş meyvelerden 10 g ve kuru meyvelerden 2.5 g örnek kullanılmıştır. Ekstraksiyonda 20 ml metanol/BHT/formik asit (99/0.5/0.5) çözgeni kullanılarak 30 dakika süreli ekstraksiyon yapılmıştır. Ekstrakt 4°C’de 10000 rpm’de 10 dk santrifüj edilmiş ve üstte kalan kısım 0.45 µm membran filtrelerden geçirilerek sıvı kromatografisine enjekte edilmiştir.

LC-DAD-ESI-MS/MS ile incirlerde fenol bileşikleri analizi: İncirlerin fenolik profillerinin belirlenmesinde Agilent 6430 Triple Quadrupole kütle-kütle spektroskopili yüksek performanslı sıvı kromatografisi (LC-MS/MS) kullanılmıştır. Her bir analiz 3’er tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Analizlerde kullanılan HPLC kolonu C18 ODS (25 x 4.6 mm x 5µ) kullanılmıştır. Analiz için enjeksiyon miktarı: 20 µL, dalga boyu farklı fenoliklerin tespit edilebilmesi için 280, 320, 360 ve 520 nm olarak ayarlanmıştır. Analizde taşıyıcı faz olarak su/formik asit (A, 95:5, v/v), metil alkol/ formik asit (B, 95/5, v/v) akış hızı: 0.6 ml/dak’dır. Bileşiklerin tanımlanmasında LC-MS/MS kullanılarak pozitif ve negatif modda çalışma gerçekleştirilmiştir (Kelebek, 2016).

Antioksidan kapasitenin belirlenmesi: İncirlerin antioksidan aktiviteleri DPPH ve

Kurutma İşlemlerinin İncirlerin (*Ficus carica* L.) Fenolik Bileşikler, Antioksidan Kapasite ve Diğer Önemli Bazı Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri

ABTS olmak üzere iki farklı yöntemle belirlenmiştir. Serbest radikalleri önleme yeteneğini ölçebilen DPPH (2,2, difenil 1-pikri hidrazil) kullanılarak ve metanol içerisinde gerçekleşen reaksiyonun zamana karşı değişiminin 515 nm'de UV-Vis (Schimadzu-UV1201-Kyoto-Japan) spektrofotometredeki ölçüm sonuçlarına göre yapılmıştır (Brand-Williams, Cuvelier, & Berset, 1995; Kelebek, Selli, Canbas, & Cabaroglu, 2009; Sánchez-Moreno, Larrauri, & Saura-Calixto, 1998). ABTS yöntemi Saafi, El Arem, Issaoui, Hammami, & Achour (2009) nın metoduna göre yapılmıştır. Bu yöntem için 7 mM ABTS (2,2'-Azino-bis 3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) 2.45 mM potasyumbisülfat ile hazırlanmış ve daha sonra bu solüsyon sodium asetat (pH 4.5) tamponu ile spektrofotometrede 734 nm dalga boyunda 0.700 ± 0.01 absorbans olacak şekilde sadeleştirilmiştir. Elde edilen absorbans değerleri Trolox (10–100 $\mu\text{mol/L}$) standart eğim çizelgesi ile hesaplanarak sonuçlar mmol/kg trolox cinsinden ifade edilmiştir. Elde edilen absorbans değerleri Trolox (10-100 $\mu\text{mol/L}$) standart eğim çizelgesi ile hesaplanarak sonuçlar mmol/kg trolox cinsinden ifade edilmiştir.

Renk analizleri: İncirlerin renk ölçümleri, Solomon vd. (2006)'in belirttiği yönteme göre Hunter Lab Scan (Hunter Associates Laboratory, Inc., Reston, VA, USA) cihazı kullanılarak L^* , a^* , b^* parametreleri kaydedilmiştir. ' L^* ' değeri parlaklığı (beyazlık veya açıklık koyuluk); '+ a^* ' değeri kırmızı; '- a^* ' değeri yeşil; '+ b^* ' değeri sarı ve '- b^* ' değeri mavi renkleri temsil etmektedir. Bu değerlere bağlı olarak aşağıdaki formüllere göre renk berraklığı (Chroma) ve renk tonu (Hue) değerleri de hesaplanmıştır.

$$\text{Renk berraklığı} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

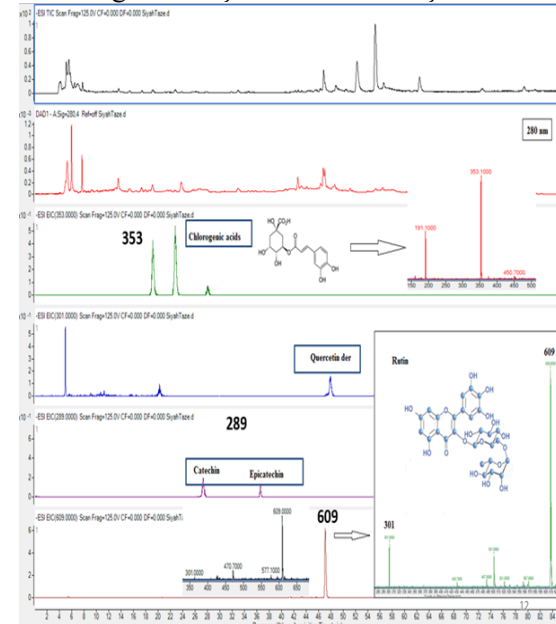
$$\text{Renk tonu} = \text{Arctan}(b^*/a^*).$$

İstatistiksel değerlendirme: Çalışma kapsamında incelenen incir örneklerinin analiz sonuçları uluslararası literatürlerle karşılaştırılarak ve elde edilen bulgular, SPSS 18.0 paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli bulunan farklılıklar Duncan çoklu

karşılaştırma testine göre değerlendirilmiştir. Öte yandan incir örneklerinin fenolik bileşikleri ve antioksidan kapasite verileri çok değişkenli veri analiz yöntemleri kullanılarak incirler arasındaki farklılıklar ve/veya benzerlikler belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma İncirlerin fenolik bileşimleri

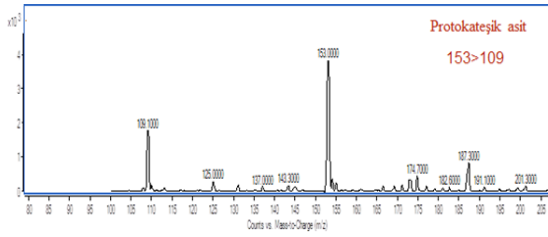
İncirlerde altısı fenolik asit ve türevi, ikisi flavan-3-ol, ikisi flavonol ve biri antosiyanin yapısında olan toplam 11 fenolik bileşik saptanmıştır. Bileşiklerin tanımlanmasında DAD detektörden elde edilen UV spektrumları ve LC-MS/MS spektrumlarından yararlanılmıştır. İncirlerde tanımlanan fenolik bileşiklerin bazılarının LC-ESI-MS/MS MRM kromatogramları Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. İncirlerde belirlenen fenolik bileşiklere ait kromatogramlar ve LC-MS/MS spektrumları

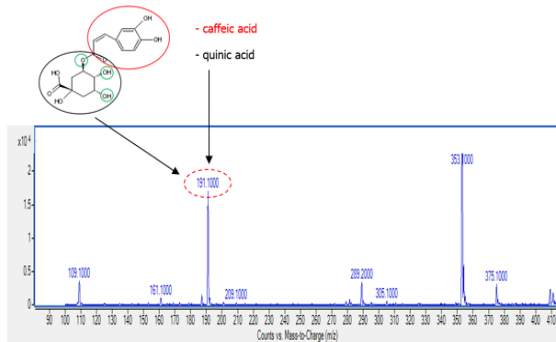
Fenolik asitlerin tanımlanmasında ana iyonun MRM geçişlerinden yararlanılmıştır. Protokatesik asiti 153>109 geçişi (Şekil 2) ve vanillik asitin 167>123 geçişlerindeki protonlanmış molekülün tipik CO₂ kaybını göstermektedir.

Kurutma İşlemlerinin İncirlerin (*Ficus carica* L.) Fenolik Bileşikler, Antioksidan Kapasite ve Diğer Önemli Bazı Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri



Şekil 2. Protocateşik asite ait LC-MS/MS spektrumu

3-O-Kaffeilkuinik asit, 5-O-kaffeilkuinik asit ve klorojenik asit türevi bileşik olmak üzere kuinik asitin hidroksisinnamik asitlerle oluşturduğu ester yapısında 3 adet bileşik saptanmıştır. Bileşiklerin DAD ile belirlenmesinde 326 nm dalga boyu kullanılmıştır. LC-MS/MS tanımlamalarında bu bileşiklerin negatif moda gözlemlenen ana iyonları m/z 353 olarak saptandı. Fragment iyonlar ise 3-CQA için m/z 191, 179 ve 3-CQA için ise m/z 191 olarak belirlenmiştir (Şekil 3). m/z 191 iyonu kuinik asitin deprotonlanmış molekül ağırlığıdır. Belirlenen bileşiklere ait ana ve fragment iyonlar yapılan diğer çalışmalar ile benzerlik göstermektedir (Kelebek, 2016).

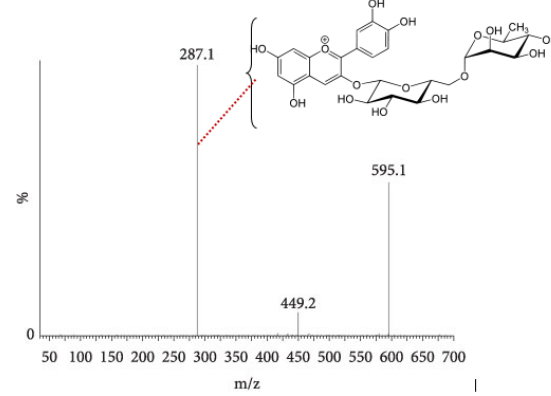


Şekil 3. 5-O- Kaffeilkuinik asite ait LC-MS/MS spektrumu

Kateşin ve epikateşinin tanımlanmasında 289 > 245 geçişleri esas alınmıştır. Alıkonma zamanları ve standart maddeler kullanılarak bileşikleri tanımlamaları yapılmıştır.

Siyanidin-3-rutinozitin tanımlanmasında LC-MS/MS de pozitif mod kullanılmıştır. 595 > 287 geçişi, UV spektrumu ve bileşiğe ait standart

kullanılarak bileşiğin tanımlaması ve miktarsal tayini yapılmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. Siyanidin 3-rutinozite ait MS-MS spektrumu

İncirlerde belirlenen fenolik bileşiklerin miktarları Çizelge 1'de verilmiştir. Görüldüğü gibi taze incirlerin toplam fenolik miktarı Bursa siyahında 313.02 mg/100g ve Sarılop incirlerinde ise 320.05 mg/100g kuru ağırlık (KA) olarak saptanmıştır.

Çizelge 1. Taze ve kurutulmuş incirlerin fenolik bileşimleri

	Taze		Kurutulmuş	
	Bursa Siyahı	Sarılop	Bursa Siyahı	Sarılop
Kateşin	24.83 ±0.09	33.58 ±0.13	13.24 ±0.73	20.92 ±0.30
Epikateşin	4.48 ±0.02	6.06 ±0.02	3.22 ±0.05	3.90 ±0.04
Protocateşik asit	5.92 ±0.03	11.45±0.05	4.27 ±0.10	6.55 ±0.09
Vanillik asit	17.15 ±0.04	10.99 ±0.03	11.88 ±0.16	7.45 ±0.05
Vanillik asit türevi	43.42 ±0.04	32.56 ±0.06	21.58 ±0.25	12.40 ±0.14
Klorojenik asit türevi	111.05 ±0.05	115.57 ±0.57	67.15 ±0.51	28.59 ±0.44
3-O-Kaffeilkuinik asit	10.87 ±0.05	34.67 ±0.15	6.77 ±0.15	21.33 ±0.32
5-O-Kaffeilkuinik asit	19.57±0.05	60.36 ±0.08	12.88 ±0.09	29.41 ±0.19
Rutin	52.90 ±0.05	14.69±0.21	28.10 ±0.36	8.77 ±0.09
Kuersetin-3-glukozit	8.91 ±0.04	0.56 ±0.02	6.44 ±0.12	0.39 ±0.02
Siyanidin-3-rutinozite	13.91 ±0.02	0.00	6.46 ±0.16	-
Toplam (mg/100 g kuru ağırlık)	313.02	320.50	182.00	139.70

Kurutma İşlemlerinin İncirlerin (*Ficus carica* L.) Fenolik Bileşikler, Antioksidan Kapasite ve Diğer Önemli Bazı Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri

Kurutulmuş incirlerdeki miktarlar ise Bursa siyahı ve Sarılop için sırasıyla 182.0 mg/100g ve 139.7 mg/100g KA'dır. Tanımlanan fenolik bileşenlerden 5-O- kaffeilkuinik asit ve klorojenik asit türevi baskın olan bileşikler olarak belirlenmiştir. Kurutma işlemi Bursa siyahı ve Sarılop incir çeşitlerinin klorojenik asit ve türevi içeriğinde önemli değişikliğe sebep olduğu gözlemlenmiştir. Bunun yanında flavan-3-ol yapısındaki bileşiklerden kateşin ve epikateşin belirlenmiştir. Taze ve kurutulmuş incirlerde kateşin bileşiği baskın olarak saptanmış ve Sarılop incirler kateşin bakımından Bursa siyahına göre daha zengin olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda kurutma işleminin Sarılop inciri için kateşin ve epikateşin içeriğinde sırasıyla %37.7 ve %35.6'lık azalmaya neden olduğu, Bursa siyahı incirindeki kayıpların ise sırasıyla %46.6 ve %28 olarak saptandığı bildirilmiştir. Kurutma işlemi sonrasında, Bursa siyahı incirlerinin kateşin içerikleri ve Sarılop incirlerinin epikateşin içeriklerindeki değişiklikler istatistiksel yönden önemli ($p < 0.05$) bulunmuş, Sarılop incirlerinin kateşin içerikleri ve Bursa siyahı incirlerinin epikateşin içerikleri arasındaki farklılıklar önemsiz ($p > 0.05$) olarak bulunmuştur.

İncirlerde rutin ve kuersetin-3-glikozit olmak üzere iki adet flavonol bileşiği saptanmıştır. Taze ve kurutulmuş her iki çeşit incirde de rutin bileşiği baskın olarak saptanmıştır (Çizelge 1). Antosiyanin grubu bileşiklerden siyanidin-3-rutinozid Bursa siyahı incirlerde saptanmıştır. Taze Bursa siyahı incirlerde bu bileşiğin miktarı 13.9 mg/100g, kurutulmuş incirlerde ise 6.46 mg/100g olarak saptanmıştır. Bursa siyahı incirlerde kurutma işlemine bağlı olarak önemli azalma (%53.5) saptanmıştır. Yapılan çalışmalarda da kurutma işleminin benzer olarak, bursa siyahı incir çeşidinin antosiyaninleri üzerinde %98'e kadar azalmaya yol açtığı bildirilmektedir (Kamiloğlu, 2012).

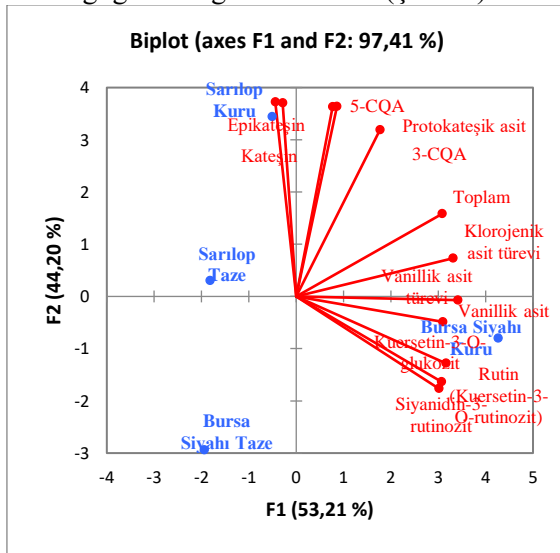
Vallejo vd. (2012) yaptıkları çalışmada, çalışmamıza benzer olarak, İspanya'da yetiştirilen 18 incir çeşidinin baskın fenolik bileşeninin klorojenik asit olduğunu

bildirmişlerdir. Ayrıca, çalışmada değerlendirilen kırmızı ve siyah incir çeşitlerinde, bu incirlerin renklerinden sorumlu olan siyanidin-3-rutinozid de tespit edildiği belirtilmektedir.

Oliveira vd. (2009) Portekiz'de yetiştirilen iki sarı incir çeşidinin fenolik profillerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, örneklerin benzer fenolik profile sahip olduğu ve klorojenik asit, neoklorojenik asit, ferulik asit, kuersetin 3-O-glukozit, rutin, psoralen ve bergapten bileşiklerinin tüm örneklerde saptandığını bildirmişlerdir. Bu bileşiklerdeki en yüksek miktarlar yapraklarda, en düşük miktar ise pulp kısmında tespit edilmiştir. "Pingo de Mel" tipi incirlerin kabukları ve pulparı haricinde, tüm örneklerde baskın bileşiğin rutin (% 42-87) olduğu saptanmıştır. "Pingo de Mel" tipi incirlerin kabuklarındaki baskın bileşik ise 3.2 mg/kg miktarıyla klorojenik asit olduğu ve pulplarında ise 32.9 mg/kg miktarıyla baskın bileşiğin neoklorojenik asit olduğu belirtilmiştir. "Pingo de Mel" ve "Branca Traicional" tipi incirlerin kabuklarında en fazla bulunan bileşik olan rutin miktarı sırasıyla 14585.8 ve 17440.4 mg/kg olarak bildirmişlerdir. "Branca Traicional" tipi incirlerin kabuklarındaki ve pulplarındaki baskın bileşik sırasıyla 629.6 mg/kg ve 64.6 mg/kg miktarıyla rutindir. Bunun yanında Veberic vd. (2008) Slovenya'nın kıyı bölgelerinde yetiştirilen üç farklı incirdeki (Škofjotka" sarı incir, Crna petrovka ve Miljska figa siyah incir) fenolik bileşikleri ultrasonik ekstraksiyon işlemi sonrasında HPLC yöntemi kullanarak analiz etmişler gallik asit, klorojenik asit, (-) epikateşin, (+) kateşin, şiringik asit ve rutin olmak üzere 6 farklı fenolik bileşik tanımlamışlardır. Analizin sonucunda incirlerde en baskın fenolik bileşiğin rutin (28.7 mg/100 g) olduğu saptanmıştır. Rutin bileşiğini, (+) kateşin (4.03 mg/100 g), klorojenik asit (1.71 mg/100 g meyve), (-) epikateşin (0.97 mg/100 g meyve), gallik asit (0.38 mg/100 g) ve şiringik asit (0.10 mg/100 g) takip etmektedir. Siyah çeşitlerin fenolik bileşik içeriğinin, sarı çeşitlerinkine göre daha yüksek olduğu dikkati çekmektedir.

Kurutma İşlemlerinin İncirlerin (*Ficus carica* L.) Fenolik Bileşikler, Antioksidan Kapasite ve Diğer Önemli Bazı Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri

Temel bileşen analizi (PCA) çok değişkenli veri setlerini temel bileşenler sayısına azaltarak analiz etmekte sıklıkla kullanılan yöntemlerden biridir. Bu çalışmada, Sarılop ve Bursa siyahı incir çeşitlerinin fenolik bileşiklerine göre PCA ikili grafiği elde edilmiştir. PCA analizinde birinci bileşen toplam değişkenliği en çok açıklayan değişkendir. İkinci bileşen kalan değişkenliği en çok açıklayan değişkendir. Uygulanan PCA analizi sonucunda, birinci bileşen toplam değişkenliğin %53.21'ini ikinci bileşen kalan değişkenliğin %44.20'sini açıklamaktadır. Elde edilen ikili grafikte görüldüğü gibi Sarılop ve Bursa siyahı incirleri fenolik bileşenlerine göre grafiğin farklı bölgelerinde gruplanmıştır. Sarılop kuru incir örneği kateşin ve epikateşin bileşikleriyle karakterize olurken, Bursa siyahı kuru incir örneği vanilik asit, vanilik asit türevi, rutin, kuersetin-3-O-glukozit ve siyanidin-3-rutinozit bileşikleriyle karakterize olmuştur. Taze Sarılop ve Bursa siyahı incir örneklerinin karakterizasyonunda öne çıkan fenolik bileşikler olmadığı grafikte görülmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. İncirlerin PCA analizleri

Antioksidan aktivite değerleri

Antioksidan aktivite tayini ABTS ve DPPH olmak üzere iki yöntem kullanılarak belirlenmiştir. ABTS yöntemi kullanarak

hesaplanan antioksidan aktivite değeri, aynı örnek için, DPPH yönteminden elde edilen verilerden daha yüksek olarak saptanmıştır (Çizelge 2). Bunun sebebinin incir çeşitlerinin içerdiği hidrofilik antioksidan etkili bileşiklerin, ABTS yönteminde daha iyi absorban vermeye olduğu düşünülmektedir. Ancak, iki yöntem arasında yüksek korelasyon bulunmuştur. Örnekler bazında değerlendirildiğinde ise Bursa siyahı örneğinin içerdiği antosiyaninler sebebiyle, antioksidan kapasitesinin Sarılop'a göre yaklaşık 2 kat yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara benzer olarak, Çalışkan ve Polat (2011) Akdeniz bölgesinde yetiştirilen 76 incir çeşidi üzerinde yaptıkları çalışmada, siyah incir çeşitlerinin antioksidan özelliklerinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Araştırma sonucunda yeşil kabuklu incirlerin toplam fenolik madde miktarlarını 54.3 mg GAE/100 g, sarı kabuklu incirlerde 49.2 mg GAE/100 g, mor kabuklu incirlerde 64.0 mg GAE/100 g ve siyah kabuklu incirlerde ise 118.9 mg GAE/100 g olarak saptamışlardır.

Çizelge 2. Taze ve kurutulmuş incirlerin organik asit, şeker ve antioksidan kapasite değerleri

	Taze		Kurutulmuş	
	Bursa Siyahı	Sarılop	Bursa Siyahı	Sarılop
Organik asitler (g/kg)				
Sitrik asit	4.99	2.82	1.68	1.62
	±0.02	±0.01	±0.03	±0.02
Malik asit	3.86	2.46	4.09	2.79
	±0.00	±0.01	±0.02	±0.02
Toplam	8.85	5.29	5.77	4.40
	±0.02	±0.01	±0.04	±0.01
Şekerler (g/kg)				
Sakkaroz	1.29	0.92	2.44	2.83
	±0.01	±0.01	±0.02	±0.03
Glikoz	147.01	115.96	130.48	140.84
	±0.61	±0.71	±1.05	±1.33
Fruktoz	151.85	113.14	139.55	147.68
	±0.63	±0.69	±1.12	±1.40
Toplam	300.14	230.01	272.47	291.35
	±1.25	±1.41	±2.19	±2.89
Antioksidan kapasite				

Kurutma İşlemlerinin İncirlerin (*Ficus carica* L.) Fenolik Bileşikler, Antioksidan Kapasite ve Diğer Önemli Bazı Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri

DPPH (mM)	7.21	3.88	5.41	3.21
Trolox/100g	±0.01	±0.01	±0.03	±0.02
ABTS (mM)	12.47	6.98	9.68	5.70
Trolox/100g	±0.02	±0.03	±0.02	±0.01

Organik asit ve şeker değerleri

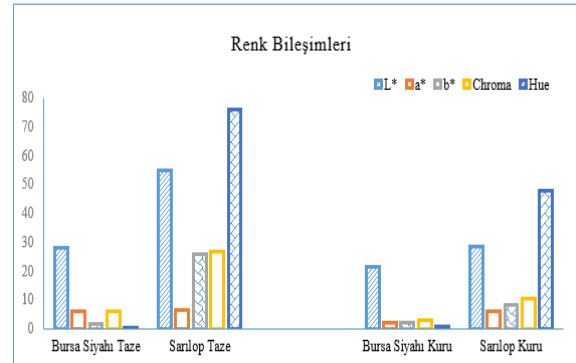
İncir çeşitlerinin şeker ve organik asit içeriği Çizelge 2’de verilmiştir. Bursa siyahı ve Sarılop incir çeşitlerinin içerdiği toplam şeker miktarı 300.14 ve 230.01 g/kg KA olarak belirlenmiştir. Örneklerin şeker içeriğinde kurutmaya bağlı önemli bir değişiklik tespit edilmemiştir. Çalışmamızda elde edilen verilerin, yapılan önceki çalışmalar ile benzerlik gösterdiği, glikoz ve fruktozun eşit miktarlarda ve baskın olduğu saptanmıştır (Slatnar vd. 2011). Taze ve kurutulmuş incirlerdeki glikoz ve fruktoz miktarı baskın olup G/F oranı yaklaşık 1 dolayındadır.

İncir çeşitlerinde sitrik ve malik asit olmak üzere iki organik asit tespit edilmiştir. Organik asit profili açısından, incir çeşitleri arasında önemli farklılık görülmemiştir. Organik asitlerin dağılımına bakıldığında sitrik asit taze incirlerde baskın olan asitken kurutulmuş incirlerde malik asit baskın olarak saptanmıştır. Bunun yanında kurutma işlemi, organik asitleri degradasyona uğratmış ve toplam organik asit içeriğinde Bursa siyahı incir çeşidinde %34.8 oranında, Sarılop’ta ise %16.8’lik azalmaya sebebiyet vermiştir.

Renk analiz değerleri

Taze ve kurutulmuş incirlerin kalitesinin belirlenmesinde renk önemli bir parametredir. Bu amaçla taze ve kurutulmuş incirlerin renk bileşimleri belirlenmiştir ve elde edilen veriler Şekil 6’da verilmiştir. Bilindiği gibi, CIE L*, a*, b* sisteminde L* değeri aydınlık derecesi (lightness) olarak tanımlanmakta ve bu değer 0 (siyah) ile 100 (beyaz) arasında değişmektedir. CIE a* değeri, 0 ile 60 arasında değişmekte olup, pozitif a* değerleri kırmızı, negatif a* değerleri ise yeşil rengi göstermektedir. CIE b* değerleri de, 0 ile 60 arasında değişmekte; pozitif b* değerleri sarı, negatif b* değerleri ise mavi rengi göstermektedir. a* ve b* değerlerinin 0 olması, örneğin rensiz (akromatik) olduğunu göstermektedir. CIE C* (kroma, chroma) değeri, renk doygunluğu veya renk yoğunluğu

(saturation) ile ilgili bir nitelik olup 0 ile 60 arasında değişmekte ve renk düzleminin merkezinde 0 (mat, dull) ve merkezden uzaklaştıkça parlak (vivid) tonlar artmaktadır. h° (hue) değeri ise, renk tonu veya renkle ilgili bir nitelik olup, 0°–360° arasında değişmekte; 0° ve 360° kırmızı-mor, 90° sarı, 180° yeşil ve 270° mavi olarak değerlendirilmektedir. Bu bilgiler ışığında, taze siyah incir örneğinin kırmızı ve mor renkte olduğu söylenebilir. Kurutma işlemi ise, siyah incirin parlaklık değerinde az da olsa düşüşe sebep olmuştur. Diğer renk kriterlerinde ise önemli bir değişiklik görülmemektedir. Buna karşın sarı incir çeşidi incelendiği zaman, kurutmanın sarı renkte azalmaya neden olduğu gözlemlenmiştir. Parlaklık değerinde keskin bir düşüş olmuştur. Kurutma işlemi, siyah incire göre, sarı incirin renk değerlerinde daha büyük değişikliklere sebep olmuştur.



Şekil 6. İncirlerin renk bileşimleri

SONUÇ

Çalışmamızda, ülkemizde ve Akdeniz bölgesinde ticari değere sahip Sarılop ve Bursa siyahı incir çeşitleri üzerine, incirin en önemli değerlendirme alanlarından biri olan kurutmanın, fizikokimyasal ve biyokimyasal kalitesi üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışma sonuçları incelendiğinde, hem Bursa siyahı hem de Sarılop incir çeşitlerinin önemli miktarlarda fenolik bileşik içerdiği ve yüksek antioksidan kapasite gösterdiği belirlenmiştir. Kurutma işleminin ise, bu özellikler üzerinde olumsuz etkisi olduğu ve bunun ısı uygulaması sonucu fenolik maddelerin parçalanmasından dolayı olduğu düşünülmüştür. Bursa siyahı’nda Sarılop

Kurutma İşlemlerinin İncirlerin (*Ficus carica* L.) Fenolik Bileşikler, Antioksidan Kapasite ve Diğer Önemli Bazı Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri

incir çeşidinden farklı olarak antosiyanin grubu bileşik olan siyanidin-3-rutinozit tespit edilmiştir. Bu sonuçlar göz önüne alındığında, kuru incir tüketiminin sadece tatlı benzeri ürün ikamesi olması açısından değil, aynı zamanda yüksek fenolik bileşen içeriği nedeniyle de teşvik edilmesi gerektiği sonucuna ulaşılabilir. Ayrıca, çalışmamızda görülen kurutmanın fenolik içerik üzerine olumsuz etkisi, ileriki çalışmalarda farklı süre ve sıcaklıklarda değerlendirilerek, optimum kurutma koşullarının belirlenmesi yönünde genişletilebileceği görülmüştür.

“Bu çalışma Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar ve Projeler Birimi tarafından, proje numarası BAP-16103003 ile desteklenmiştir.”

KAYNAKLAR

- Barolo, M. I., Ruiz Mostacero, N., & López, S. N. (2014). *Ficus carica* L. (Moraceae): An ancient source of food and health. *Food Chemistry*, 164, 119-127. doi:10.1016/j.foodchem.2014.04.112
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.-E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lwt-Food Science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Caliskan, O., & Polat, A. A. (2012). Morphological diversity among fig (*Ficus carica* L.) accessions sampled from the Eastern Mediterranean Region of Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 36(2), 179-193. doi:10.3906/tar-1102-33
- Çalışkan, O., & Polat, A. (2011). Phytochemical and antioxidant properties of selected fig (*Ficus carica* L.) accessions from the eastern Mediterranean region of Turkey. *Scientia Horticulturae*, 128(4), 473-478. doi:10.1016/j.scienta.2011.02.023
- Flores, P., Hellin, P., & Fenoll, J. (2012). Determination of organic acids in fruits and vegetables by liquid chromatography with tandem-mass spectrometry. *Food Chemistry*, 132(2), 1049-1054. doi:10.1016/j.foodchem.2011.10.064
- Kamiloğlu, S. (2012). *Effect of sun-drying on polyphenols and in vitro bioavailability of Sarilop and Bursa siyahi figs (Ficus carica l.)*. Istanbul Technical University.
- Kelebek, H. (2016). LC-DAD-ESI-MS/MS characterization of phenolic constituents in Turkish black tea: Effect of infusion time and temperature. *Food Chemistry*, 204, 227-238.
- Kelebek, H., Selli, S., Canbas, A., & Cabaroglu, T. (2009). HPLC determination of organic acids, sugars, phenolic compositions and antioxidant capacity of orange juice and orange wine made from a Turkish cv. Kozan. *Microchemical Journal*, 91(2), 187-192. doi:10.1016/j.microc.2008.10.008
- Oliveira, A. P., Valentao, P., Pereira, J. A., Silva, B. M., Tavares, F., & Andrade, P. B. (2009). *Ficus carica* L.: Metabolic and biological screening. *Food and Chemical Toxicology*, 47(11), 2841-2846. doi:10.1016/j.fct.2009.09.004
- Perez, C., Canal, J. R., & Torres, M. D. (2003). Experimental diabetes treated with ficus carica extract: effect on oxidative stress parameters. *Acta Diabetologica*, 40(1), 3-8.
- Saafi, E. B., El Arem, A., Issaoui, M., Hammami, M., & Achour, L. (2009). Phenolic content and antioxidant activity of four date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruit varieties grown in Tunisia. *International Journal of Food Science and Technology*, 44(11), 2314-2319. doi:10.1111/j.1365-2621.2009.02075.x
- Sánchez-Moreno, C., Larrauri, J. A., & Saura-Calixto, F. (1998). A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 76(2), 270-276.
- Slatnar, A., Klancar, U., Stampar, F., & Veberic, R. (2011). Effect of drying of figs (*Ficus carica* L.) on the contents of sugars, organic acids, and phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(21), 11696-11702.

Kurutma İşlemlerinin İncirlerin (*Ficus carica* L.) Fenolik Bileşikler, Antioksidan Kapasite ve Diğer Önemli Bazı Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri

- Solomon, A., Golubowicz, S., Yablowicz, Z., Grossman, S., Bergman, M., Gottlieb, H. E., Flaishman, M. A. (2006). Antioxidant activities and anthocyanin content of fresh fruits of common fig (*Ficus carica* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(20), 7717-7723. doi:10.1021/jf060497h
- Şahin, U., & Öztürk, H. K. (2016). Effects of pulsed vacuum osmotic dehydration (PVOD) on drying kinetics of figs (*Ficus carica* L.). *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 36, 104-111. doi:10.1016/j.ifset.2016.06.003
- Vallejo, F., Marín, J. G., & Tomás-Barberán, F. A. (2012). Phenolic compound content of fresh and dried figs (*Ficus carica* L.). *Food Chemistry*, 130(3), 485-492. doi:10.1016/j.foodchem.2011.07.032
- Veberic, R., Jakopic, J., & Stampar, F. (2008). Internal Fruit Quality of Figs (*Ficus Carica* L.) in the Northern Mediterranean Region. *Italian Journal of Food Science*, 20(2).
- Viuda-Martos, M., Barber, X., Pérez-Álvarez, J. A., & Fernández-López, J. (2015). Assessment of chemical, physico-chemical, techno-functional and antioxidant properties of fig (*Ficus carica* L.) powder co-products. *Industrial Crops and Products*, 69, 472-479. doi:10.1016/j.indcrop.2015.03.005



Seralarda Isı Gereksiniminin Isıtma-Derece-Saat (HDH) Değerlerinden Gidilerek Belirlenmesi

A.Nafi Baytorun^{1*} Zeynep Zaimoğlu² Özkan Güğercin¹

Özet

Bir iklimin sertliği derece-gün cinsinden hassasiyetle karakterize edilebildiğinden, derece-gün yöntemi ile yapıların ısıtma veya soğutma enerji ihtiyacını belirlemek mümkündür. Isıtma-Derece-Gün (HDD) değerleri TS 825 standartlarına göre belirlenmiştir. Ancak seralarda ısı gereksiniminin HDD değerlerine göre belirlenmesi hatalı sonuçlara neden olmaktadır. Bu durum seranın şeffaf bir örtü ile kaplanması sonucu gündüz saatlerinde seraya ulaşan güneş ışınımı nedeniyle sıcaklığın dış sıcaklıktan çok yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

Ilıman iklim bölgelerinde kurulan seralarda DIN 4701 standartlarına göre hesaplanan ısı gereksinimleri HDD yöntemine göre hesaplanan değerlerden %17 farklılık göstermektedir. Bu fark seraların gündüz saatlerinde ısıtıldığı soğuk iklim bölgelerinde daha da büyümektedir. Belirtilen nedenle yapılan bu çalışmada ısıtılmayan ve belli bir sıcaklığa kadar havalandırılmayan serada ortaya çıkan sıcaklık değerleri hesaplanarak kabul edilen farklı eşik sıcaklıkları için Isıtma-Derece-Saat (HDH) değerleri belirlenmiştir. HDH değerlerinden gidilerek hesaplanan ısı gereksinimleri DIN 4701 standartlarına göre yapılan hesaplamalarla uyumlu olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Sera ısıtma, Isıtma-Derece-Gün, Isıtma-Derece-Saat

Determination of Heat Requirement in Heating-Degree-Hour (HDH) Values

Summary

Since a climate can be characterized with precision in degrees-day, it is possible to determine the heating or cooling energy requirements of the structures by the degree-day method. Heating-Degree-Day (HDD) values are determined according to TS 825 standards. However, determining the heat requirement in the greenhouse according to the HDD values results in erroneous results. This is due to the fact that the temperature of the greenhouse is higher than the outside temperature due to the effect of the solar radiation reaching the final result of covering the greenhouse with a transparent cover.

The heat requirements calculated in accordance with DIN 4701 standards in temperate climatic zones differ by 17% from the values obtained according to the HDD method. This difference is even greater in cold climate regions where greenhouses are heated during daylight hours. In this study, the temperature values in the unheated and unventilated greenhouse were calculated and the heating-degree-hour (HDH) values were determined for different accepted threshold values. These calculated values are the HDD values corrected in one place. The heat requirements calculated from the HDH values are in good agreement with the calculations made according to DIN 4701 standards.

Keywords: Greenhouse heating, Heating-Degree-Day, Heating-Degree-Hour

Giriş

Yapıların ısı gereksinimi normal ve özel koşullar için önceleri DIN 4701 şimdilerde DIN EN 12831 standartlarına göre hesaplanmaktadır. Seralar özel hesaplama koşullarına girerler. Seraların ısı gereksinimi örtü malzemesinden transmisyon (Φ_T) ve istenmeyen açıklıklardan infiltrasyon (Φ_L) yolu ile kaybolan ısı kayıplarının toplamına eşittir (von Zabeltitz, 1986; Baytorun, 2016). Isı gereksinimi, belirlenmiş iç ve hakim çevre sıcaklığına bağlı olarak birim zamanda seraya verilmesi gerekli ısı miktarıdır. Diğer bir ifade ile dış iklim koşullarına bağlı olarak değişen sera iç koşullarında, serada istenen sıcaklığı sağlamak amacıyla verilen ısı miktarıdır. Isıtma sistemleri belirli çevre koşullarında seranın ısı ihtiyacını karşılayacak şekilde projelendirilmelidir.

Genelde seralarda ısı gereksinimi, ortalama sıcaklık değerlerinden gidilerek hesaplanır. Ancak hesaplamalarda günlük ortalama sıcaklığın esas alınması, sıcaklığın yüksek olduğu geçiş dönemlerinde (Mart, Kasım) veya serada sıcaklığın düşük tutulduğu koşullarda hatalı sonuçların elde edilmesine neden olmaktadır (Tantau, 1983). Örneğin, dış sıcaklık ortalamasının 16°C olduğu günlerde serada sıcaklığın 16°C arzu edilmesi durumunda ısıtmaya ihtiyaç duyulmamaktadır. Oysa günlük ortalama 16°C bu değer altında ve üstünde sıcaklık değerlerini kapsamaktadır. Belirtilen nedenle sıcaklık ortalamasının yüksek olduğu dönemlerde, günün belli saatlerinde ısıtmaya gereksinim duyulmasına rağmen ortalama değer nedeniyle ısı gereksinimi hesaplanmamaktadır.

Serada ısı gereksiniminin hesaplanmasında yapılan hatalardan bir diğeri, belirli bir sıcaklığa göre hesaplanan ısı gücünün ısıtma süresi boyunca aynı kabul edilmesidir. Oysa serada ihtiyaç duyulan ısı gücü dış sıcaklık değerlerine göre değişim göstermektedir. Seralarda ısı gereksinimi saatlik değerlere göre hesaplanan ısı gücü değerlerinin toplamına eşittir (Meyer, 2008). Belirtilen nedenle serada ısı gereksinimi her saat için hesaplanan ısı gücünün toplamından gidilerek yapılmalıdır.

Çanakçı vd. (2013) Antalya için ısı gereksinimini her ayın gece saatlerinde ortaya çıkan sıcaklık ortalamalarını ve gece uzunluğunu dikkate alarak belirlemişlerdir. Von Zabeltitz (2011) Akdeniz ülkelerinde bulunan plastik seralar için ısı gereksinimini Hallaire'nin yöntemini kullanarak en düşük, en yüksek sıcaklık değerlerine ve bölgenin enlem derecesine bağlı gün uzunluğu değerlerinden giderek belirlemiştir.

Damrath (1980) yaptığı çalışmada her yıl için saatlik olarak hesapladığı ısı gereksinimi değerlerinin, uzun yıllar için ortalamasını alarak belirlemiştir. Uzun yıllık iklim değerlerinin saatlik ortalamalarının alınması ile yapılan hesaplamalarda, serada sıcaklık değerinin düşük alındığı ve dış sıcaklık değerinin yüksek olduğu durumlarda ortaya çıkan hata büyükmektedir. Damrath ve Klein (1983) Trier (Almanya) için ısı enerjisi gereksinimini saatlik değerlerden giderek hesaplamışlardır.

Üstün (1993), Baytorun vd. (2012), yaptıkları çalışmada Adana; Önder (1998) Antakya ili için HORTEx uzman sistemi ile saatlik değerlerden giderek belirtilen iller için gerekli olan yakıt tüketimlerini hesaplamışlardır.

Seralarda gündüz saatleri için yapılan ısı gereksinimi hesaplamalarında serada ihtiyaç duyulan ısı gereksiniminden, güneşten kazanılan ısı enerjisi düşülmektedir. Seraya ulaşan güneş ışınımının bir kısmı duyulur ısıya dönüşürken, belirli bir kısmı da suyun buharlaşmasında ve fotosentezde kullanılır. Seraya ulaşan güneş ışınımının duyulur ısıya dönüşüm faktörü (η) 0.7 olarak kabul edilmiştir (Damrath, 1980; Tantau, 1983; von Zabeltitz, 1986;). Ancak son yıllarda yapılan çalışmalarda güneş ışınımının duyulur ısıya dönüşüm faktörü (η) serada üretilen bitkinin yaprak alan indeksine (LAI) bağlı olarak 0-1 arasında değiştiği belirlenmiştir (Schmidt, 2008; Tantau, 2013). Serada domates ve hıyar gibi büyük yaprak alan indeksine sahip bitkilerin üretildiği koşullarda η değeri bitkinin tam olgunluk evresinde küçülerek 0'a yaklaşmaktadır (Tantau, 2013).

Serada ısı gereksiniminin hesaplanmasında güneş ışınımının duyulur ısıya dönüşüm oranı yanında, serada depolanan ısı enerjisinin neden olduğu sıcaklık yükselmesinin de dikkate alınması daha sağlıklı sonuçların elde

edilmesi için gereklidir (Rath, 1992). Von Zabeltitz (2011) Akdeniz bölgesindeki seralarda ısı gereksiniminin hesaplanmasında sıcaklık yükselmesinin 1°C – 2°C alınabileceğini ifade etmektedir.

Serada ortaya çıkan sıcaklık yükselmesi gündüz saatlerinde seradaki sıcaklık ortalaması ile takip eden gece saatlerindeki sıcaklık ortalamaları farkına bağlı olarak değişmektedir (Rath, 1992, 1994). Rath (1992) Almanya koşullarında cam seralarda maksimum sıcaklık yükselmesinin 7°C olarak alınabileceğini, ancak bu sıcaklık yükselmesinin azalan dış sıcaklığa göre 0°C'ye kadar düşebileceğini belirlemiştir. Aynı araştırmacı serada sıcaklık yükselmesinin sera tipine bağlı olarak değişim gösterdiğini ifade etmiştir (Rath, 1994).

Von Zabeltitz (2011) eserinde serada ısı gereksiniminin saatlik iklim değerlerinden giderek en doğru şekilde hesaplanabileceğini ifade etmektedir. Ancak saatlik iklim değerlerine (sıcaklık, rüzgar hızı ve güneş ışınımı) göre hesaplamaların yapılması, saatlik iklim verilerinin teminindeki zorluk yanında oldukça fazla zaman ve bilgisayar desteği gerektirmektedir. Bu amaçla son yıllarda seralarda ısı gereksinimi hesaplama modelleri farklı araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. Türkiye'nin farklı iklim bölgelerinde kurulan farklı donanımlara sahip seraların ısı gereksinimleri ve ısıtma sistemleri için gerekli olan parametreler ISIGER-SERA uzman sistem modeliyle kolaylıkla hesaplanabilmektedir. ISIGER-SERA uzman sistem modeli, ısı gereksinimini, seranın tipine, donanımına (ısı perdesi ve sızdırmazlığı, ısıtma sisteminin tipi, aydınlatma) ve dış iklim koşullarına göre serada ortaya çıkan gerçek sıcaklık ve sıcaklık yükselmesini dikkate alarak hesaplamaktadır (Baytorun, vd., 2016).

Günümüzde binalarda enerji analizi için karmaşık ve gelişmiş yöntemler mevcut olmasına rağmen en basit enerji tahmin tekniklerinden olan derece-gün yöntemi önemini korumaktadır. Derece-gün yönteminde bir binanın enerji ihtiyacı temelde, binanın iç ortam sıcaklığı ile ilgili denge noktası sıcaklığı ve binanın bulunduğu yerin dış sıcaklığı arasındaki fark ile doğru orantılıdır. Şayet binanın iç ortam sıcaklığı ve iç ısı kazançları sabit ise, derece-gün

yöntemlerinden elde edilen değerlerle, binanın ısıtma veya soğutma ihtiyacı için gerekli enerji iyi bir hassasiyetle tahmin edilebilir (Büyükalaca vd., 2000, 2001).

Burgholzer ve Bogner (1997) yaptıkları çalışmalarda seralarda ısı gereksinimini derece-gün değerlerinden giderek hesaplamışlardır. Ancak seraların şeffaf örtü malzemesi nedeniyle ısı kazançları sabit olmadığından bu yöntemle ısı gereksinimi hesaplamalarında büyük sapmalar ortaya çıkmaktadır.

Güneş ışınımı gündüz saatlerinde serada sıcaklığın yükselmesine önemli derecede etki eder. Özellikle belirli bir sıcaklığa kadar havalandırılmayan seralarda iç sıcaklık dış sıcaklık değerinin çok üstüne yükselmektedir. Belirtilen nedenle oldukça pratik olan ısıtma-derece-gün yönteminin seralarda ısı gereksinimi hesaplamalarında kullanılması gerçek değerlerden farklı sonuçların elde edilmesine neden olabilmektedir.

Yapılan bu çalışmada ısıtma-derece-gün yöntemindeki güneş ışınımı eksikliğin giderilmesi amacıyla, güneş ışınımına bağlı serada ortaya çıkan sıcaklık dikkate alınarak hesaplanan ısıtma-derece-saat (HDH) değerlerinden gidilerek oldukça basit bir yöntemle seralarda ısı gereksiniminin hesaplanması, elde edilen sonuçların ısıtma-derece-gün (HDH) ve DIN 4701 standartlarına göre hesaplanan sonuçlarla karşılaştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Seralarda ısı gereksinimi öncelerde DIN 4701 şimdilerde DIN EN 12831 standartlarında belirtilen esaslara göre 1 nolu eşitlik yardımı ile hesaplanmaktadır.

$$\Phi_{CS} = \sum_1^{8760} (A_C * U_{CS} * (\theta_i - \theta_o) - A_G * I * \tau * \eta) * t_{si} \quad (1)$$

Eşitlikte;

Φ_{CS} : Sera ısı gereksinimi (W)

A_C : Sera örtü yüzey alanı (m²)

U_{CS} : Isı gereksinim katsayısı (W.m⁻²K⁻¹)

θ_i : Serada arzulan sıcaklık (°C)

θ_o : Dış sıcaklık (°C)

A_G : Sera taban alanı (m²)

I : Güneş ışınımı (W.m⁻²)

τ : Örtü malzemesinin geçirgenliği (-)

η : Güneş ışınımının duyulur ısıya dönüşüm faktörü (-)

t_{si} : Simulasyon zaman dilimi (1 h)

Eşitlikte $A_c * U_{cs} * (\theta_i - \theta_o)$ örtü yüzeyinden transmisyon ve infiltrasyonla ortaya çıkan ısı kayıplarını, $A_G * I * \tau * \eta$ güneşten kazanılan ısıyı ifade etmektedir.

Serada güneş ışınımına bağlı olarak ortaya çıkan teorik sıcaklık dikkate alınarak ısı gereksinimi 2 nolu eşitlik yardımı ile hesaplanabilir.

$$\Phi_{cs} = \sum_{n=1}^{8760} (A_c * U_{cs} * (\theta_{in} - \theta_{i,oHn})) * t_{si} \quad (2)$$

Eşitlikte;

$\theta_{i,oH}$: Isıtmasız serada güneş ışınımına bağlı hesaplanan sıcaklık [°C]

n : Yılın saatleri

Seraya ulaşan güneş ışınımına bağlı olarak ısıtılmayan ve belli bir sıcaklığa kadar havalandırılmayan serada ortaya çıkan sıcaklık 3 nolu eşitlik yardımı ile hesaplanır (Rath, 1992).

$$\theta_{i,oH} = \frac{A_G * I * \tau * \eta}{A_c * U_{cs}} + \theta_o \quad (3)$$

Isı gereksiniminin hesaplanmasında gerekli olan ısıtma-derece-saat (HDH) değerleri, farklı eşik sıcaklıkları için dış sıcaklık yerine belli bir sıcaklığa kadar havalandırılmayan serada ortaya çıkan sıcaklık dikkate alınarak 4 nolu eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır. Isıtma-derece-saat (HDH) serada ortaya çıkan sıcaklık ve eşik sıcaklık farkının $(\theta_{i,oH} - \theta_{ET})$ pozitif olduğu değerler toplanarak Eşitlik 4'le hesaplanmıştır.

$$HDH = \sum_1^{8760} (\theta_{i,oH} - \theta_{ET}) \quad (4)$$

Eşitlikte;

HDH : Isıtma-derece-saat

θ_i^* : Isıtılmayan ve belli bir sıcaklığa kadar havalandırılmayan seradaki sıcaklık (°C)

θ_{ET} : Eşik sıcaklığı

Yapılan çalışmada, ısıtma-derece-saat (HDH) değerleri illerin uzun yıllık saatlik sıcaklık ve güneş ışınımı değerlerinden 13°C - 20°C arasındaki eşik değerler için hesaplanmıştır.

Serada ısı gereksinimi rüzgar hızına bağlı değişim gösterir (Tantau,2008). Rüzgâr hızına bağlı olarak düzeltilmiş ısı gereksinim katsayısı (U_{cs}) 5 nolu eşitlikten yararlanılarak hesaplanmıştır. 5 nolu eşitliğe göre hesaplamalarda gerekli olan x_1 , x_2 ve x_3 değerleri aşağıdaki gibi alınmıştır (Rath 1992).

$$x_1 = 7,56, x_2 = 0,35 \text{ m.s}^{-1}, x_3 = -1,4$$

$$U_{cs} = U'_{cs} + \frac{U'_{cs}}{x_1} * (x_2 * v_w + x_3) \quad (5)$$

Eşitlikte;

v_w : Ortalama rüzgâr hızı (m.s⁻¹),

U'_{cs} : 4 m.s⁻¹ rüzgâr hızındaki ısı gereksinim katsayısı (W.m⁻²K⁻¹),

x_1, x_2, x_3 : Katsayılar.

Isıtma-derece-saat değerlerinden gidilerek serada üretim periyodu boyunca ihtiyaç duyulan ısı gereksinimi çok basit olarak 6 nolu eşitlikten yararlanılarak hesaplanmıştır.

$$\Phi_{cs} = A_c * U_{cs} * HDH \quad (6)$$

BULGULAR

Yapılan çalışmada TS 825 standartlarına göre üç farklı iklim bölgesinde yer alan seracılığın yaygın olarak yapıldığı ve jeotermal kaynaklar bakımından zengin olan iller seçilmiştir. Meteoroloji genel müdürlüğünden sağlanan uzun yıllık iklim değerlerinden (sıcaklık, güneş ışınımı, rüzgar hızı) gidilerek elde edilen standart datalardan dış sıcaklık ve seraya ulaşan ışınımına bağlı ortaya çıkan sıcaklık yükselmeleri dikkate alınarak 4 nolu eşitliğe göre hesaplanan ısıtma-derece-saat (HDH) değerleri farklı eşik sıcaklıkları için Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi seraya ulaşan güneş ışınımı dikkate alınmadan 16°C için doğrudan dış sıcaklığa bağlı olarak hesaplanan ısıtma-derece-saat (HDH) değerleri, güneş ışınımının dikkate alındığı koşullara göre

Seralarda Isı Gereksiniminin Isıtma-Derece-Saat (HDH) Değerlerinden Gidilerek Belirlenmesi

hesaplanan *HDH* değerlerinden oldukça farklıdır.

Çizelge 1.TS 825'e göre farklı bölgelerde bulunan illerin farklı eşik değerleri için hesaplanan ısıtma-derece-saat (HDH) değerleri.

İller	TS 825 Bölge	Isıtma-Derece-Saat (HDH)								
		HDH	Işınım değerlerine göre düzeltilmiş Isıtma-Derece -Saat (HDH)							
		16°C	13°C	14°C	15°C	16°C	17°C	18°C	19°C	20°C
Adana	I	16028	6620	8645	10920	13416	16107	18995	22090	25428
Antakya		19634	8040	10219	12631	15288	18172	21278	24620	28218
Antalya		16602	6462	8606	11001	13625	16459	19514	22781	26273
Aydın		22949	9865	12405	15152	18125	21335	24784	28473	32381
İzmir		19725	7251	9524	12039	14766	17715	20916	24345	28006
Mersin		13749	5144	6967	9024	11332	13850	16578	19511	22660
Balıkesir	II	36827	18035	21368	24981	28892	33098	37594	42396	47539
Bursa		35498	16909	20163	23665	27438	31479	35810	40466	45487
Çanakkale		31780	13765	16774	20038	23580	27386	31481	35877	40572
Denizli		30802	14432	17324	20443	23783	27351	31163	35231	39551
Diyarbakır		42350	22963	26056	29324	32770	36405	40214	44215	48416
Kahramanmaraş		31445	15130	17827	20722	23818	27108	30599	34293	38207
Manisa		27894	12662	15428	18437	21699	25211	28955	32930	37142
Muğla		35846	17615	20781	24165	27752	31537	35548	39787	44253
Ordu		31936	13488	16564	19875	23478	27380	31583	36126	41018
Samsun		30653	12554	15583	18844	22376	26221	30356	34801	39603
Sinop		32092	12275	15339	18665	22245	26133	30355	34912	39810
Şanlıurfa		27503	13141	15615	18281	21133	24160	27362	30745	34325
Tekirdağ		36529	16707	19900	23362	27122	31177	35545	40208	45189
Yalova		31609	13620	16727	20090	23752	27719	31985	36569	41519
Afyon	III	56943	30461	34394	38604	43111	47907	52960	58255	63751
Kırşehir		56758	31075	34859	38872	43117	47618	52402	57471	62794
Kütahya		58573	31850	36071	40592	45453	50601	56015	61650	67465
Nevşehir		59170	31169	35177	39474	44088	49002	54179	59583	65169

Seracılığın yoğun olarak yapıldığı Antalya ili için güneş ışınımının dikkate alınmadığı koşullarda 16°C için hesaplanan ısıtma-derece-saat (*HDH*) değeri 16602 olurken, güneş ışınımının dikkate alınması durumunda %18 azalarak 13625 olmaktadır. Bu oran karasal iklimin hakim olduğu yerlerde gündüz ısıtmasının devreye girmesi nedeniyle daha fazla artmaktadır. Jeotermal kaynaklar bakımından zengin olan Kütahya ilinde güneş ışınımının dikkate alınmadığı koşullarda 16°C için hesaplanan *HDH* değeri 58573 olurken, güneş

ışınımının dikkate alınması durumunda %22 azalarak 45453 olmaktadır. Belirtilen nedenle seralarda ısı gereksiniminin ısıtma-derece-saat yöntemine göre hesaplanmasında, dış sıcaklık yerine serada güneş ışınımına bağlı olarak ortaya çıkan sıcaklığın esas alınması daha sağlıklı sonuçların elde edilmesine olanak sağlayacaktır.

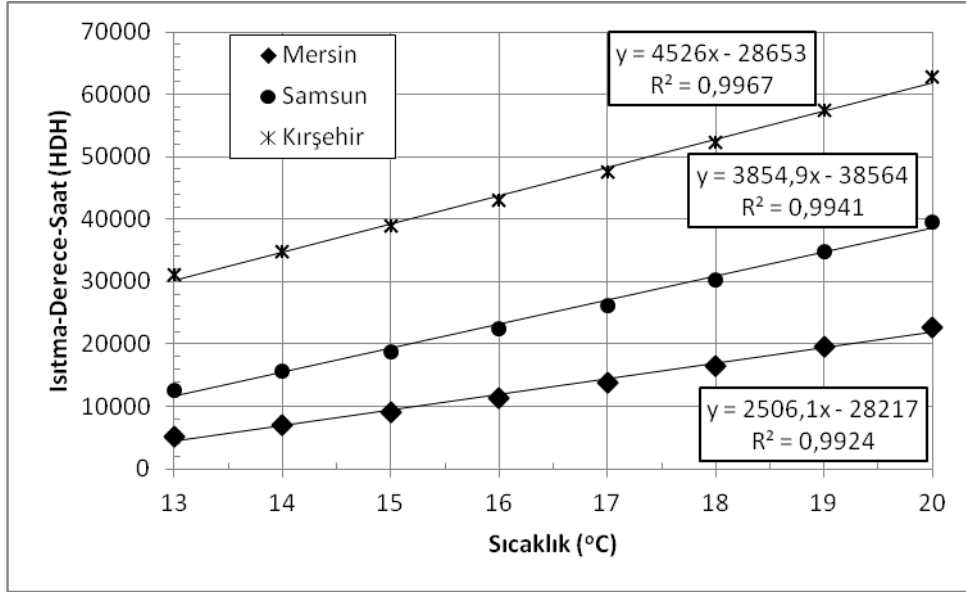
Çizelge 1'den de görüleceği gibi TS 825 standartlarına göre oluşturulmuş üç farklı iklim bölgesindeki illerde seraya ulaşan güneş ışınımı dikkate alınarak hesaplanmış ısıtma-derece-saat (*HDH*) değerleri farklılık göstermektedir.

Seralarda Isı Gereksiniminin Isıtma-Derece-Saat (HDH) Değerlerinden Gidilerek Belirlenmesi

Birinci bölgede yer alan Mersin en düşük *HDH* değerlerine sahipken, aynı bölgede yer alan Aydın daha yüksek ısıtma-derece-saat değerlerine sahiptir. Aydın için hesaplanan ısıtma-derece-saat değerleri Mersin iline göre farklı eşik sıcaklıklarına bağlı olarak 1.4 – 1.9 kat daha fazladır.

TS 825 standartlarına göre belirlenmiş üç ayrı iklim bölgesinde yer alan Mersin, Samsun ve

Kırşehir illeri için farklı eşik değerlerine bağlı olarak güneş ışınımının dikkate alındığı koşullar için hesaplanmış *HDH* değerleri Şekil 1'de verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi artan sıcaklık değerlerine bağlı olarak hesaplanan *HDH* değerleri artan doğrusal bir ilişki göstermektedir.

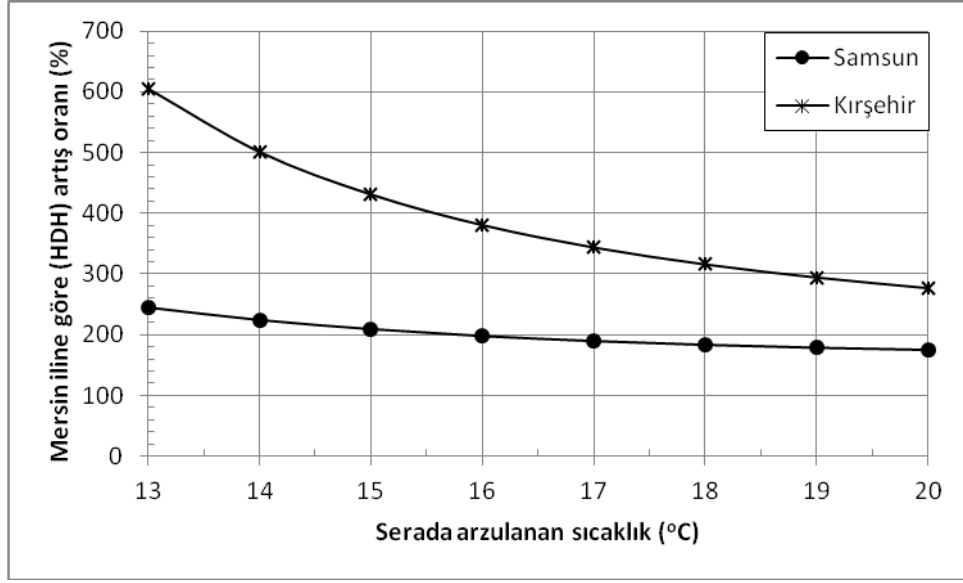


Şekil 1. TS 825 standartlarına göre farklı iklim bölgelerinde yer alan illerin farklı eşik sıcaklıklarına göre güneş ışınımı etkisi dikkate alınarak hesaplanmış ısıtma-derece-saat (*HDH*) değerleri.

II. ve III. iklim bölgelerinde yer alan iller için hesaplanan *HDH* değerlerinin I. bölgeye göre artış oranı farklıdır. Şekil 2'de II. ve III. iklim bölgesinde yer alan Samsun ve Kırşehir illerinin I. bölgede yer alan Mersin iline göre hesaplanan *HDH* değerlerinin artış yüzdeleri verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi hesaplamalarda kullanılan eşik sıcaklığın düşük olduğu koşullarda bu oran yükselirken, eşik sıcaklığın yüksek olduğu koşullarda oran

azalmaktadır. Bunun da nedeni eşik sıcaklığın yükselmesi durumunda ılıman iklime sahip Mersin ilinde gündüz saatlerinde ısıtma gereksiniminin ortaya çıkmasından kaynaklanmaktadır. III. bölgede yer alan Kırşehir ilinde eşik sıcaklığının 13°C istenmesi durumunda Mersin iline göre %600 daha fazla ısı gereksinimi hesaplanırken, sıcaklığın 16°C olması durumunda %380 ve sıcaklığın 20°C olması durumunda %280 daha fazla ısı gereksinimine ihtiyaç duyulmaktadır.

Seralarda Isı Gereksiniminin Isıtma-Derece-Saat (HDH) Değerlerinden Gidilerek Belirlenmesi



Şekil 2. II. ve III. iklim bölgesinde bulunan Samsun ve Kırşehir ilinin I. bölgede yer alan Mersin iline göre güneş ışınımının dikkate alınması koşullarında farklı eşik sıcaklıkları için hesaplanan HDH artış oranları

Çizelge 2. Serada sıcaklığın 16°C'de tutulmak istenmesi durumunda farklı iklim bölgelerinde bulunan illerimiz için yılın aylarına bağlı olarak hesaplanmış HDH değerleri.

İller	TS825 Bölge	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
Adana	I	3842	2928	1891	470	11	0	0	0	0	19	1141	3114	13416
Antakya		4440	3140	1851	433	9	0	0	0	0	85	1649	3682	15288
Antalya		3606	2912	2110	797	56	0	0	0	0	71	1290	2785	13625
Aydın		4552	3516	2585	1091	132	0	0	0	1	458	2052	3738	18125
İzmir		3993	3184	2340	710	36	0	0	0	0	124	1363	3016	14766
Mersin		3391	2583	1567	295	1	0	0	0	0	12	912	2570	11332
Balıkesir	II	6785	5212	4316	2021	665	42	0	0	118	1122	3259	5352	28892
Bursa		6239	4925	4060	2026	631	24	0	0	142	1257	3185	4949	27438
Çanakkale		5600	4565	3846	1833	401	1	0	0	12	707	2336	4282	23580
Denizli		5870	4528	3290	1388	250	0	0	0	22	793	2827	4815	23783
Diyarbakır		8236	6196	4147	1875	538	3	0	0	11	1002	4031	6731	32770
K.Maraş		6412	4796	3046	1052	125	0	0	0	0	380	2722	5284	23818
Manisa		5470	4199	3082	1228	163	0	0	0	3	521	2528	4506	21699
Muğla		6140	4977	4020	2185	651	22	0	0	48	1154	3366	5189	27752
Ordu		5310	4464	3930	2080	657	2	0	0	1	606	2378	4052	23478
Samsun		5042	4323	3921	2151	674	3	0	0	1	498	2038	3725	22376
Sinop		5128	4457	4018	2215	647	0	0	0	0	318	1822	3640	22245
Şanlıurfa		5804	4449	2886	872	38	0	0	0	0	141	2199	4743	21133
Tekirdağ		6530	5264	4253	2006	488	1	0	0	8	812	2715	5044	27122
Yalova		5574	4501	3836	1886	535	3	0	0	28	754	2425	4210	23752
Afyon	III	9284	7069	5447	2971	1380	393	68	87	771	2631	5160	7849	43111
Kırşehir		9477	7278	5398	2829	1277	242	1	7	535	2562	5476	8035	43117
Kütahya		9466	7264	5726	3137	1559	523	148	175	1076	2916	5409	8054	45453
Nevşehir		9515	7392	5564	2927	1390	417	84	120	830	2651	5217	7982	44088

Seralarda Isı Gereksiniminin Isıtma-Derece-Saat (HDH) Değerlerinden Gidilerek Belirlenmesi

Seralarda ısı gereksinimi yılın aylarına bağlı olarak değişim göstermektedir. Seralarda yetiştirilen ürünler 17°C - 27°C'ye adapte olmuşlardır (Nisen ve ark, 1988). Akdeniz bölgesinde (I. Bölge) düzenli olarak ısıtılan seralarda ısıtma gece saatlerinde yapılmakta ve sıcaklık 16°C'de tutulmaktadır. Çizelge 2'de 16°C eşik sıcaklığı için farklı iklim bölgelerinde bulunan illerimizde yılın aylarına bağlı olarak hesaplanan ısıtma-derece-saat (HDH) değerleri verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi en yüksek HDH değeri Ocak ayında ortaya çıkmaktadır.

Seracılığın yoğun olarak yapıldığı Antalya'da yıllık ısı gereksiniminin %26'sı Ocak ayında ortaya çıkarken, Nisan ayında ihmal edilecek düzeyde (%0.5) azalmaktadır. Diğer bir ifade ile Antalya'da seralarda ısıtma gereksinimi Kasım-Mart döneminde ortaya çıkmaktadır. TS 825'e göre II. bölgedeki illerimizde Ekim-Nisan, III. bölgede -Eylül-Mayıs döneminde ısıtmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

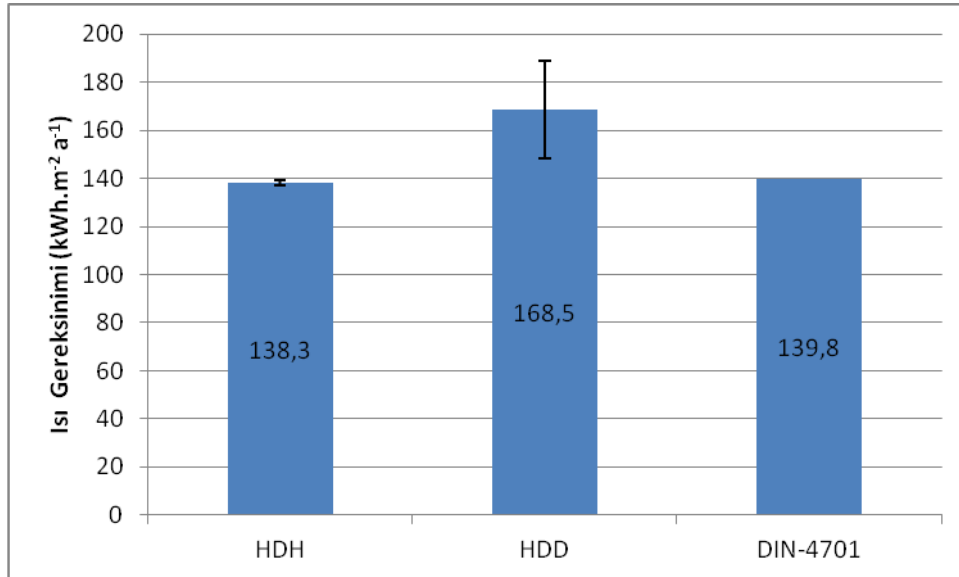
Farklı iklim bölgelerinde tek kat PE plastik kaplı seralarda 16°C için farklı yöntemlere göre hesaplanan ısı gereksinimleri Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi Antalya için DIN 4701 standartlarına göre

hesaplanan ısı gereksinimi 139.8 kWh.m⁻²a⁻¹ olurken, güneş ışınımının dikkate alınmadığı ısıtma-derece-gün (HDD) yöntemine göre ısı gereksinimi 168.5 kWh.m⁻²a⁻¹ hesaplanmıştır. DIN4701 ve HDH yöntemine göre hesaplanan ısı gereksinimi farklılık göstermezken HDD yöntemine göre hesaplanan ısı gereksinimi önemli farklılık göstermektedir.

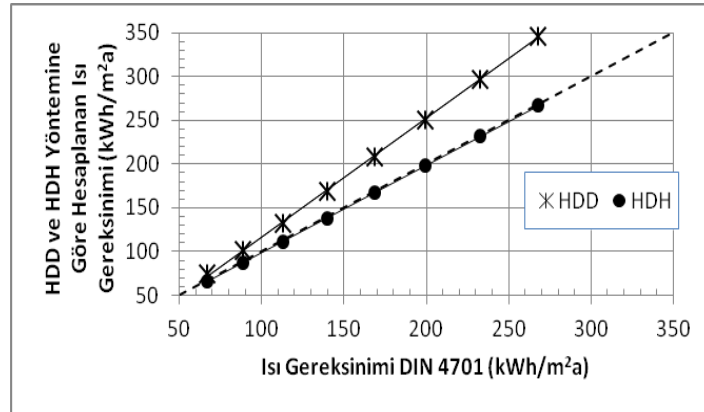
Çizelge 3.Farklı iklim bölgelerindeki seralarda sıcaklığın 16°C'de tutulmak istenmesi durumunda üretim periyodu boyunca gereksinilen ısı değerleri (kWh.m⁻²a⁻¹)

İller	DIN-4701	HDH	HDD
Antalya (I)	139.8	138.3	168.5
Samsun (II)	220.2	219.6	303.6
Kütahya (III)	426.5	431.5	553.0

Antalya iklim koşullarında PE plastik kaplı seralarda farklı yöntemlere göre hesaplanan ısı gereksinimi Şekil 3'te karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi DIN 4701'e göre serada sıcaklığın 16°C'de tutulmak istenmesi durumunda hesaplanan ısı gereksinimi 139.8 kWh.m⁻²a⁻¹ olurken, ısıtma-derece-saat (HDH) yöntemine göre 138.3 kWh.m⁻²a⁻¹ ve ısıtma-derece-gün (HDD) yöntemine göre 168.5 kWh.m⁻²a⁻¹ olmaktadır.



Şekil 3. Antalya koşullarında farklı yöntemlere göre serada sıcaklığın 16°C'de tutulmak istenmesi durumunda üretim periyodu boyunca birim sera alanı için hesaplanan ısı gereksinimi



Şekil 4. Antalya için ısıtma-derece-gün (*HDD*) ve ısıtma-derece-saat (*HDH*) yöntemine göre hesaplanan ısı gereksinimi ile DIN 4701 yöntemiyle hesaplanmış ısı gereksinimleri arasındaki ilişkiler

HDH ve *HDD* yöntemlere göre hesaplanan ısı gereksinimleri ile DIN 4701 standartlarına göre hesaplanan ısı gereksinimleri arasındaki istatistiksel ilişki Şekil 4'te verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi ısıtma-derece-gün (*HDD*) yöntemine göre hesaplanan ısı gereksinimleri DIN 4701 standartlarına göre hesaplanan ısı gereksinimi değerlerinden yüksektir. Güneş ışınımına bağlı serada gündüz saatlerinde ortaya çıkan sıcaklık yükselmeleri dikkate alınarak hesaplanan ısıtma-derece-saat (*HDH*) değerleri DIN 4701 standartlarına göre hesaplanan ısı gereksinimleri ile uyum göstermektedir. DIN 4701 standartlarına göre hesaplanan ısı gereksinimleri ile *HDH* ve *HDD* yöntemine göre hesaplanan ısı gereksinimleri arasındaki regresyon analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

<i>HDD</i>	$y = 1.3594 x - 19.534$	$R^2 = 0,9997$
<i>HDH</i>	$y = 1.0000 x - 1.1711$	$R^2 = 1.0000$

Sonuç olarak iç ısı kazançları sabit olan yapılarda ısı gereksiniminin ısıtma-derece-gün (*HDD*) yöntemiyle basit bir şekilde hesaplanması mümkündür. Şeffaf örtü malzemesi nedeniyle ısı kazançları değişken olan seralarda *HDD* yöntemine göre ısı gereksiniminin hesaplanması, DIN 4701 standartlarına göre hesaplanan değerlerden %17 - %27 daha fazladır. Bunun da nedeni şeffaf örtü ile kaplanan seralarda güneş ışınımının sera sıcaklığına anlamlı bir şekilde etki etmesi ve gündüz saatlerinde serada ortaya çıkan sıcaklığın dış sıcaklıktan çok yüksek olmasıdır.

Yapılan çalışmada serada ısı gereksiniminin kolayca hesaplanması için ısıtma-derece-saat (*HDH*) değerleri geliştirilmiştir. Bu değerler bir yerde seraya ulaşan güneş ışınımına bağlı olarak düzeltilmiş *HDD* değerleridir. *HDH* değerlerinin hesaplanmasında dış sıcaklık yerine seraya ulaşan güneş ışınımına bağlı olarak ortaya çıkan teorik sıcaklık değerleri esas alınmıştır.

Yapılan hesaplamalar sonucunda ısıtma-derece-saat (*HDH*) yöntemine göre hesaplanan ısı gereksinimi, DIN 4701 standartlarına göre hesaplanan ısı gereksinimi değerleriyle mükemmel bir uyum gösterdiği belirlenmiştir. Belirtilen nedenle çok basit bir yöntem olan ısıtma-derece-saat (*HDH*) değerlerinden gidilerek serada ısı gereksiniminin hesaplanması çok daha kolay ve gerçekçi olacaktır.

KAYNAKLAR

- Baytorun,A.N., Zaimoğlu,Z., Üstün,S. 2012. Akdeniz Bölgesi Seralarında Isı Enerjisi Gereksiniminin ve Enerji Artırım Önlemlerinin Etkisinin Belirlenmesi. II. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu. Bornova, İzmir.
- Baytorun,A.N. 2016. Seralar. Nobel yayın evi 450 s.
- Baytorun,A.N., Akyüz,A., Üstün,S. 2016. Seralarda ısıtma sistemlerinin modellenmesi ve karar verme aşamasında bilimsel verilere dayalı uzman sistemin geliştirilmesi.TÜBİTAK Proje No: 1140533

- Burgholzer,P., Bogner,H. 1997. Energiekennzahlen und sparpotenziale in Gärtnereien. Eine Gemeinschaftsaktion von O.Ö. Energiesparverband, Ökologischer Betriebsberatung und Wirtschaftskammer O.Ö.
- Büyükalaca,O., Bulut,H., Yılmaz,T. 2000. Türkiye'nin bazı illeri için derece-gün değerleri, 12. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi Bildiriler Kitabı, Cilt 1, sayfa 107-112.
- Büyükalaca,O., Bulut,H., Yılmaz,T. 2001. Analysis of variable-base heating and cooling degree-days for Turkey, Applied Energy 69/4, 269-283.
- Çanakçı,M., Emekli,Y.N., Bilgin,S., Çağlayan,N. 2013. Heating Requirement and Cost in Greenhouses: A Case Study for Mediterranean Region of Turkey. Renewable and Sustainable Energy Reviews 24, 483-490.
- Damrath,J., 1980. Tabellen zur Heizenergieermittlung von Gewächshäusern. Gartenbautechnische Information ITG Hannover. Heft 8 Klima Hannover.
- Damrath,J., Klein,F. 1983. Tabellen zur Heizenergieermittlung von Gewächshäusern Klima Trier. Gartenbau technische Informationen Heft 18. Institut für Technik im Gartenbau der Universität Hannover.
- DIN 4701. 1983. Regeln für die Berechnung des Wärmebedarf von Gebäuden. Teil 1 und Teil 2.
- DIN EN 12831. 2003: Heizungsanlagen in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast Anlagen
- Meyer,j. 2008.Nomenklatur und Definitionen Bericht zur Bestimmung und Bewertung des Energiebedarfs von Gewächshäuser. KTBL-Workshop 17. September 2008 in Worms.S.14-22.
- Nisen,A.,Grafiadellis,M.,Jiménez,R.,La Malfa,G.,Martiez-Garcia, P,F.,Monteiro,A., Verlodt,H.,Villele,O.,Zabeltitz,C,v.,Deni s,J,C.,Boudoin,W.,Garnaud,J.c.1988. Cultures protegees en climat mediterranean, FAO,Rome.
- Önder,D. 1999. Antakya Yöresindeki Plastik Seralarda Isı Gereksiniminin Belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Dergisi. 4(1-2):181-194
- Rath,T. 1992. Einsatz wissensbasierter Systeme zur Modellierung und Darstellung von gartenbautechnischem Fachwissen am Beispiel des hybriden Expertensystems (HORTEX), Heft 34. Institut für Technik in Gartenbau und Landwirtschaft Universität Hannover.
- Rath,T. 1994. Einfluss der Wärmespeichern auf die Berechnung des Heizenergiebedarfs von Gewächshäusern mithilfe des k'-Modells. Gartenbauwissenschaft 59 (1), s.39-44.
- Schmidt,U. 2008. Das besondere Problem der Feuchte. Bericht zur Bestimmung und Bewertung des Energiebedarfs von Gewächshäusern. KTBL-Workshop 17. September 2008 in Worms
- Tantau,H. J. 1983. Heizungsanlagen in Gartenbau Verlag Eugen Ulmer Stutgard
- Tantau,H.J. 2008. Wärmeverbrauchsmessung – Einflussfaktoren. Bericht zur Bestimmung und Bewertung des Energiebedarfs von Gewächshäusern. KTBL-Workshop 17. September 2008 in Worms
- Tantau,H.,J. 2013. Heat Requirement Of Greenhouses Including Latent Heat Flux, Landtechnik, 68 (1), s.. 43-49.
- Üstün,S. 1993. Çukurova Bölgesinde Farklı Sera İçi İklim Koşullarında Isı Gereksiniminin Hesaplanması Üzerine Bir Araştırma. Ç.Ü: Ziraat Fakültesi Yüksek Lisans Tezi.
- von Zabeltitz, Chr. 1986. Gewächshäuser. Verlag Eugen-Ulmer 1986.
- Zabeltitz,Chr. Von. 2011. Integrated Greenhouse Systems For Mild Climates: Climate Conditions, Design, Construction, Maintenance, Climate Control, Springer Heidelberg Dordrecht London



Coğrafi Bilgi Sistemlerini Kullanarak Küçük Havzalarda Hidroelektrik Potansiyelinin Belirlenmesi: Türkiye'de Tahtaköprü Çayı Örneği

Ahmet İRVEM^{1*}

Mustafa ÖZBULDU¹

Özet

Dünyada enerji ihtiyacına olan talep günümüzde nüfus artışı ve sanayileşmeyle birlikte sürekli olarak artmaktadır. Bu artan enerji talebini karşılamanın yanında, su kaynaklarının verimli ve etkin kullanımının sağlanmasında hidroelektrik santralleri (HES) büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, bir havzanın hidroelektrik potansiyelini belirlemek karar verici merciler için önemlidir. Bu çalışmada, topoğrafik harita ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yardımıyla, Antakya'da bulunan Tahtaköprü çayı üzerinde kurulabilecek en uygun baraj yeri konumuna karar verilerek, küçük bir sanal baraj inşa edilmiştir. Barajın konumu itibari ile havza sınırları, havza alanı, drenaj ağı, su akış yönleri ve akarsu derecesi ILWIS GIS yazılımı ile sayısal yükseklik haritası kullanılarak oluşturulmuştur. Havzanın su potansiyeli, çalışma alanının topoğrafik ve hidrolojik özellikleri açısından hesaplanmış ve uygun baraj kret yüksekliği tespit edilmiştir. Baraj için aylık kot-hacim grafiğine, debi süreklilik eğrisi, su talebine ve depolanabilir su potansiyeline göre, üretilebilir elektrik enerjisi potansiyeli aylık ve yıllık olarak hesaplanmıştır. Karar vericilere ön fikir vermesi açısından sonuçlar yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: CBS, Tahtaköprü Çayı, potansiyel elektrik enerjisi, ILWIS

Determination of Hydropower Potential for Small Watersheds Using Geographic Information Systems: Case Study of The Tahtakopru Stream in Turkey

Abstract

Demand for energy needs in the world is constantly increasing along with population growth and industrialization. To provide energy, hydropower plants play important role in terms of efficient and effective use of water resources. Therefore, determining the hydropower potential is crucial information for decision-maker. In this study, the virtual dam location has been decided on the Tahtakopru stream in Antakya and constructed by using the topographical map and Geographic Information Systems (GIS). In terms of location of the dam, the border of stream basin, basin area, drainage network, water flow directions and stream order maps were generated using the digital elevation map with ILWIS, GIS software. Water potential has been calculated in terms of topographical and hydrological characteristics of the study area. Also, appropriate dam crest height has been determined. The energy potential of dam was calculated monthly and yearly in terms of the monthly height-volume graph for the dam, the percentage flow rate curve, the water demand, and the storable water potential in the dam. The results were interpreted to give the decision-makers a preliminary opinion.

Keywords: GIS, Tahtaköprü stream, potential hydroelectric energy, ILWIS

Giriş

Günümüz dünyasında hızla artan nüfus, sanayileşme ve teknolojik gelişmeler nedeniyle enerji kaynaklarına olan talep gün geçtikçe

Coğrafi Bilgi Sistemlerini Kullanarak Küçük Havzalarda Hidroelektrik Potansiyelinin Belirlenmesi: Türkiye'de Tahtaköprü Çayı Örneği

artarak devam etmektedir. Artan bu enerji talebini karşılamak amacıyla kullanılan fosil yakıt rezervlerinin gün geçtikçe azalması ve kullanılan fosil kaynaklı enerjinin çevreye verdiği zararlardan dolayı son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgi bütün dünyada artmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan hidroelektrik enerji çeşidi, suyun akış ve düşüş hızı sayesinde elde edilen bir enerji çeşididir. Ülkemiz dağlık coğrafyasından dolayı hidroelektrik gelişimi konusunda büyük bir avantaja sahiptir. Ayrıca, çevresel uygunluk ve düşük birim enerji maliyeti, enerji üretimi için sıklıkla kullanılmasının başlıca nedenleridir (Tangüner, 2018). Devlet Su İşleri (DSİ)'nin açıklamasına göre; Türkiye'nin mevcut hidroelektrik potansiyeli teorik olarak 433 milyar kWh, teknik olarak değerlendirilebilir potansiyel ise 216 milyar kWh seviyesinde bulunmaktadır. Türkiye'nin teknik hidroelektrik potansiyeli dünyanın teknik potansiyelinin %1.5'ine, Avrupa'nın teknik potansiyelinin ise %17.6'sına tekabül etmektedir. Ancak ülkemizin ekonomik ve çevresel açıdan mevcut yatırımlar ile üretilebilir hidroelektrik potansiyeli 158 milyar kWh/yıl olarak belirtilmektedir. Geliştirilecek proje ve planlar sayesinde ise 180 milyar kWh olması öngörülmektedir (Yaman ve Haşıl, 2018). Türkiye'de işletmede olan 303 adet hidroelektrik santralin toplam kurulu gücü 17 372 MW ve ortalama yıllık üretimi ise 62 000 GWh olup, bu değer toplam teknik potansiyelin %28.7'sine karşılık gelmektedir (DSİ, 2017).

Bazı santraller nehirler, akarsular ve kanallar üzerinde bulunur, ancak güvenilir bir su temini için barajlara ihtiyaç vardır. Barajlar; sulama, evsel kullanım, endüstriyel kullanım ve enerji üretimi gibi talepleri karşılamak amacıyla daha sonra kullanmak üzere su depolayan yapılardır. Bir barajdan elde edilecek enerji miktarı, genel olarak, barajda depolanan suyun tribüne gelen akış miktarı ve suyun düştüğü dikey mesafe (hidrolik yük) ile belirlenir. Böylece, barajda yüksek potansiyel enerjiye sahip olan su, türbinler vasıtasıyla kinetik enerjiye dönüşerek enerji üretecektir.

Suyun potansiyel enerjisinden yararlanmak amacıyla, küçük ölçekli su depolama tesislerinin kurulmasına karar vermede, kurulacak tesisin

üretebileceği enerji miktarının önceden belirlenmesi fizibilite açısından gereklidir.

Son yıllarda hızla gelişen CBS teknolojisi ile sanal barajlar kurulabilmekte ve bir su toplama havzasından üretilebilecek potansiyel enerji hesaplanabilmektedir.

CBS ile sayısal yükseklik modeli (DEM) kullanılarak, havza sınırları su akış yönleri, havza alanı gibi havza özelliklerin tanımlanması mümkün olmaktadır. Bu özelliklerin belirlenmesi yanında CBS'nin sağladığı analizlerden de yararlanılarak bir havzanın hidroelektrik enerji potansiyelini, baraj yapılmadan önce hesaplama imkânı doğmuştur (Larentis ve ark., 2010). Gelişmiş CBS yazılımı ve uzaktan algılama verilerini kullanarak, rezervuarın su depolama potansiyelini belirlemek ve hidroelektrik potansiyelini hesaplamak mümkündür (Palla ve ark., 2016).

Türkiye'nin Sakarya havzasında bulunan Bilecik ili akarsularında yapılan bir çalışmada, teorik hidroelektrik potansiyele sahip yerler CBS ile analiz edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda Bilecik bölgesindeki akarsuların hidroelektrik üretimi için iyi bir potansiyele sahip olduğunu ortaya çıkarılmıştır. Çalışma alanında, farklı yıllık enerji üretim seviyelerine sahip küçük hidroelektrik santralinin inşa edilebileceği 85 yeri belirlemiştir (Bayazıt ve ark., 2017).

Filipinler de Misamis Occidental bölgesinin hidroelektrik potansiyelini belirlemek için yapılan bir çalışmada topoğrafik ve meteorolojik veriler kullanılarak CBS tabanlı hidrolojik modelleme yapılmıştır. Model sonuçlarına göre, potansiyel alanların %62'sinin mikro hidroelektrik (5kW-100kW) ve %38'inin piko hidroelektrik (> 5 kW) olarak sınıflandırmışlardır (Tarife ve ark., 2017). Seydisuyu havzasının hidroelektrik potansiyel bakımından geliştirilmesi amacıyla yapılan çalışmada, Seydisuyu üzerine yapılan bir barajdan elde edilecek enerji miktarı CBS yazılımı ve topoğrafik haritalar yardımıyla araştırılmıştır. Sonuç olarak, yapılacak barajın su potansiyeli ile 2.17 GWh/yıl elektrik üretilebileceği hesaplanmıştır (Bakış ve Bayazıt, 2017).

Bu araştırmanın amacı, karar vericilere ön fikir vermesi amacıyla, küçük havzalarda CBS yardımıyla sanal olarak inşa edilebilecek su

Coğrafi Bilgi Sistemlerini Kullanarak Küçük Havzalarda Hidroelektrik Potansiyelinin Belirlenmesi: Türkiye'de Tahtaköprü Çayı Örneği

depolama yapılarının yerini, depolanabilir su miktarını ve hidroelektrik enerji potansiyelini aylık ve yıllık olarak hesaplamaya yönelik örnek bir uygulamayı gerçekleştirmektedir.

Materyal ve Yöntem

Araştırma, Hatay ilinin Serinyol mahallesi sınırları içerisinde 48 km²'lik bir alana sahip Tahtaköprü Çayı havzasında yürütülmüştür. Tahtaköprü havzasının konumu Şekil 1'de verilmiştir. Çalışma alanının sayısal topoğrafik haritası TSK Harita Genel Komutanlığı'ndan alınmıştır. Havza sınırı, su akış yönleri ve akarsu derecesi haritalarının oluşturulmasında, ayrıca baraj gölünde depolanabilir su miktarının hesaplanmasında ILWIS GIS yazılımı kullanılmıştır.

Çalışma alanında ölçülmüş akış verileri olmadığından aylık ortalama yüzey akış, SCS (Toprak Koruma Sevisi) yöntemiyle hesaplanmıştır. Bu yöntem, yağış verisinden elde edilen yüzey akışının belirlenmesinde en çok kullanılan yöntemlerden biridir. Bu

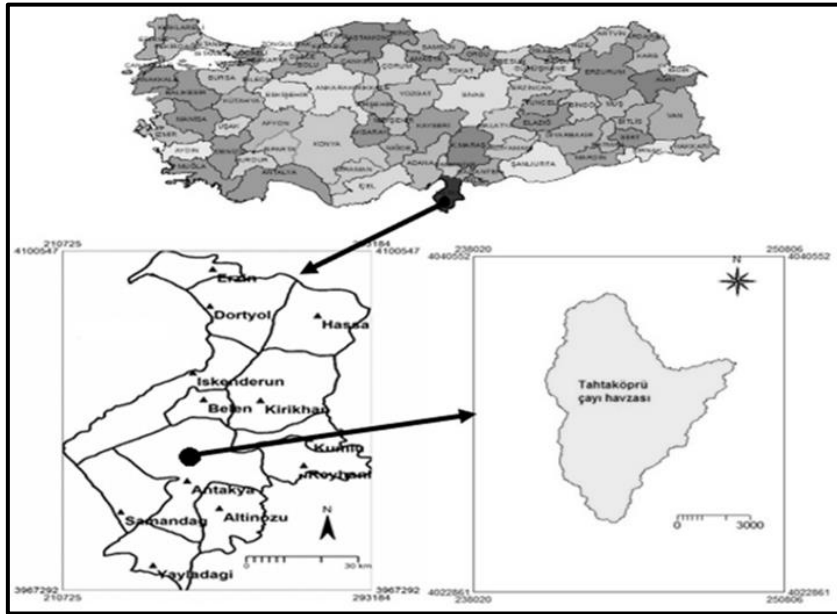
yöntemde, yüzey akış aşağıdaki eşitliklerle hesaplanmaktadır (Ghorabaa, 2015).

$$Q = \frac{(P-0,2S)^2}{(P+0,8S)} \quad (1)$$

$$S = \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) 25,4 \quad (2)$$

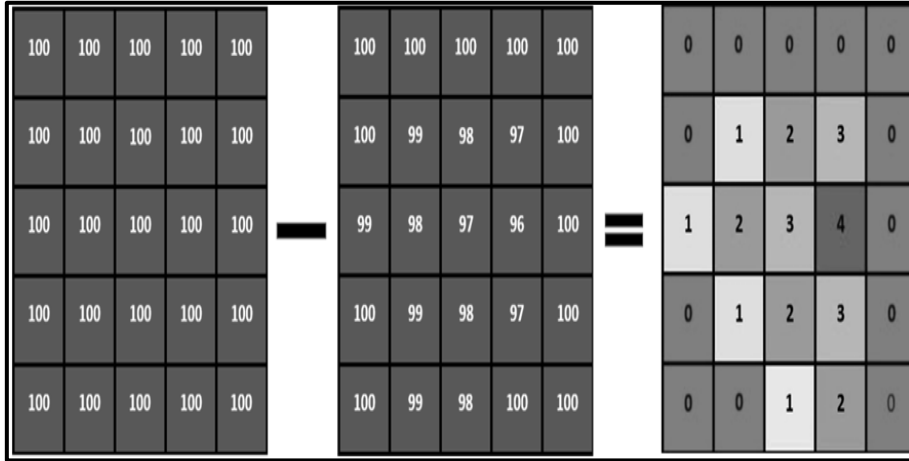
Yukarıdaki eşitliklerde; S , akış ile yağış arasındaki maksimum potansiyel farkı (mm), CN , hidrolojik toprak grup numarasını (eğri numarası), Q , yüzey akışı (mm), P , yağışı (mm) temsil etmektedir.

Antakya meteoroloji istasyonuna ait 1960 ile 2015 yıllarını kapsayan aylık yağış verileri, aylık yüzey akış hesaplamalarında kullanılmıştır. Debi süreklilik eğrisi, genellikle bir akışın, belirli bir değere eşit ya da daha yüksek olması muhtemel olan sürenin yüzdesi olarak gösterilir. Bu çalışmada, zamanın %50'sini oluşturan ya da aşan akışı belirlemek için debi süreklilik eğrisi kullanılmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanının havza içindeki konumu ve sınırları

Coğrafi Bilgi Sistemlerini Kullanarak Küçük Havzalarda Hidroelektrik Potansiyelinin Belirlenmesi: Türkiye'de Tahtaköprü Çayı Örneği



Şekil 2. Depolanan su hacminin hesaplanması için şematik örnek

Baraj yeri seçilirken, baraj yerinin topoğrafik şartlar göz önüne alınarak, dar bir vadiye ve olabildiğince fazla suyu depolayabilecek kadar geniş bir yerde olmasına dikkat edilmiştir. Sayısal topoğrafik harita ve CBS yardımıyla Tahtaköprü çayı üzerinde kurulabilecek en uygun baraj yeri konumuna karar verilmiş ve sanal bir baraj inşa edilmiştir. Suyun belirli bir kota kadar olan hacmi ILWIS GIS yazılımında en yakın komşu değerleri yöntemi (neighborhood) kullanılarak hesaplanabilir (İrvem, 2011).

Su hacminin hesaplanması için şematik örnek Şekil 2'de gösterilmiştir. 100 değerini içeren hücreler düz alanlar geri kalan hücreler ise çukur alanlardır. İki haritanın birbirinden çıkarılması ile su derinliği elde edilmektedir. Depolanan su ise elde edilen su derinliği ile hücre büyüklüğü çarpılarak hesaplanabilir.

Akarsu debisi ve hidrolik yük hidroelektrik potansiyelinin belirlenmesinde kullanılan iki temel değişkendir (Setiawan, 2015). Potansiyel hidroelektrik enerjisi aşağıda verilen eşitlik ile hesaplanmaktadır (De Jong ve ark., 2018).

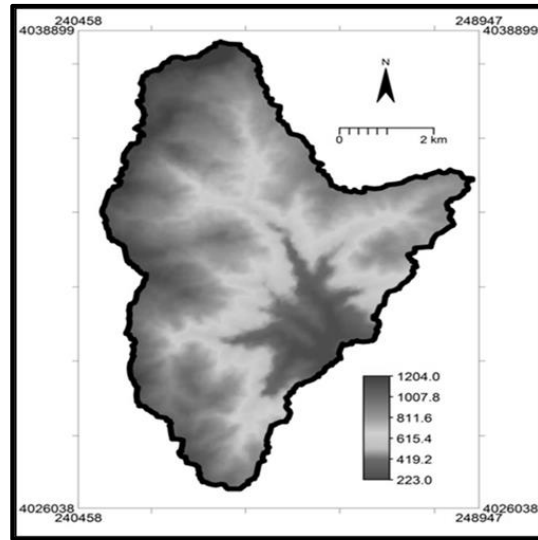
$$P = \gamma Q h \varphi \quad (3)$$

Yukarıdaki eşitlikte; P , potansiyel hidroelektrik enerjisini (kW), γ , suyun yoğunluğunu (9.79 kN/m³), Q , debi miktarını (m³/s), h : hidrolik yükü (m), φ , türbin randımanını (0.80-0.90) temsil etmektedir. Eşitlik 3 kullanılarak her ay için elektrik potansiyeli enerji olarak, o aydaki

debi ve hidrolik yük değerlerine göre hesaplanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

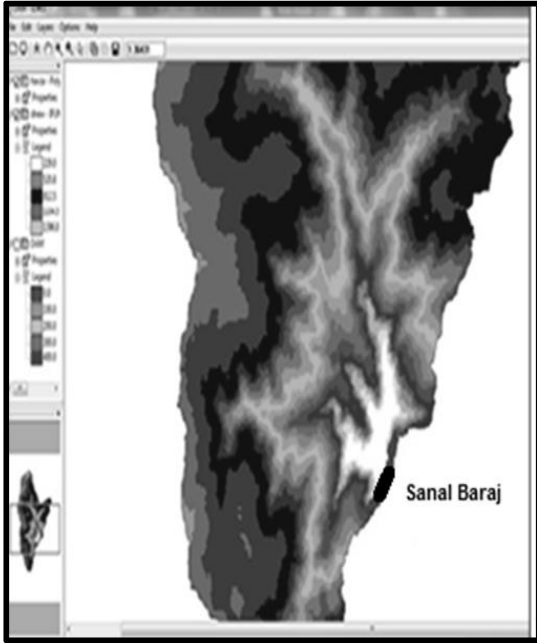
Sayısal topoğrafik harita ILWIS yazılımına aktarılarak sayısal yükseklik haritası elde edilmiş ve Şekil 3'te verilmiştir. Havzanın denizden yüksekliği maksimum 1204 m, minimum 223 m olarak bulunmuştur.



Şekil 3. Sayısal yükseklik haritası

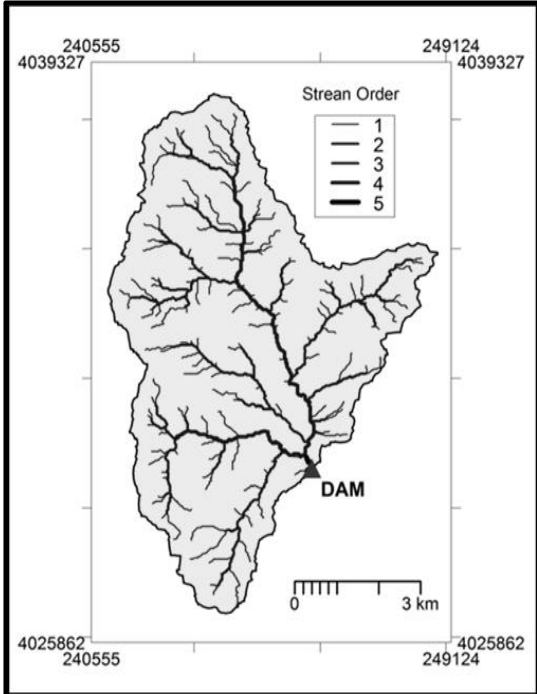
Topoğrafik koşullara göre en uygun baraj yeri, sayısal yükseklik haritası yardımıyla denizden yüksekliğin minimum olduğu yer olarak seçilmiştir. Oluşturulan sanal barajın yeri Şekil 4'te görülmektedir.

Coğrafi Bilgi Sistemlerini Kullanarak Küçük Havzalarda Hidroelektrik Potansiyelinin Belirlenmesi: Türkiye'de Tahtaköprü Çayı Örneği



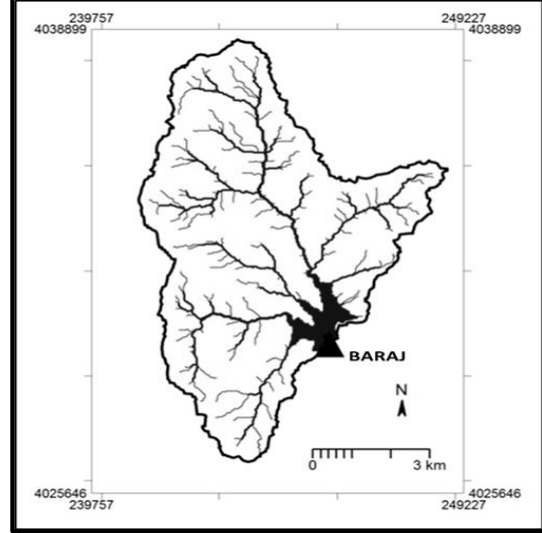
Şekil 4. Oluşturulan sanal barajın konumu

Sayısal yükseklik haritasın kullanılarak oluşturulan su akış yönleri ve akış birikim haritalarından elde edilen havzanın akarsu derecelerini gösteren harita Şekil 5 verilmiştir.



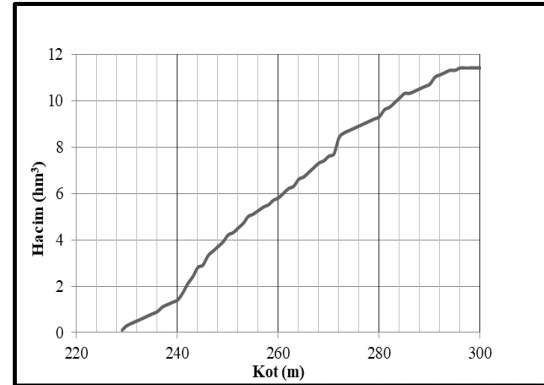
Şekil 5. Baraj yeri ve akış derecesi haritası

Sanal barajın oluşturulması sonucu elde edilmiş depolanabilir suyun kapladığı yüzey alan Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. Sanal barajda depolanabilir suyun kapladığı yüzey alan

Sanal baraj için ILWIS grafik menüsünden Kot-hacim grafiği oluşturulmuştur. Deniz seviyesinden 230 m ile 300 m arasındaki su hacimlerini veren grafik Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 7. Sanal baraja ait kot-hacim grafiği

Sanal baraja ait kot-hacim grafiğinde görüldüğü üzere, topoğrafya açısından baraj rezervuarında maksimum depolanabilecek suyun hacmi 11.4 hm³ olarak belirlenmiştir. Barajda depolanabilir su hacminin bilinmesinden sonra, havza için mevcut su potansiyeli bilinmelidir.

Coğrafi Bilgi Sistemlerini Kullanarak Küçük Havzalarda Hidroelektrik Potansiyelinin Belirlenmesi: Türkiye'de Tahtaköprü Çayı Örneği

Havzada akış kayıtları olmadığı için yüzey akış, havzaya en yakın meteoroloji istasyonu yağış verilerinden SCS yönteminde verilen Eşitlik 1 ve Eşitlik 2 kullanılarak tahmin edilmiştir. Hatay'da yapılan yağıştan yüzey akışı

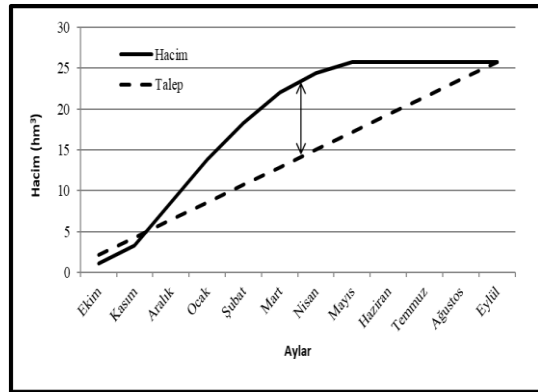
belirlemeye yönelik bir çalışmada her havza için CN değerleri belirlenmiştir (Keskinçilic, 2015). Bu çalışmanın sonucu olarak Tahtaköprü havzası için CN değeri 75 olarak alınmıştır.

Çizelge 1. Rezervuar hacim kapasitesinin hesaplanması (hm^3)

<u>Aylar</u>	<u>Giren Su</u> <u>(hm^3)</u>	<u>Kümülatif</u> <u>Toplam</u>	<u>Talep</u> <u>(hm^3)</u>	<u>Kümülatif</u> <u>Talep</u>	<u>Fark</u>	<u>Değişim</u>	<u>Rezervuardaki</u> <u>Su Miktarı(hm^3)</u>
Ekim	1.076	1.076	2.147	2.147	-1.071	-	0.031
Kasım	2.178	3.254	2.147	4.294	-1.040	0.031	0.618
Aralık	5.319	8.572	2.147	6.441	2.131	3.172	3.233
Ocak	5.199	13.772	2.147	8.588	5.183	3.052	6.286
Şubat	4.501	18.273	2.147	10.735	7.538	2.354	8.640
Mart	3.722	21.995	2.147	12.882	9.113	1.575	10.215
Nisan	2.421	24.416	2.147	15.029	9.388	0.274	10.500
Mayıs	1.347	25.764	2.147	17.176	8.588	-0.799	9.690
Haziran	0	25.764	2.147	19.323	6.441	-2.147	7.543
Temmuz	0	25.764	2.147	21.470	4.294	-2.147	5.396
Ağustos	0	25.764	2.147	23.617	2.147	-2.147	3.249
Eylül	0	25.764	2.147	25.764	0	-2.147	1.102

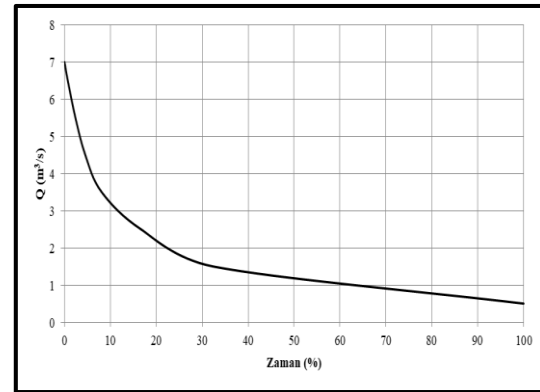
Yüzey akışla baraj rezervuarına gelen toplam su miktarının tamamı talep olarak değerlendirilmiş ve ihtiyaç miktarı her ay için eşit varsayılarak hesaplanmış rezervuar su bütçesi Çizelge 1'de verilmiştir.

Maksimum rezervuar hacmi Şekil 8'deki kümülatif hacim ve kümülatif talep grafiğinden de kararlaştırılabilir. Kümülatif hacim ve talep arasındaki fark, bize Tablo 1'de hesaplandığı gibi 10.5 hm^3 olan maksimum rezervuar kapasitesini sağlamıştır.



Şekil 8. Kümülatif hacim ve talep eğrisi

Hesaplanan yüzey akış değerlerinden oluşturulan debi süreklilik eğrisi grafiği Şekil 9'da verilmiştir. Bu grafiğe göre Tahtaköprü çayı debi değerleri en düşük $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ ve en yüksek $7 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik pik akış değeri arasında değiştiği görülmektedir. Zamanın yüzde ellisine denk gelen akış miktarı ise $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak belirlenmiştir. Toplam su hacminden hesaplanan ve sürekli sabit akışın miktarı ise $0.87 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak hesaplanmıştır.



Şekil 9. Debi süreklilik eğrisi

Coğrafi Bilgi Sistemlerini Kullanarak Küçük Havzalarda Hidroelektrik Potansiyelinin Belirlenmesi: Türkiye'de Tahtaköprü Çayı Örneği

Türbin verimliliği %85 alınarak Eşitlik 3 ile, zamanlarda 0.87 m³/s sabit akış değerlerine göre potansiyel enerji hesaplamaları, zamanın yüzde ellisine denk gelen 1.2 m³/s akış ile tüm hesaplanmış potansiyel enerji değerleri sırasıyla Çizelge 2 ve Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 2. Zamanın %50'sinde meydana gelen 1.2 m³/s.'lik akış sabitinde potansiyel enerji

Aylar	Hacim (hm ³)	Hidrolik Yük (m)	Enerji (kW)		Aylık Potansiyel Enerji (MWh)
			(Gün)	(Ay)	
Ekim	0.03	1	9.99	309.56	7.43
Kasım	0.06	2	19.97	599.15	14.38
Aralık	3.23	15	149.79	4 643.40	111.44
Ocak	6.29	30	299.57	9 286.79	222.88
Şubat	8.64	43	429.39	12 022.90	288.55
Mart	10.22	60	599.15	18 573.59	445.77
Nisan	10.49	61	609.13	18 274.01	438.58
Mayıs	9.69	55	549.22	17 025.79	408.62
Haziran	7.54	50	499.29	14 978.70	359.49
Temmuz	5.40	25	249.65	7 739.00	185.74
Ağustos	3.25	15	149.79	4 643.40	111.44
Eylül	1.10	7	69.90	2 097.02	50.33
Yıllık			3 634.83	11 0193.30	2 644.64

Çizelge 3. Tüm zamanlarda 0.87 m³/sn'lik sabit akış için potansiyel enerji

Aylar	Hacim (hm ³)	Hidrolik Yük (m)	Enerji (kW)		Aylık Potansiyel Enerji (MWh)
			(Gün)	(Ay)	
Ekim	0.03	1	7.24	224.43	5.39
Kasım	0.06	2	14.48	434.38	10.43
Aralık	3.23	15	108.60	3 366.46	80.80
Ocak	6.29	30	217.19	6 732.93	161.59
Şubat	8.64	43	311.31	8 716.60	209.20
Mart	10.22	60	434.38	13 465.85	323.18
Nisan	10.49	61	441.62	13 248.66	317.97
Mayıs	9.69	55	398.18	12 343.70	296.25
Haziran	7.54	50	361.99	10 859.56	260.63
Temmuz	5.40	25	180.99	5 610.77	134.66
Ağustos	3.25	15	108.60	3 366.46	80.80
Eylül	1.10	7	50.68	1 520.34	36.49
Yıllık			2 635.25	79 890.14	1 917.36

Rezervuardaki maksimum depolanan su Çizelge 2'de görüldüğü gibi nisan ayında yaklaşık 10.5 hm³ olmuştur. Maksimum depolanabilir hacimde, hidrolik yük, kot-hacim grafiğinden 61

Coğrafi Bilgi Sistemlerini Kullanarak Küçük Havzalarda Hidroelektrik Potansiyelinin Belirlenmesi: Türkiye'de Tahtaköprü Çayı Örneği

m olarak belirlenmiştir. Zamanın %50'sinde meydana gelen 1.2 m³/s'lik sabit akışta aylık maksimum enerji potansiyeli 445.77 MWh olarak mart ayında hesaplanmıştır. Mart ayı gün sayısı 31 olduğundan, hidrolik yükün 60 metre olduğu bu ayda aylık enerji potansiyeli en yüksek değer olmuştur. Zamanın %50'sinde meydana gelen 1.2 m³/s'lik sabit akışta yıllık potansiyel enerji ise 2 644.64 MWh olarak hesaplanmıştır.

Depolanabilir su potansiyelinin tüm zamanlar için oluşturacağı 0.87 m³/s sabit akış koşullarında Çizelge 3'te görüldüğü gibi aylık maksimum enerji potansiyeli 323.18 MWh olarak mart ayında hesaplanmıştır. Mart ayı gün sayısı 31 olduğundan, hidrolik yükün 60 metre olduğu bu ayda aylık enerji potansiyeli en yüksek değer olmuştur. Aynı koşullar için yıllık potansiyel enerji ise 1 917.36 MWh olarak hesaplanmıştır.

Sonuç

Bu çalışmada, karar vericilere ön fikir vermesi amacıyla, küçük havzalarda CBS yardımıyla sanal olarak inşa edilebilecek su depolama yapılarının yerini, depolanabilir su miktarını ve hidroelektrik enerji potansiyelini aylık ve yıllık olarak hesaplamaya yönelik örnek bir uygulama gerçekleştirilmiştir. CBS teknolojisi kullanılarak havzanın en düşük kotu baraj yeri olarak seçilmiş ve oluşturulan sanal barajda depolanabilir su potansiyeli arazi çalışmasına gerek duyulmadan hızlı bir şekilde belirlenmiştir. Tahtaköprü çayı havzası karakteristiklerinden, havza alanı, drenaj ağı, su akış yönleri ve akarsu dereceleri ILWIS CBS yazılımı ile kolayca haritalanmıştır.

SCS yöntemi ile hesaplanan yüzey akış değerleri ile debi süreklilik eğrisi hazırlanmıştır. Debi süreklilik eğrisinden zamanın %50'sine karşılık gelen debi değeri ile bir yıl boyunca rezervuardan sağlanacak sabit akışa göre potansiyel enerji hesaplamaları aylık ve yıllık olarak hesaplanmıştır.

Hesaplamalar sonucunda, zamanın %50'sinde meydana gelen 1.2 m³/s'lik sabit akışta aylık maksimum enerji potansiyeli 445.77 MWh olarak mart ayında hesaplanmıştır. Yıllık potansiyel enerji ise 2 644.64 MWh hesaplanmıştır.

Depolanabilir su potansiyelinin tüm zamanlar için oluşturacağı 0.87 m³/s sabit akış koşullarında aylık maksimum enerji potansiyeli 323.18 MWh olarak mart ayında hesaplanmıştır. Aynı koşullar için yıllık potansiyel enerji ise 1 917.36 MWh hesaplanmıştır.

Bu çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemlerinden yararlanarak hidroelektrik enerji potansiyeli kolayca ve hızlı bir şekilde hesaplanabilmiştir. Bu hesaplama sonuçları, barajların ekonomik analizinde ve rüzgâr, güneş enerjisi vb. gibi alternatif kaynakların seçilmesinde karar vericilere ön fikir vermesi bakımından önemli olan bu çalışmanın sonuçları yanında, havzalarda ekolojik ve sosyoekonomik faktörleri de göz önüne alınarak daha ayrıntılı çalışmalara gerek vardır. CBS kullanılarak yapılan bu çalışma ile sanal bir barajda depolanabilir su miktarının tahmini, sadece üretilebilecek enerjinin hesaplanması dışında, içme ve kullanım suyu sağlama ile tarımsal sulama amaçlı planlamalara önemli katkılar sağlayacaktır.

Coğrafi Bilgi Sistemlerini Kullanarak Küçük Havzalarda Hidroelektrik Potansiyelinin Belirlenmesi: Türkiye'de Tahtaköprü Çayı Örneği

Kaynaklar

- Bakış, R., Bayazıt, Y. (2017) Seydisuyu Havzasında Küçük Ölçekli Hidroelektrik Enerji Potansiyelinin Araştırılması. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi A-Uygulamalı Bilimler ve Mühendislik* 3:367-384.
- Bayazıt, Y., Bakış, R., Koç, C. (2017) An Investigation of Small-Scale Hydropower Plants Using the Geographic Information System. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 67:289-294.
- De Jong, P., Tanajura, C.A.S., Sanchez, A.S., Dargaville, R., Kiperstok, A., Torres, E.A. (2018) Hydroelectric Production from Brazil's São Francisco River Could Cease Due to Climate Change and Inter-Annual Variability. *Science of the Total Environment* 634:1540-1553.
- Ghorabaa, S.M. (2015) Hydrological Modeling of the Simly Dam Watershed (Pakistan) Using GIS and SWAT Model. *Alexandria Engineering Journal* 54(3):583-594.
- Irvem, A. (2011) Application of GIS to Determine Storage Volume and Surface Area of Reservoirs: The Case Study of Büyük Karacay Dam. *International Journal of Natural and Engineering Sciences* 5(13):39-43.
- Keskinkılıç, A. (2015) Hatay İli Yüzeysel Akış Potansiyelinin CBS ile Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, HMKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Larentis, D.G., Collischonn, W., Olivera F., Tucci, C.E.M. (2010) Gis-Based Procedures for Hydropower Potential Spotting. *Energy* 35:4237-4243.
- Palla, A., Gnecco, I., Barbera, P., Ivaldi, M., Caviglia, D. (2016) An Integrated GIS Approach to Assess the Mini Hydropower Potential. *Water Resources Management* 30(9): 2979-2996.
- Setiawan, D. (2015) Potential Sites Screening for Mini Hydro Power Plant Development in Kapuas Hulu, West Kalimantan: A GIS Approach. *Energy Procedia* 65:76-82.
- Tangüner, B. (2018) Volumes and Use of Renewable Energy Sources in Turkey. *Social Sciences Studies Journal* 4(16):1396-1408.
- Tarife, R.P., Tahud, A.P., Gulben, E.J.G., Macalisang, H.A.R.C.P., Ignacio, M.T.T. (2017) Application of Geographic Information System (GIS) in Hydropower Resource Assessment: A Case Study in Misamis Occidental, Philippines. *International Journal of Environmental Science and Development*, 8:507-511.
- Türkiye Cumhuriyeti Orman ve Su İşleri Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (2017) DSİ Genel Müdürlüğü 2016 Yılı Faaliyet Raporu. <http://www.dsi.gov.tr/docs/stratejik-plan/dsi-2016-faaliyet-raporu.pdf?sfvrsn=2>, Erişim tarihi 5 Temmuz 2018.
- Yaman, M., Haşıl, F. (2018) Türkiye'deki Hidroelektrik Santrali (HES) Uygulamalarına Çevre Açısından Bakış. *Uluslararası Afro-Avrasya Araştırmaları Dergisi* 5:145-156.

**Coğrafi Bilgi Sistemlerini Kullanarak Küçük Havzalarda Hidroelektrik Potansiyelinin Belirlenmesi:
Türkiye'de Tahtaköprü Çayı Örneği**



Tarımda İş Kazaları ve Gerekli Önlemler

Özkan GÜĞERÇİN^{1*}

A. Nafi BAYTORUN¹

Özet

İş kazaları ve meslek hastalıkları üretici kesimlerin temel sorunları sıralamasında ön sıralarda yer almaya devam etmektedir. Üretimin ve özellikle tarımsal üretimin sürdürülebilirliği, insanların yaşamlarını sürdürebilmeleri açısından önemlidir. Üretimde sürekliliğin sağlanması ise çalışanların sağlığının korunmasına bağlıdır. Buna karşın, iş kazaları ve meslek hastalıkları sonucunda her yıl çok sayıda ölüm, yaralanma ve maddi kayıplar yaşanmaktadır. İş kazalarının ve meslek hastalıklarının önlenmesine yönelik çabalara karşın, bu konuda istenilen aşamaya henüz ulaşılamamıştır. Bu çalışmada dünyada ve Türkiye’de tarım sektöründe iş kazaları ve nedenleri yanında, Türkiye’de önemli bir üretim alanı olan seracılık ve seralardaki tehlike ve alınabilecek önlemler konusunda kaynak taramaları yapılarak, seralarda iş kazalarının önlenmesi konusunda ulaşılan bilgilerin ilgililere ulaştırılması amaçlanmıştır. Çalışmalar sonucunda dünya nüfusunun yaklaşık yarısının tarımda çalıştığı ve iş kazalarının da önemli bir bölümünün tarım sektöründe meydana geldiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca seracılığın ülkemizdeki tarımsal üretimde önemli bir yere sahip olduğu ve seralarda ölümlere neden olabilecek derecede ağır iş kazalarının yaşanabileceği görülmüştür ve alınması gereken önlemler sıralanmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İş kazaları, tarım, seralar, iş güvenliği

Work Accidents in Agriculture and Necessary Precautions

Abstract

Work accidents and occupational diseases are one of the important problems for producers. The sustainability of production, especially agricultural production, is important for people to sustain their lives. Ensuring continuity in production depends on the protection of the employees' health. However, as a result of work accidents and occupational diseases, numerous deaths and material losses are experienced in each year. Despite the efforts to prevent work accidents and occupational illnesses, the intended results have not been reached yet. In this study work accidents and their causes in the agricultural sector were investigated. Besides, a literature review was conducted regarding the occurrence and prevention of work accidents with greenhouses, which are the important production areas in Turkey. As a result, it is revealed that approximately half of the world population is working in the agriculture sector and an important part of the work accidents are occurred in this sector. In addition, it has been found that greenhouse has an important place in the agricultural sector in our country and severe work accidents that could lead to deaths may occur in greenhouses. Lastly, measures to be taken are discussed.

Keywords: Work accidents, agriculture, greenhouses, work safety

Giriş

Üretim faaliyetlerinin tamamı iş gücünü zorunlu kılarken, işgücünün karşılaştığı en büyük sorun iş sağlığı ve güvenliği sorunudur. Çünkü her bir faaliyet alanı farklı riskleri taşımakta ve farklı iş sağlığı ve güvenliği önlemlerine, bağlı olarak da farklı eğitim programlarını zorunlu kılmaktadır. İş gücünün korunması amacıyla yapılan sürekli çalışmalara karşın, gelişmekte olan ülkeler de dahil iş sağlığı ve güvenliği sorunu hala çözülememiş, iş kazalarının ve meslek hastalıklarının önüne geçilememiştir. Günümüzde çalışanları, işverenleri ve toplumu çok yönlü olarak ilgilendiren iş kazalarının ve meslek hastalıklarının vardığı nokta, çok sayıda ölüm, yaralanma ve maddi hasar olarak ortaya çıkmaktadır.

Sözü edilen ölüm yaralanma ve maddi hasarın önemli bir bölümü tarım sektöründe yaşanmaktadır. Bu gün Dünya genelinde çalışan yaklaşık 3.3 milyar kişiden 1.3 milyarı tarım sektöründe çalışmaktadır (Anonim-c, tarihsiz). İş kazaları ve meslek hastalıkları ile karşı karşıya olan bu kesimde, kaza geçirme oranları maden ve inşaat iş kolu ile birlikte ilk sıralarda yer almaktadır. Bu durum sadece gelişmekte olan ülkeler için söz konusu olmayıp, gelişmiş ülkeler için de önemli bir sorun olmaya devam etmektedir.

Tarımda meydana gelen iş kazalarının nedenlerinin başında tarımsal faaliyetlerin açık alanda yapılması, çalışanların eğitim düzeylerinin düşük olması, çalışma ortamları ile beslenme ve dinlenme ortamlarının yetersiz olması ve çalışanların birden fazla işte çalışmak durumunda kalmaları gibi faktörler gelmektedir.

Günümüz dünyasında nüfusun hızla artması birçok sorun yanında, insanlığın yeterli besin maddesine ulaşabilme açısından da kaygı vericidir. Besin maddesi ihtiyacının (bitkisel ve hayvansal) karşılanmasına yönelik çabalar her geçen gün artmakta ve çağdaş tarım tekniklerinin kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Çağdaş tarım tekniklerinden, mekanizasyon ve çevre koşullarının denetimi özellikle verimi ve üretim miktarını etkileyen temel parametreler arasında yer almaktadır. Çağdaş tarım tekniklerinin

uygulanması ile değişen ve gelişen tarımsal üretim yöntemleri çalışanlar için yeni ve farklı sorunlara neden olmaktadır. Bu sorunların başında da iş sağlığı ve güvenliği gelmektedir. Bir yandan artan besin maddesi ihtiyacı, öte yandan gelir düzeyi yüksek kesimlerin sezonu dışında da ürün beklentilerinin karşılanması, üretimin artırılmasını, bazı tarımsal ürünlerin üretim periyotlarının öne çekilmesini, yılın tamamına yayılmasını ve erken pazara sunulmasını, üretim periyodunun ve doğal koşullarda yörede yetiştirilemeyen ürünlerin yetiştirilebilmesini zorlamaktadır. Bunun sonucunda örtü altı yetiştiriciliği her geçen gün artmaktadır. Bu durum çalışanlar için yeni ve çok sayıda tehlikeyi beraberinde getirmektedir. Özellikle tarımsal faaliyetlerin ayrılmaz bir parçasını oluşturan seracılık faaliyetlerinde çalışma koşullarının diğer tarımsal faaliyetlerde olduğundan daha ağır olması sera çalışanlarının kaza geçirme ve meslek hastalıklarına yakalanma olasılıklarını yükseltmektedir. Öte yandan seracılık faaliyetlerinde çalışan kesimlerin güvenlik kültüründen yoksun olmaları yanında iş sağlığı ve güvenliği konusunda da eğitimsiz ve yetersiz olmaları onları kazaya açık konuma getirmektedir.

Tarımsal ürünler herkesin ihtiyacı olmasına karşın, tarımsal faaliyetler sırasında oluşacak tehlikeler daha çok tarım çalışanları için geçerlidir. Çalışanlar örtü altı yetiştiriciliğine ait özel riskler yanında, gelir düşüklüğü, yeterli eğitim olanaklarına ulaşamama, yetersiz beslenme vb. problemler ile de karşı karşıyadırlar

Ayrıca ülkemiz tarımsal ürün ithalatının ihracatın üzerine çıkmış olması ve ürün açığının karşılanabilmesi için ithalat yoluna gidilmesi ve bu amaçla döviz harcanması tarımsal üretimin önemini artırmaktadır.

Bu çalışmada tarım sektöründe meydana gelen iş kazaları ve tarım sektörünün bir dalı olan seracılık alanında çalışan iş gücünün karşılaşılabilecekleri tehlikeler ve bu tehlikelerden korunma yönünde alınması gereken önlemler konusunda ilgililerin bilgilendirilmesi amaçlanmıştır.

İş Kazaları

İş kazaları ve iş sağlığı ve güvenliği sorunu özellikle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde güncelliğini korumaktadır. Çeşitli nedenlerle ortaya çıkan iş kazaları ve meslek hastalıkları çok sayıda can ve mal kayıplarına yol açmakta ve sonuçta bireye, işverene ve ülkeye ekonomik ve sosyal yönü ile zararlı olmaktadır. İş kazalarının ve meslek hastalıklarının ortaya çıkmasında birçok faktör etkili olmaktadır. Bunlar:

1. Doğa koşulları (iklim),
2. Bireysel nedenler,
3. Güvensiz ortam ve
4. Güvensiz davranışlar olarak sıralanabilir (Dursun, 2013).

ILO verilerine göre, dünyada her yıl ortalama 313 milyon iş kazası meydana gelmekte ve bu kazalarda 2.7 milyon insan hayatını kaybetmektedir. Aynı şekilde iki milyon insan da meslek hastalıklarına yakalanmaktadır. İş kazalarının ve meslek hastalıklarının ülkelere maliyetinin toplamı yıllık 1.25 trilyon dolar civarında olmaktadır (Öçal ve Çiçek, 2017; Anonim-a, tarihsiz).

İş kazaları ve meslek hastalıkları konusundaki istatistiklerin yetersizliğinden söz eden Anonim-b (tarihsiz), iş kazası ve meslek hastalıklarından bir bölümünün istatistiklere yansımadığını, her yıl ortalama 2.3 milyon kadın ve erkeğin iş kazalarına uğradığı ve meslek hastalıklarına yakalandığı, yılda 340 milyon iş kazası yaşandığını, ancak 160 milyon iş kazası olayının resmi kurumlara bildirildiğini ve günlük 6000'den fazla ölümün söz konusu olduğunu belirtmektedir.

Tarım sektörü iş kazaları açısından da karamsar bir tabloya sahiptir. Örneğin ILO'ya göre dünyada her yıl 250 milyon kişi tarım iş kazalarından etkilenmekte, toplam 335 000 ölümcül iş kazasında 170 000 tarım çalışanı hayatını kaybetmektedir (SafeWork, tarihsiz). Kuşkusuz bu veriler de tartışmalıdır. Çünkü çalışanların önemli bir bölümü kayıt dışı çalışanlardan oluşmakta, bir bölümü ise, aile işletmelerinin bireyleri olarak üretimde yer almaktadırlar. Bu nedenle tüm kazalar ilgili kurumlara bildirilmemektedir. Tarım sektöründeki durum yalnız gelişmekte olan

ülkeler bağlamında değil, gelişmiş ülkeler için de sorun olmaya devam etmektedir.

Öyle ki ABD'de 2012 yılında 1.854 milyon kişi tarımda tam zamanlı olarak çalışmıştır. Veriler, 2012 Yılında ABD'de 374 tarım çalışanın hayatını kaybettiğini gösterirken; ölüm oranının yüzbinde 20.2 olduğunu da ortaya koymaktadır. Kazalarda ölen 374 çalışandan 113'ü 20 yaş altı çocuk ve gençlerden oluşmaktadır. Toplam 2.5 milyon kişinin tarımsal üretimde çalıştığı ABD'de tarımda çalışanların 1.4 milyonu gezici ve geçici mevsimlik tarım işçisidir (Anonim-c, tarihsiz),

İş kazaları açısından tarım sektörü Avrupa'da da en tehlikeli sektörler arasında yer almaktadır. 2015 yılında 28 AB ülkesinde ölümcül iş kazalarının %13.2'si tarım, orman ve balıkçılık sektöründe meydana gelmiştir (Anonim-c, tarihsiz) Aynı şekilde yurt dışında yapılan çalışmalarda 2007-2011 yılları arasında tarım sektöründe 2917 iş kazası yaşanmış, bunlardan 1199'u ciddi yaralanmaya sebep olmuştur. Tarımsal üretimde önemli bir yere sahip olan seralarda yaşanan iş kazaları oranı, sektörde yaşanan iş kazalarının %35'ini (1.034 çalışan) oluşturmuştur (Eğri ve ark., tarihsiz).

Dünya'da ve Türkiye'de artan nüfusa paralel olarak gıda ihtiyacı da artmaktadır. Bu durum beslenme ve istihdam bağlamında tarımı stratejik sektör haline getirmektedir. Nitekim 2015 Yılı itibarı ile tarımın dünya istihdamdaki payı %37'dir. Bu istihdama ortam sağlayan 570 milyondan fazla tarım çiftliği bulunmaktadır. Bunlardan 500 milyonu aile işletmesidir ve aile işletmeleri tarımsal üretimin %80'ini karşılamaktadır. Gıda ve Tarım Örgütünün (FAO) 2011 yılı verilerine göre, tarımda çalışan toplam nüfus 3.3 milyardır. Bu dünyadaki iş gücünün %40'ına karşılık gelmektedir (Anonim-c, tarihsiz).

Günümüzde bazı tarım ürünlerinin üretimi ve tarımda çalışanların sayısı her geçen gün azalsa da tarımda çalışan kişi sayısı her yıl artmaktadır. 2014 Yılı verilerine göre Türkiye'de 26 milyon çalışandan 5.5 milyonu tarımda istihdam edilmesi durumun kanıtıdır. Yine TÜİK 2015 Yılı verilerine göre, tarımın ihracattaki payı 5.7 milyar dolar, ithalattaki payı ise, 7.2 milyar dolardır. 2015 yılında ise toplam istihdam 27 milyon 261 bin kişidir. Bu

rakamın %22'si (5.9 milyon) tarımda istihdam edilmiştir. 2013 Yılı İş gücü istatistiklerine göre tarımın Gayri Safi Milli Hasıladaki payı %8.3'tür (Anonim-c, tarihsiz).

Türkiye'de tarımda iş kazaları konusunda yeterli kaynak ve istatistiki bilgiler ne yazık ki bulunmamaktadır. Tarım sektörünün kaza ve ölüm oranları bakımında inşaat ve maden sektörleri ile birlikte ilk sıralarda yer aldığı bilinmektedir. Ülkemizde 2015 yılında kazaya uğrayan 241 547 çalışandan 1 252'si hayatını kaybetmiş, 510 çalışan ise meslek hastalığına yakalanmıştır (Taşyürek ve ark, 2017). Kuşkusuz bunlardan önemli bir bölümünü tarım sektörü çalışanları oluşturmuştur. Bu konuda Anonim-c (tarihsiz), 2014 yılında tarım işlerinde çalışanlardan 1300 kişinin kaza geçirdiğini ve bunlardan 12'sinin yaşamını yitirdiğini belirtmektedir.

Ülkemizin bir sorunu da "çalışan/kaza geçiren" oranlarının yani kaza sıklık oranlarının yüksek olmasıdır. Öyle ki 2016 yılında ülkemizde iş kazası sıklık oranı %1.78; ölüm oranı %0.0008 iken, ölüm oranları çoğu Avrupa ülkelerinde %0.0002-6 arasındadır (Öçal ve Çiçek, 2017).

Aynı araştırmacılar, 2016 Yılında meydana gelen iş kazalarının, Türkiye'ye maliyetinin 10 milyar dolara ulaştığını belirtirken; Taşyürek ve ark. (2017), tüm kazaların ülkeye yıllık maliyeti 45 milyar TL olduğunu vurgulamaktadırlar.

İşletmelerin büyüklükleri de iş kazalarının nedenleri arasında önemli bir yer tutmaktadır. 2015 Yılı verilerine göre tarımsal işletmelerin %36'sı bir kişi, %82'si 1-9 kişi arasında insan çalıştırmaktadır (Anonim-c, tarihsiz). 2012 yılında SGK'ya kayıtlı 18.3 milyon sigortalıdan (4a) %62'si 50 kişinin altında çalışanı olan işletmelerde, %38'i ise elli kişinin üstünde çalışanı olan işletmelerde istihdam edilmiştir. SGK'lıların %36'sı işletmelerde tek kişi olarak çalışmaktadır. Üçüncüoğlu (tarihsiz), bu durum tarımsal işletmedeki bir çalışanın işletmedeki farklı işleri yapmak durumunda kalmasına neden olmaktadır.

2013 Yılında çalışanların %36'sı kayıt dışı çalışanlardan oluşurken, bu oran tarım sektöründe %83; tarım dışı sektör ise %23 olmuştur. Türkiye'de çalışan nüfusun %25'nin tarımda çalıştığı dikkate alındığında, tarımdaki

kayıt dışılığın iş gücü için ayrı bir sorun olduğu ortaya çıkmaktadır. Türkiye'nin tarım istihdam açısından durumu Romanya ve Arnavutlukla aynıdır (Üçüncüoğlu, tarihsiz).

Aynı şekilde tarımda çalışanların önemli bir bölümünü kadınlar ve çocuklar oluşturmaktadır. Bu kesim kırsalda yaşamakta, yeterince eğitimden geçmemiş, meslek eğitimi almayan kesimi temsil etmektedir. Ayrıca tarım çalışanları her mevsim farklı işlerde çalışmak ve çalışırken fiziksel, kimyasal, biyolojik ve sosyal etkenlerin yol açtığı meslek hastalıklarına açık olmaktadır. Bu durum onları kazaya açık konuma getirmektedir (Anonim-c, tarihsiz).

Tarım sektöründe iş kazalarının nedenleri

Tarım sektöründe iş kazaları birçok faktörün etkisi ile meydana gelmektedir. Eminoglu ve ark. (tarihsiz), bu faktörleri aşağıdaki şekilde sıralamışlardır.

1. Tarımın doğasından kaynaklanan sorunlar

- a. Tarımsal işletmelerin mevsimlik olması, belirli işlerin ard arda sıralanması, işlerin yoğunluğu ve zamana bağlı olması, işlerin açık alanda yapılması, mevsimlere göre değişiklik göstermesi, meteorolojik şartların etkisi, işlerin zamanlı yapılma zorunluluğu, aynı kişinin sıklıkla iş değiştirme durumu, çalışma ve dinlenme zamanlarının planlanamaması,
 - b. Bitkisel tozlardan ve alerjik mantarlardan kaynaklanan sorunlar,
 - c. Çok çeşitli tarımsal ilaçların ve gübrelerin solunum sistemi ve deri üzerinde yarattığı tehlikeler,
 - ç. İşe ulaşımındaki zorlukların getirdiği yorgunluk ve dikkat dağınıklığı,
 - d. İş yeri değişimi sonucunda beslenme alışkanlıklarının değişme zorunluluğu, sağlık gözetiminden uzaklaşma,
 - e. Küçük işletmelerde ilkel yaşam koşulları,
 - f. Tarımda çalışanlarının büyük kısmının ücretsiz aile işçisi olması,
 - g. Çalışma yöntemlerinde değişiklikler (makine veya elle çalışma),
 - h. Küçük işletmelerde iş sağlığı ve güvenliği standart ve yönetmeliklerinin göz ardı edilmesi,
 - i. Kalifiye olmayan iş gücünün kullanılması,
1. Eğitimsizlik ve çocuk işçiliğidir.

Tarım çalışanları örgütsüz, eğitimsiz, kadın ve çocukların çoğunlukta olduğu mevsimlik çalışanlardır. Öyle ki ülkemizde tarımda çalışan erkeklerden %10'u, kadınlardan %27'si okur-yazar bile değildir. Yani genelde çalışanların eğitim durumu düşüktür.

Eğitim düzeyi düşük kesimler için yürütülmesi sırasında talimatlara aykırı davranmak, güvenlik tedbirlerini önemsememek, koruyucu donanımın bakım ve kontrolü ile ilgilenmemek gibi emniyetsiz davranışlar sergileyebilir. Hal bu ki eğitim faaliyetlerinin temel amacı, bireylerde olumlu davranış değişikliği sağlamaktır. Kuşkusuz iş kazalarının ve meslek hastalıklarının önlenmesinde güvenlik kültürünün oluşturulması esastır (Pekeroğlu, Tarihsiz).

Sıralanan sorunlara 4857 sayılı iş kanununda 50'den az işçi çalıştıran tarım ve orman işlerinin kapsam dışı bırakılmasını da eklemek doğru olur.

İş ortamı ve tarımda kullanılan alet ve makineler de iş kazası ve meslek hatalıklarının nedenleri arasında önemli bir yer tutmaktadır. Bunlar:

2. Tarım makineleri

Düşmeler sonucu hareketli parçalara takılma, serbest dönen parçalarda ezilme, kesme, sıkışma; güvensiz kıyafetler ise sarmalar nedeni ile uzuv kayıplarına yol açar.

3. Gürültü

Dikkat dağınıklığı, uyku bozukluğu, stres baş ağrısı, kalp atışlarında artış, çalışma yeteneğinde azalmaya neden olur. Bahçe traktörleri, ilaçlama makineleri, çapa makineleri gürültü kaynağıdır. Çalışanlar için gürültü düzeyi 85 dB(A)'yı geçmemelidir.

4. Titreşim

Titreşim yapan makineler damar, kemik, eklem, sinir ve kaslar üzerinde etkili olur. Eklemelerde ağrı, el ve kollarında sinir ve kas bozulmalarına, bağlı olarak da güç kaybına yol açar. Tüm vücut titreşimleri bel fıtığı, disk kayması, omurgada bozulma ve mide rahatsızlıklarına yol açar.

5. Termal

Isı, nem, hava akımı gibi iklim şartlarının uygun olmaması çalışanlar için sorun olmaktadır. Vücut sıcaklığındaki küçük değişimler, fiziksel ve mental fonksiyonları etkiler. Sıcaklığın 24 °C'nin üzerinde olması fiziksel yorgunluğun başlamasına yol açar. Çalışma ortamlarında nemin %10-30 arasında olması istenir.

6. Aydınlatma

İş yerinde aydınlatma, yapılan işe uygun olmalı, yetersiz ve yüksek aydınlatma iş verimini etkiler. Düşük aydınlatma gözü yorar, gözü bozar ve baş ağrısına yol açar.

7. Kimyasallar

Tarımsal üretime zarar veren böceklerin, hastalıkların ve yabancı otların ortadan kaldırılması için kimyasallar kullanılır. Söz konusu kimyasalların püskürtülmesi sırasında havaya karışan partiküller ile hayvan kepekleri çalışanları etkisi altına alarak sağlıklarını bozmaktadır. Özellikle kimyasallar deri, solunum, ağız ve göze temas yoluyla çalışanların sağlığını etkilemektedir. Pestisitlerin etkileri ise akut veya kronik olabilmektedir.

8. Tozlar- Gazlar

Çeşitli şekilde oluşan tozlar (yeşil yem, kaba yem, kesif yem ve hububat depoları ile hayvan barınakları gibi) göz, akciğer ve deride sağlık sorunlarına yol açar. Sera, silo, ambarlarda zehirleyici gazlar da ortaya çıkabilir.

9. Ergonomi

Ergonomi, insan çalışma ortamı uyumu olarak tanımlanabilir. Çalışma ortamı insan ölçülerine ve hareket kabiliyetlerine uygun olmalıdır. Aksi halde kas ve iskelet sistemi rahatsızlıklarına yol açabilir. Tarımda iş yetiştirme kaygısı, elle ağır yük taşıma, uygun olmayan vücut duruşları, öne eğilerek uzun süre çalışma, rüzgâr, yağmur, uzun süre aşırı soğuk/sıcak ve güneş ışınları altında çalışma durumunda boyun, bel, el, bilek, kol, bacak, omuz, sırt, kalça ve dizleri etkiler.

10. Hayvansal riskler

Hayvanlara yakın çalışma zorunluluğu tekme, ısırma, sıkışma, sert bir yere çarpma gibi tehlikeleri getirmek yanında; virüs, bakteri, parazit gibi zararlıların hayvanlarla temas veya solunum yolu ile insanlara bulaşmasına neden olur (tarımda iş sağlığı ve güvenliği rehberi, (Anonim-c, tarihsiz).

Örtü Altı Yetiştiriciliği

Dünya nüfusunun hızla artması birçok problem yanında, insanlığın yeterli besin maddesine ulaşabilmesi açısından da sorunlara neden olmaktadır. Artan nüfusun besin maddesi ihtiyacının (bitkisel ve hayvansal) karşılanmasına yönelik çeşitli çabalar yıllardır sürdürülmektedir. Bu çabalar içinde örtü altı yetiştiriciliği ayrı bir önem arz etmektedir.

Örtü altı tarımı, bitkilerin mevsimleri dışında yetiştirilmesini olanaklı kılan bir yetiştiricilik şekli olarak tanımlanırken; örtü altı yetiştiriciliğinde önemli bir yere sahip olan sera ise, iklimle ilgili çevre koşullarına tümüyle veya kısmen bağlı kalmadan, gerektiğinde sıcaklık, ışık, nem ve hava gibi faktörler denetim altında tutularak, bütün yıl boyunca çeşitli kültür bitkileri ile bunların tohum fide ve fidanlarını üretmek, bitkileri korumak, sergilemek amacıyla cam, plastik vb ışık geçirebilen malzemeler ile kaplanarak, değişik biçimlerde inşa edilen yüksek sistemli bir örtü altı yetiştiriciliği yapısı olarak tanımlanmaktadır (Eğri ve ark., tarihsiz; Baytorun, 2016).

Seralarda kaplama malzemesi olarak önceleri cam kullanılırken, II. Dünya Savaşının ardından başta Japonya olmak üzere birçok ülkede plastik örtüler seracılıkta kullanılmaya başlanmış ve plastik örtülerin kullanılmasının yaygınlaşması ile de 1960'lerden sonra Dünya'da seracılık hızlı bir gelişme göstermiştir. Türkiye'de ise seracılık faaliyetleri 1940 yıllarında Antalya'da başlamış ve ekolojik koşullarda üretim sürdürülmüştür. Bu tarihten itibaren seracılık yaygınlaşırken, seralarda çevre koşullarının denetim altına alınması ile üretimde önemli artışlar sağlanabilmiştir. Günümüz Türkiye'sinde 61 512 hektar olan örtü altı yetiştiricilik alanlarının 8 074 hektarı cam ve 27 866 hektarı plastik örtülü seralardır. Halen kullanılan cam seraların

oranı %22, plastik sera oranı ise %78'dir. Örtü altı seracılığın %84'ü Akdeniz Bölgesinde yapılmaktadır (Baytorun, 2016).

Seracılık faaliyetleri uygun koşullarda ve doğru yapıldığında, karlılık oranı oldukça yüksek değerlere ulaşabilmektedir. Seracılık, bitki yetiştirme faaliyetini yılın hemen hemen bütününe yayan, birim alanda verimi artıran, yıl boyu çalışma olanağı sağladığından işsizliği önleyen, mevsimlik işçi sayısını azaltan, ürünün daha uzun süre taze olarak tüketilmesine ortam sağlayan bir faaliyettir. Örtü altı üretiminde yıllık gelirimiz 10 milyar TL'dir. Örtü altı üretimimiz Antalya, Mersin, Adana, Muğla illerinde 5.4 milyon, toplam üretim ise 6.1 milyon tondur. Bunun 5.9 milyon tonu sebze grubundadır. Seraların %95'inde sebze, %4'ünde meyve ve %1'inde süs bitkileri yetiştiriciliği yapılmaktadır Eğri ve ark., (tarihsiz)

Seralarda çalışma ortamı

Çalışma ortamı, iklim ve ergonomik koşullar çalışanların sağlığını ve verimini etkiler. Seralar bu bağlamda irdelendiğinde:

1. Isıtılmayan seralarda gece gündüz arasındaki sıcaklık farkları yüksektir. Zaman zaman sera iç sıcaklığı dış sıcaklığın altına düşer.
2. Gece saatlerinde yüksek nem söz konusudur.
3. Yetersiz havalandırma nedeniyle CO₂ yoğunluğu geceleri fazladır.
4. İlkbahar ve yaz aylarında gündüz sıcaklıkları çok yüksektir.
5. Yetersiz iklim denetimi sera içinde nemi artırır.
6. Seralarda yaprak biti, beyazsinek, tırtıl gibi haşereler ile kök ve gövde virüsleri, kimyasalların kullanımını gerektirir. Kimyasallar ise insan sağlığına zarar verebilir.
7. Yüksek ışık geçirgenliği sorun yaratır.
8. Bitkilerin gece oksijen solunması gece çalışmalarını zorlaştırır.
9. Hasat işlemleri sırasında sera sıcaklığı insan sağlığını olumsuz etkileyecek kadar yüksektir.
10. Sera içerisinde rüzgar hızı düşüktür.
11. Nem insan sağlığını olumsuz etkileyecek kadar yüksektir.
12. Taşıma işleri, ortam koşulları nedeniyle güçtür.

13. İlaçlama ve gübreleme işleri çalışanlar için risk oluşturur.

14. Sera yapılarının güvenliği tartışmalıdır (Baytorun, 2016).

Seracılık emek yoğun bir çalışmayı gerektirirken, çok sayıda iş gücüne de ihtiyaç duymaktadır. Söz konusu iş gücü ise, belli riskler altında çalışmak ve üretmek durumunda kalmaktadır. Sebze ve meyve seracılığında yapılan işler sırası ile toprak işleme, solarizasyon, damla sulama borularının yerleştirilmesi, fide temini ve dikimi, seralarda bakım işleri: çapalama, ipe alma, askıya alma, budama, sulama, gübreleme, hasat, ambalajlama ve taşıma gibi farklı işler olduğundan Eğri ve Ark. (tarihsiz), farklı riskleri bulunmaktadır. Sera ortamında çalışanların yüksekte düşme, çarpma, düşme, aşırı efor, bedensel hareketler, zehirlenme vb durumlarla karşılaşmaları ve sonuçta yaralanmalar, kırıklar, sırt ağrıları, çürük, kesik, diğer sorunlarla karşılaşmaları olasıdır.

Oldukça fazla sayıda tehlike kaynağı barındıran seralarda oluşabilecek kazaları azaltabilmek amacı ile çalışanlar eğitilmeli ve yeterli bilgiye sahip olmaları sağlanmalıdır.

Eğri ve ark. (tarihsiz), çalışanların karşılaşabilecekleri kazaların nedenlerini aşağıda belirtildiği şekilde sıralamışlardır.

1. Eğitimsizlik

Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği konusunda eğitilmemeleri, mesleki yeterliklerinin olmaması, uygun işlerde çalıştırılmamaları gibi nedenlerle kazalar yaşanmaktadır.

2. Temizlik ve düzensizliklerin neden olduğu kazalar

Zemin üzerinde malzeme bırakılması, takılıp düşme, ıslak ve kaygan zemin ise kayarak düşmelere yol açar. Seralarda tüm çalışma alanlarının, rafların, yolların ve tezgâhların temiz tutulması gerekir.

3. Makine ve iş ekipmanlarının neden olduğu kazalar

Seralarda kullanılan makineli platformlarda ve iskelelerde mutlaka korkuluk bulunmalı, makaslı platformlar ve iskeleler uygun zemine

yerleştirilmeli, ekipmanların bakımı yapılmalıdır. Özellikle yanlış kullanım kazalara neden olabilir.

4. Nakliye ulaşımda yaşanan kazalar

İşletme içinde veya dışında forklift, traktör ve kamyonların kullanımında genel kurallara uyulmalı, sera içinde taşımacılıkta iş güvenliği önlemleri mutlaka alınmalıdır.

5. İş hijyeninin yetersizlikleri

Hijyen yetersizlikleri çalışanların sağlıklarının bozulmasına neden olabilir.

6. Aydınlatma

Doğal ya da suni aydınlatma çalışanların verimini olumsuz etkileyecek nitelikte olmamalıdır (az veya çok). Seralarda güneş ışığı yoğun bir aydınlatma sağlar bu durum görme üzerine etkili olabilir.

7. Nem

Seralarda bitkilerin transpirasyonundan kaynaklanan nem mevcuttur. Aşırı nem, ve sıcaklık ortamdaki duyulur ısıyı yükseltir. Bu durum çalışanlarda ısıl strese neden olur. Sonuçta sinirlilik, aşırı terleme ve konsantrasyon kayıplarına yol açar.

8. Ortam sıcaklığı

Özellikle yaz aylarında çalışanları en çok etkileyen faktördür. Deride hassasiyete, vücut sıcaklığının aşırı yükselmesine ve bayılmaya yol açar, insanlarda verimi düşürür.

9. Ergonomi

Seralarda tekrarlı hareketler ya da uzun süre ayakta veya oturarak çalışma kas ve iskelet sistemlerini olumsuz etkiler. Sonuçta kaslarda, sinirlerde ve eklemlerde zedelenmeler meydana gelir.

10. Yüksekte çalışma

Yüksekte düşme şeklinde gerçekleşecek kazaların sonuçları ağır olur. Hasat, depolama, sera onarımı yüksekte çalışmayı gerektirir.

11. Kimyasallar

Sera çalışanları, bir üretim sezonunda defalarca kimyasallara (pestisit vb.) maruz kalabilirler. Bu durum meslek hastalıklarına neden olabilir.

12. Kimyasal atıklar

Seralarda kullanılan kimyasalların oluşturduğu atıklar (kutular, poşet ve torbalar), uygun şekilde imha edilmez ise çevreye ve insana zarar verir.

13. Biyolojik tehlikeler

Seralarda bitkisel ürünlerden kaynaklı biyolojik ajanların varlığı, dışarıdan seraya girebilecek olan böceklerin yaratacağı tehlikeler yanında biyolojik mücadelede böceklerin kullanılması (arı sokması vb.) çalışanlar için tehlike yaratabilir.

14. Kapalı alanlar

Kapalı alanlar, giriş çıkışları ve iklimleri kontrollü mekanlardır. Depolarda iklim kontrolü yanında, istifleme hataları ve zeminlerde gelişi güzel bırakılmış el aletleri, kablolar, hortumlar kazalara yol açar.

15. Elektrik

Elektrik kaçakları elektrik çarpmasına neden olurken; kaçaklarda oluşacak kıvılcıklar sera kaplama örtülerini tutuşturabilir. Bu durum güvenlik açısından sorun yaratmaktadır.

İş kazaları daha çok, kazalardan korunma eğitimi almamış, yeteri kadar örgütlenememiş, işsiz kalma korkusu yaşayan, yeterli beslenemeyen, doğa koşullarında, açık alanda ve bazen de yüksekte çalışmak durumunda kalan iş gücünden kaynaklanmaktadır (Eğri, ve ark., tarihsiz).

Seralarda kazalardan korunma yolları

Alstine (tarihsiz), çok sayıda faktörün etkisi ile oluşan sera iş kazaları ve bu kazaların azaltılabilmesine yönelik olarak 10 önemli kaza ve yaralanma nedeninin ve alınması gereken önlemleri aşağıdaki şekilde sıralamıştır.

1. Merdivenlerin dikkatsiz kullanımı

Sera faaliyetlerin büyük bölümünde merdivenlerin kullanımı söz konusudur. Her türlü merdiven potansiyel bir tehlike

kaynağıdır. Merdivenler havalandırma sistemleri, gölgeleme perdeleri, cam tamiri, hasat vb işlerde yoğun olarak kullanılmaktadır. Kullanılan merdivenlerin uzun olması ağır olmalarına neden olabilir. Merdiven kullanımı sırasında eğimlerine dikkat edilmeli ve merdivenlerde eğim $\frac{1}{4}$ olmalı, merdiven yüksekliği 3 m'den (10 fit) yüksek ise, emniyet kemeri kullanılmalı, merdivenlere çok ağır yük taşıtılmamalı, merdivenlerde çalışılırken iki ayak bir el kuralı uygulanmalı, gerektiğinde merdivenlerin kullanımında ikinci kişiden yardım istenmeli. Merdiven ayakları sağlam zemine (kayma veya çökme tehlikesi olmayan) yerleştirilmeli, merdiven ayaklarında kaymaz pabuçlar bulunmalıdır. Ayaklı bahçıvan merdivenlerinde açılmaya karşı emniyet bağlantısı bulunmalı, merdivenin en üst basamağında çalışılmamalıdır.

2. Sera makinelerinin kullanımı

Seralarda makine kullanımı bir ihtiyaç, makine kullanıcılarının yeterli birikime sahip olması ise bir zorunluluktur. Çünkü sera makineleri kullanımı sırasında oluşan yaralanmaların çoğu insan hatası kaynaklıdır ve sonuçta sakatlayıcı veya ölümcül olabilirler. Bu nedenle kullanıcı dikkatli ve emniyetli bir çalışma içinde olmalı, aynı zamanda makine konusunda eğitilmiş olmalıdır.

3. Onarım gerektiren sera makinelerinden kaynaklı sorunlar

Sorunlu ve kullanımı risk taşıyan makinelerin etiketlenmesi (kullanım dışı tutulması) sağlanmalı ve tüm makinelerin kilitleme sistemleri bulunmalıdır. Bu makinelerin bakım ve onarımları ilgililerine yaptırılmalıdır.

4. Tehlikeli malzemenin uygunsuz kullanımı

Sera ortamlarında tehlikeli malzemeler bol miktarda bulunmaktadır. Bunlar pestisitler, herbisitler, asitler ve benzerleridir. Tehlikeli maddelerin güvenli kullanımı hem çalışanlar, hem de serada üretilen ürünler ile tüketiciler için önemlidir. Bu bağlamda kullanıcıların ilgili konuda gerekli eğitimi almış olmaları, kendi güvenliklerine dikkat etmeleri gerekir. Kullanılan zehirli ve yanıcı maddelerin ambalajlandığı kutularının üzerinde semboller

bulunmalı, kullanıcılar bu sembollerin ve bu maddelerin etkileri konusunda bilgi sahibi olmalıdırlar.

5. Kayma ve düşmeler

Kayma ve düşmeler çalışanlar için büyük risk oluşturur. Islak zeminlerde kayarak düşme veya bir nesnenin üzerine düşme kas zedelenmelerinden kırıklara kadar çeşitli hasarlara neden olabilir. Düşmelerin önlenmesi için koridor ve yürüyüş yolları temiz tutulmalı, yollara sıvılar ve petrol atıkları dökülmemeli, dökülmüş ise hemen temizlenmeli, yol üzerine malzeme depolanmamalı, yol ve koridor kenarlarında malzeme istiflenmemelidir.

6. Termal etkiler

Yüksek sıcaklık çalışanlarda çeşitli sorunlara neden olurken, çalışanların verimlerini düşürmek yanında kalıcı hasarlara da yol açabilir. Bilindiği üzere yaz aylarında seralarda yüksek sıcaklık ve yüksek nem söz konusudur. Yüksek sıcaklık ve yüksek nem ağır çalışma koşullarında yorgunluk ve strese neden olur. Bu durum ısı ile ilgili hastalıklara hatta ölümlere kadar gidebilir. Önlem için kaybedilen kadar sıvı alınması, yani terleme ile oluşan su kaybı telafi edilmeli, çalışma süreleri kısa tutulmalı ve ısı stresini önlemek amacıyla çalışanlar sıcaklığın yüksek olduğu saatlerde çalıştırılmamalı, iş tatil edilmelidir.

7. Kaldırma taşımada kuralların göz ardı edilmesi

Seralarda ağır yüklerin kaldırılması ve taşınması gerekebilir. Tekniğine uygun davranılmaması halinde yüklerin kaldırılması ve taşınması çalışanlar üzerinde kalıcı hasarlara yol açar. Bunlar genellikle sırt ve bel ağrıları şeklinde ortaya çıkar. Bu tehlikenin önüne geçmek için, çalışanlara güvenli kaldırma ve taşıma eğitimi verilmeli ve bu davranışın alışkanlık haline gelmesi sağlanmalıdır. Çalışanların ağır yükleri taşımaları önlenmeli, gerektiğinde kaldırma ve taşıma işlerinde ekipler görev almalı, yada kaldırma ekipmanları kullanılmalı, kaldırma sırasında bacaklar açılmalı, dizler bükülerek, dirsekler ve kollar

vücuda yakın tutularak yük kaldırılmalıdır. Yük vücuda yaklaştırılmalı, dönüşlerde belden bükülmek yerine ayaklar üzerinde dönülmeli.

8. Sera yangınları

Seralar özellikle yakıt depolanması, kurumuş bitki artıkları, örtü malzemeleri nedeniyle yangına hassastırlar. Yangın için gerekli ısı, oksijen ve yakıt seralarda mevcuttur. Ayrıca bozulmuş ve aşırı ısınmış kablolar, uygun olmayan tesisat, aşırı derecede yüksek sıcaklıklara ulaşan borular nedeni ile yanıcı maddeler kolayca tutuşabilir. Depolanmış yakıtlar, sera örtüleri, özellikle polimer malzemeler, gölgeleme perdeleri, ahşap mobilyalar, plastik kaplar bazı gübreler böcek ilaçları yağlar, doğal gaz, karton, saman yanıcıdırlar. Seralardaki yangınları önleyebilmek amacıyla sıralanan malzemelerden gereksiz olanlar seralardan uzaklaştırılmalı ve çalışanlar yangın, önlemler ve tehlikelerin boyutları konularında eğitilmelidir.

9. Seralarda inşaat ve onarım işleri

İnşaat iş kolunda çoğunlukla yüksekten düşme şeklinde meydana gelen kazalar seralar için de geçerlidir. Seralarda iş kazaları daha çok seraların inşası ve genişletilmesi aşamalarında yapılan inşaat işlerinde söz konusudur. Bazen yağmur oluklarının güçlendirilmesi, temizlenmesi, çatının yükseltilmesi, örtü malzemesinin kaplanması, cam onarım işleri çalışanların güvenliği bağlamında tehlikelidir. Hatta bu tehlike taşıyıcı sistemin narinliği nedeniyle ile diğer inşaatlardan fazladır. Bu çalışmalarda gerekli güvenlik önlemleri alınmalı çalışma alanlarının çevresi çitle çevrilmeli ve çalışanlar inşaat iş kolu kazaları konusunda eğitilmelidir.

10. Ürün gönderme ve ürün kabul işlemleri

Üretilen ürünlerin pazara sevkı, sera için gerekli olan malzemelerin seraya taşınması ve istiflenmesi sırasında çalışanları etkileyebilecek boyutta kazalar yaşanabilir. Hemen her gün seralara girdi olarak kullanılan malzemeler getirilirken, üretilen ürünlerin sera dışına taşınması gerekir. Gelen araçların yüklerini boşaltmaları veya yük almaları sırasında

yükleme boşaltma alanlarının denetimsizliği, yüklerin araca taşınması ve yüklenmesi, yüklerin ağır olması, kimyasallar taşınırken çevreye bazı kimyasalların sızması, hareket halindeki araçların neden olabileceği kazalar çalışanlar üzerinde etkili olabilir. Bu nedenle her serada yükleme boşaltma alanlarının ve sorumlularının bilinmesi gerekir. Yüklem platformlarında forklift tekerleğini engelleyecek çukur veya tümsekler bulunmamalı, kimyasallar depoya taşınırken deponun havalandırılması ve çalışanların maske kullanmaları sağlanmalıdır. Anonim (2016), seralarda güvenli çalışmak için çalışanların aşağıda sıralananları dikkate almaları önerilmektedir.

1. Seralarda çalışan herkes, ilgili tehlikelere karşı kullanabileceği kişisel koruyucu donanım (KKD) bilgi sahibi olmalıdır,
2. Serada yangın söndürücüler, kimyasal madde sızıntı kitleri ve ilk yardım çantaları bulundurulmalı ve bunların kullanımı çalışanlara öğretilmelidir.
3. Çalışanlar acil durum konularında tahliye bilgilerine sahip olmalıdır,
4. Yangın, dolu, şiddetli rüzgâr ya da deprem durumunda, çalışanlar serayı hemen terk etmeli ve seranın güvenli olduğu tespit edilene kadar tekrar seraya girmemelidirler.
5. Acil bir durumda, varsa gazın nasıl kapatılacağını bilmelidirler.
6. Güçlü bir propan kokusu duyulunca seraya girilmemeli, ışık ve ekipmanlar açılmamalı, itfaiyeye haber verilmelidir.
7. Serada çalışanlar kapalı ayakkabılar dahil olmak üzere uygun iş kıyafetleri giymelidirler.
8. Tüm elektrik prizlerinin koruması bulunmalı ve koruyucu kapaklar takılı olmalıdır.
9. Tüm elektrik kabloları belirli aralıklarla hasarlara karşı kontrol edilmeli ve ıslak yüzeylerden uzak tutulmalıdır. Serada kesinlikle hasarlı kablo kullanılmamalıdır.
10. Serada herhangi bir hortum veya musluktan su içilmemelidir.
11. Tüm fanlar uygun şekilde korunmalıdır.
12. Gevşek başlı veya ayırık ve kusurlu tutamaklı el aletleri tamir edilmeli veya değiştirilmelidir.
13. Pestisit kullanımında kullanma talimatları uygulanmalıdır.

14. Ergonomik stres ve yorgunluğa dikkat edilmelidir. Gün boyunca aynı işi yapmak yerine, farklı görevler yaparak tekrarlanan görevlerden kaçınılmalıdır.

15. Bir kazada yaralanma olduğunda ilk yardım veya tıbbi yardım alınmalıdır.

16. Tüm seralarda sorumlu bir yönetici bulunmalı ve çalışanların işlerini yönetici ile koordineli olarak yürütmeleri sağlanmalıdır.

Yukarıda sera çalışanlarının güvenliği için sıralananlara ek olarak aşağıdaki davranışların sergilenmesi dikkate alınmalıdır (Tomlinson, 2016).

1. Seralarda yalnız çalışılmamalıdır.
2. El temizliğine önem verilmelidir.
3. Koruyucu gözlük kullanılmalı, yangın söndürücülerinin nasıl kullanılacağı bilinmelidir.
4. Hareketli tezgahları kullanırken parmakların ezilmemesi ve ürünlere zarar verilmemesi için dikkatli olunmalıdır.

Sonuç ve Öneriler

Ülkemizde ve dünyada tarım sektöründe meydana gelen iş kazaları konusunda yeterli ve sağlıklı veriler bulunmamasına karşın; mevcut veriler tarım sektörünün iş sağlığı ve güvenliği açısından riskli sektörler arasında yer aldığını ortaya koymaktadır. Dünyada tüm çalışanların %40'ını; ülkemizde ise tüm çalışanların yaklaşık %20'sini istihdam eden tarım sektörü, iş kazaları nedeniyle çok sayıda insan, iş günü ve maddi kayıplara neden olmaktadır. Özel bir çalışma alanı olarak tanımlanabilecek olan tarım sektörü ve seralar ise, çalışma koşulları açısından, açık alanda yapılan tarımsal çalışmalara oranla daha tehlikeli ve iş kazalarına ve meslek hastalıklarına daha açıktır. Seralarda yapılan tarımsal üretimin istihdamdaki payı, ülkemize ekonomik getirisi ve ülke refahına katkısının göz ardı edilemeyeceği açıktır. Söz konusu katkılarının sürdürülebilirliği, her şeyden önce sera çalışanlarının sağlık güvenliklerinin sağlanması ile yakından ilgilidir.

Bu amaçla çalışanların iş sağlığı ve güvenliği konusunda eğitilmeleri önem arz etmektedir. Çalışanların eğitimi için üniversitelerden, tarım il ve ilçe müdürlüklerinden, tarım

kooperatiflerinden yararlanılabilir. Ayrıca yerel radyo ve televizyonlardan da yardım alınabilir. Seralarda iş sağlığı ve güvenliğine yönelik önlemlerin uygulanma düzeylerini artırmak amacıyla, denetimler sıklaştırılabilir, gerekirse cezai yaptırımlara gidilebilir.

Gerek tarımsal üretimi artırmak, gerekse çalışanların sağlık ve güvenliğini korumak bağlamında seralarda iş sağlığı ve güvenliği alanında da birikim sahibi olan tarım teknik elamanlarının çalıştırılması yoluna gidilebilir.

Seralarda meydana gelebilecek iş kazalarının ve meslek hastalıklarının azaltabilmesi için metin içinde sözü edilen konulara özen gösterilmesi gerekir.

Kaynaklar

Alstine D, V. (tarihsiz), Top 10 Causes of Injuries in the Greenhouse, <https://ggs-greenhouse.com/blog/top-10-causes-injuries-greenhouse> (Erişim Tarihi: 11.07.2018)

Anonim-a (tarihsiz), İstanbul Vizyonu, 2014 Yılı SGK istatistik bilgilerine Göre İşKazaları, <http://www.istanbulvizyonosg.com/blog/2014-yili-sgk-istatistik-bilgilerine-gore-is-kazalar.html> (Erişim tarihi 16.04. 2018)

Anonim-b (tarihsiz) The Enormous Eurdens of Poor Working Conditions <http://www.ilo.org/moscow/areas-of-work/occupational-safety-and-health/WCMSvizyonosg.com/blog/2014-yili-sgk-istatistik-bilgilerine-gore-is-kazalar.html> (Erişim tarihi: 03.07.2018)

Anonim-c (tarihsiz), Tarımda İş Sağlığı ve Güvenliği Rehberi, ÇSGB İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Politika Ve Strateji Daire Başkanlığı. (Erişim tarihi: 16.04. 2018)

Anonim (2016) General Greenhouse safety (Safety Note 180) University of California Agriculture and Natural Resources. <http://safety.ucanr.edu/> (Erişim Tarihi: 03.07.2018)

Baytorun (2016), Seralar, Sera Tipleri, Donanım Ve İklimlendirilmesi. Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Ve Danışmanlık TİC. Yayın No: 1654. LTD. ŞTİ

Ceylan, H. (2014), Türkiye’de İnşaat Sektöründe Meydana Gelen İş Kazalarının Analizi International Journal of Engineering Research and Development, Vol.6, No. 1, January 2014.

Dursun, S. (2013), İş Güvenliği Kültürünün Çalışanların Güvenli Davranışları Üzerine Etkisi. Karadeniz Teknik Sosyal Güvenlik Dergisi Cilt:3, Sayı: 2, Yıl: 2013, sgd.sgk.gov.tr

Eğri, N. ve ark., (tarihsiz), Örtü Altı Yetiştiriciliğinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Rehberi. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü Müdürlüğü (Erişim Tarihi: 04.07.2018)

Eminoğlu, M., B. ve ark. (tarihsiz) Tarımda İş Sağlığı Ve Güvenliği <https://www.academia.edu/2964610/tarimda-is-sagligi-ve-guvenligi>, (Erişim Tarihi: 2018)

Öçal, M. ve Çiçek, Ö. (2017) Türkiye ve Avrupa Birliği’nde İş Kazası Verilerinin Karşılaştırmalı Analizi. Emek Ve Toplum, Cilt:6, Yıl:6, Sayı:16. 2017/3

Pekeroğlu, Y., (tarihsiz) İş Sağlığı Güvenliği Çalışmalarında Eğitimin Önemi <http://yasinpekeroğlu.com/yasin-pekeroğlu-is-sagligi-ve-guvenligi-calismalarinda-egitimin-onemi.html> (Erişim tarihi: 23.11.2015)

SafeWork (Tarihsiz), Occupational Hazard In Agriculture, International labour Office, www.ilo.org/safework (erişim tarihi: 23.04.2018)

Tarımda İş Kazaları ve Gerekli Önlemler

- Taşyürek, M., Durmaz, İ., Çatak, E., (2017)
Türkiye’de İş Kazası ve Meslek Hastalıkları İstatistikleri
https://artidanhaberler.files.wordpress.com/2017/02/igs_kaza-ve-meslekhastaligi (Erişim Tarihi: 04.07.2018)
- Tomlinson, B., (2016) Grenhouse Safety Rules
<https://communities.naae.org/thread/10797> Erişim Tarihi: 13.03.2018)
- Üçüncüoğlu, K. (tarihsiz), 2012 SSK İş Kazası İstatistiklerinin Analizi.
<http://www.isteguvencilik.tc/SGK2012IsKazaIstatistik.pdf> (Erişim Tarihi: 03.08.2017)



Doğu Akdeniz Bölgesi Turunçgil Üretim Alanlarında Turunçgil Psorosis Virüsü (*Citrus psorosis virus*, CPsV)'nin Yaygınlığının Araştırılması ve Biyolojik İndeksleme Yöntemi ile Tanılanması

S. Büşra FİDANCI¹

Nüket ÖNELGE^{1*}

Orhan BOZAN¹

Özet

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Turunçgil kavlama hastalığı etmeni *Citrus psorosis virus* (CPsV)'nin portakal, mandarin ve altıntop bahçelerinde bulaşıklık durumu simptomatolojik olarak belirlenmiş ve alınan bitki örneklerinin biyolojik indekslemesi yapılmıştır. CPsV'nin Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yaygınlığını belirlemek amacıyla Adana, Mersin ve Hatay illerinde 10 yaşından ve 10 dekardan büyük portakal, mandarin, altıntop bahçelerinde ilkbahar ve sonbahar aktif genç sürgün dönemlerinde sörveyler gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen sörveylerde, CPsV'nin karakteristik simptomlarından olan genç yaprak ve kabuk kavlamaları değerlendirilerek hastalığın bulaşıklık oranı belirlenmiştir. Yapılan arazi çalışmaları sonucunda incelenen 11.150 ağacın 3.663 tanesinin CPsV ile enfekteli olduğu, Doğu Akdeniz Bölgesi Adana, Mersin ve Hatay illerinde portakal, mandarin ve altıntop yetiştirilen bahçelerde toplam bulaşıklığın %33 olduğu tespit edilmiştir. Biyolojik indeksleme çalışmalarında tohumdan yetiştirilen 8 aylık Pineapple portakal (*Citrus sinensis*) fidanları kullanılmıştır. Enfekteli indikatör bitkilerde ilk gözlenen hastalık belirtisi, sürgünlerinde CPsV'nin karakteristik belirtisi olan şok reaksiyonlarıdır. Bu bitkilerin genç yapraklarında damar bantlaşması ve meşe yaprağı deseni gibi CPsV'nün belirtileri gözlemlenmiştir. Ayrıca bazı indikatör bitkilerde olgun yaprak simptomları da gözlenen hastalık belirtilerindedir.

Anahtar Kelimeler: CPsV, Turunçgil, Doğu Akdeniz Bölgesi, Turunçgil kavlama hastalığı

Investigation of the Prevalence and Biological Indexing of *Citrus psorosis virus* (CPsV) in Citrus Production Areas of Eastern Mediterranean Region

Abstract

In the orange, mandarin and grapefruit orchards of the Eastern Mediterranean region, the contaminant status of *Citrus psorosis virus* (CPSV), which is the causal agent of Citrus psorosis disease has been determined symptomatologically and biological characterization of collected plant samples was carried out. With the aim of determine the prevalence of CPsV, the surveys were carried out in the spring and autumn active young shoots period of orange, mandarin, grapefruit orchards, which are over the 10 years old and more than 10 decars at Adana, Mersin and Hatay provinces. In the surveys performed, the infection rate of the disease was determined by evaluating the young leaf symptoms and bark scalling of the characteristic symptoms of CPsV. In the investigated orchards, 3.663 of 11.150 trees were infected with CPsV and the total contamination was 33%. In the biological indexing studies were used 8 month old Pineapple oranges (*Citrus sinensis*) plants which grown from the seed. The shock reaction of the characteristic symptoms of CPSV were observed in the first growth flushes of infected indicator plants. Vein banding and oak leaf pattern were observed in the young leaves of these plants. In addition, mature leaf symptoms of the disease were observed in some indicator plants.

Keywords: CPsV, Citrus, East Mediterranean Region, *Citrus psorosis disease*

Giriş

Kökeni Güneydoğu Asya olan turunçgiller; turunç, portakal, mandarin, altıntop, limon ve bergamot gibi ekonomik değeri yüksek olan *Citrus* cinsi meyve ağacı türlerini içine alan bir bitki topluluğudur. Modern anlamda turunçgil tarımı 19. yüzyılda ABD'de başlamış ve hızla yayılmıştır. Dünya'da turunçgil üretimi 35° kuzey ve 35° güney paraleller arasındaki bölgelerde yapılmaktadır. Meyve grupları içinde dünyada en çok yetiştirilen ve tüketilen meyve grubudur. Dünya'da 9 milyon hektar alanda yaklaşık 138 milyon ton turunçgil üretilmektedir. Bu üretimin %57'si portakal, %23'ü mandarin, %11'i limon, %4'ü altıntop ve %5'lik kısmı da diğer turunçgil çeşitleri oluşturmaktadır. Çin toplam turunçgil üretiminin %24.1 kısmını oluşturarak en büyük turunçgil üreticisi ülke iken, onu %15.4 payla Brezilya ve % 8.1 pay ile Amerika Birleşik Devletleri takip etmektedir (FAO, 2014). Ülkemiz ise toplam dünya üretiminin %2.7'lik kısmını oluşturarak yaklaşık 125 bin hektar alanda yapılan turunçgil üretimi ile en çok turunçgil üreten ülkeler arasında 9. sırada yer almaktadır (FAO, 2014). Türkiye'deki toplam turunçgil üretiminin %85'i Çukurova ve Antalya Bölgesi'nde, %14'ü Ege Bölgesi'nde, %1'lik kısmı ise Karadeniz Bölgesi'nde yapılmaktadır (TUİK, 2016). Dünya'da turunçgil yetiştirilen alanlarda virüs ve virüs benzeri hastalıklar ekonomik anlamda turunçgil tarımını sınırlayıcı en önemli faktörlerdendir ve üretim yapılan bu alanlarda 80'e yakın virüs ve virüs benzeri hastalık olduğu bildirilmektedir (Roistacher, 1991). Bu hastalıkların en önemlilerinden biri *Citrus psorosis virus* (CPsV)'nin neden olduğu Turunçgil kavlama hastalığı'dır (Roistacher, 1991). CPsV'nin neden olduğu Turunçgil kavlama hastalığı Kuzey Amerika, Güney Amerika ve Akdeniz ülkelerinde dahil olmak üzere turunçgil yetiştirilen ülkelerde ciddi hasara yol açan yaygın bir virüs hastalığıdır (Roistacher, 1993). CPsV turunçgil yetiştirilen alanlarda hastalıklı ağaçların iletim demetlerini etkileyerek yıllık yaklaşık %5'lik verim kaybına neden olmaktadır (Achachi, 2014). Bu çalışmada Doğu Akdeniz Bölgesi turunçgil bahçelerinde Kavlama hastalığı etmeni *Citrus psorosis virus* (CPsV)'nin bulaşıklık durumu belirlenmiş ve

etmenin geliştirdiği hastalık belirtileri biyolojik indeksleme yöntemi ile tanınmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Doğu Akdeniz Bölgesi turunçgil bahçelerinde CPsV'nin bulaşıklık durumunun belirlenmeye çalışıldığı bu çalışmada bitkisel materyali sorvey yapılan bahçelerdeki genç yaprak simptomları gösteren portakal, mandarin, altıntop bitkilerine ait örnekler oluşturmuştur. Yürütülen biyolojik indeksleme çalışmalarında ise tohumdan yetiştirilmiş olan Pineapple portakal fidanları kullanılmıştır. Pineapple portakal fidanlarına aşılacak olan CPsV etmenine ait inokulum materyali turunçgil bahçelerinden alınan örnekler ile Çukurova Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü Turunçgil Virüsleri Laboratuvarı'ndan temin edilmiştir. Biyolojik indeksleme çalışmalarında ayrıca lateks eldiven, %2'lik hipoklorit, parafilm bantlar, viyoller ve plastik saksılar materyal kullanılmıştır.

Yöntem

Sörvey Çalışmaları

Sörvey çalışmaları Doğu Akdeniz Bölgesi'ndeki Adana, Mersin ve Hatay illerindeki 10 dekardan ve 10 yaşından büyük portakal, mandarin ve altıntop bahçelerinde gerçekleştirilmiştir. Sörvey çalışmaları bitkilerin aktif sürgün döneminde olduğu ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde yapılmıştır. CPsV'nin bulaşıklık oranının belirlenmesinde hastalığın karakteristik simptomlarından olan genç yapraklarda gelişen damar bantlaşması, meşe yaprağı deseni, ağaçların gövde ve dallarında gelişen kabuk kavlamaları baz alınmıştır.

Biyolojik İndeksleme Çalışmaları

Çalışmada kullanılan turunçgil örnekleri, Doğu Akdeniz Bölgesi turunçgil bahçelerinden CPsV ile bulaşık olduğu bilinen ağaçlardan genç yapraklarda damar bantlaşması ve meşe yaprağı deseni, gövde kabuk kavlamaları, şiddetli kabuk kavlama belirtileri, yaşlı yaprak simptomları, odun dokusu deformasyonları ve concave gum simptomları gösteren ağaçlardan seçilmiştir.

Doğu Akdeniz Bölgesi Turunçgil Üretim Alanlarında Turunçgil Psorosis Virüsü (*Citrus Psorosis virus*, CPsV)'nin Yaygınlığının Araştırılması ve Biyolojik İndeksleme Yöntemi ile Tanınması

Seçilen her bir ağaçtan farklı yönlerinden olmak üzere üçer örnek alınmış ve etiketlenerek naylon torbalara yerleştirilerek buz kutusu içerisinde Çukurova Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü Turunçgil Virüsleri Laboratuvarı'na getirilmiştir. Aşı kalemlerinin yaprakları temizlenerek indeksleme çalışmalarında kullanılmak üzere +4C°'de buzdolabında saklanmıştır. CPsV etmeninin varlığını araştırmak için kullanılan indikatör bitkiler Pineapple portakal tohumlarından yetiştirilmiştir. ÇÜ Ziraat Fakültesi turunçgil koleksiyon parselinde bulunan Pineapple portakal ağaçlarından, meyvelerin olgunlaşmaya başladığı aralık-ocak aylarında meyveler toplanarak tohumları için kullanılmıştır. Meyvelerden çıkarılan tohumlar üst yüzeyindeki yapışkan maddenin uzaklaştırılması amacıyla, bol suda yıkanmış ve oda sıcaklığında, fazla nemin alınması için gazete kağıtları üzerine yayılmıştır. Tohumlar % 1'lik 8 Hydroxy-Quinoline Sülfat solüsyonu içerisinde, 3 dakika bekletilerek, yüzey ilaçlaması tamamlanmıştır (Giacometti, 1986). İndikatör bitki olarak kullanılacak Pineapple portakal tohumları her bir saksıya 20 adet tohum gelecek şekilde ekimi gerçekleştirilmiştir. Tohumlarda çıkış gözlemlenene kadar üzerleri gazete kağıtlarıyla kapatılmış ve soğuk havalardan etkilenmemeleri için, ÇÜ Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü araştırma ve uygulama parsellerinde bulunan seralara konulmuştur. İndeksleme için kullanılacak olan Pineapple çöğürleri, 10-15 cm büyüklüğe ulaştıkça tek tek saksılara şaşırtılmış ve haftada bir kez sulama ve gübrelemesi yapılmıştır. Tohumdan yetiştirilen 8 aylık fidelere göz ve kabuk aşılması olarak inokulasyonlar gerçekleştirilmiştir. Her semptom grubu için 1 arazi örneği seçilmiş ve biyolojik indekslemeye alınmıştır. İnokulum yapıldıktan sonra bitkiler haftalık olarak yaprak semptomları ve şok reaksiyonları açısından gözlemlenmiştir. 2 ay sonra geriye doğru budama yapılmış ve yeni sürgünlerin gelişmesi sağlanmış ve hastalık belirtileri gözlemlenmeye devam edilmiştir. Biyolojik indeksleme çalışmalarında etmenin

bulaşık olduğu ağaçlarda oluşturduğu genç yaprak ve olgun yaprak semptomları hastalık belirtisi olarak değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

CPsV Hastalığının Sörvey Çalışmaları İle Bulaşıklık Durumunun Belirlenmesi

Doğu Akdeniz Bölgesi Adana, Mersin ve Hatay illerindeki 10 yaşından ve 10 dekardan büyük olan portakal, mandarin ve altıntop bahçelerinde bitkilerin aktif sürgün döneminde olduğu ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde yapılan sörveylerde CPsV hastalığının karakteristik özellikleri olan genç yaprak semptomlarını (Şekil 1) gösteren ağaçlar ayrıca hastalık için karakteristik kabuk kavlaması belirtileri yapılan gözlemler sonucunda hastalıkla bulaşık olarak kabul edilmiştir.



Şekil 1. Yapılan sörvey çalışmalarında Adana ilinde CPsV'nin genç yaprak semptomu olan damar bantlaşmaları semptomları

Yapılan arazi çalışmaları sonucunda Adana, Mersin ve Hatay illerinde toplamda 11150 tane ağaç incelenmiş ve bunların 4110 tanesi portakal, 5800 tanesi mandarin ve 1250 tanesi altıntop ağaçlarından oluşmuştur (Çizelge 1).

Doğu Akdeniz Bölgesi Turunçgil Üretim Alanlarında Turunçgil Psorosis Virüsü (*Citrus Psorosis virus*, CPsV)'nin Yaygınlığının Araştırılması ve Biyolojik İndeksleme Yöntemi ile Tanılanması

Çizelge 1. Sörvey çalışmalarında incelenen ağaçların illere göre dağılımı

İL	PORTAKAL			MANDARİN			ALTINTOP		
	İncelenen ağaç	Bulaşık ağaç	% oran	İncelenen ağaç	Bulaşık ağaç	% oran	İncelenen ağaç	Bulaşık ağaç	% oran
ADANA	2.000	600	% 30,0	1000	250	% 25,0	750	75	% 10,0
MERSİN	1.500	750	% 50,0	2300	690	% 30,0	300	60	% 20,0
HATAY	600	210	% 35,0	2500	1.000	% 40,0	200	28	% 14,0
TOPLAM	4.100	1.560	% 38,3	5800	1.940	% 31,3	1.250	163	% 13,04
İL	TOPLAM								
	İncelenen ağaç	Bulaşık ağaç	% oran						
ADANA	3.750	925	% 25,0						
MERSİN	4.100	1.500	% 36,5						
HATAY	3.300	1.238	% 37,5						
TOPLAM	11.150	3.663	% 33,0						

Sörvey yapılan bahçelerden Adana ilinde incelenen 3750 ağacın % 25'nin, Mersin ilinde incelenen 4100 ağacın %36.5'nin, Hatay ilinde incelenen 3300 ağacın %37.5'nin semptomatolojik olarak CPsV ile bulaşık olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Gerçekleştirilen sörvey çalışmalarında özellikle genç yaprak semptomlarının ilkbahar sürgün döneminde daha belirgin olduğu ve sonbahar sürgün döneminden daha yoğun bantlaşma belirtilerinin geliştiği gözlenmiştir. Kabuk kavlama semptomlarına genç yaprak belirtilerine oranla daha az rastlanılmış olup özellikle 30 yaşın üzerindeki eski turunçgil bahçelerinde gözlenmiştir. Güllü (1989) tarafından Doğu Akdeniz Bölgesinde yürütülmüş benzer bir sörvey çalışmasında ise Navel portakallarda %64-80, Satsuma mandarinlerde %15.8-31 oranlarında kavlama hastalığı ile bulaşık olduğunu bildirmiştir. Yapılan bu çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiş olup CPsV ile bulaşık bahçelerin yüzdesinin Doğu Akdeniz Bölgesi'nde % 33 oranında olduğu ve Doğu Akdeniz Bölgesi'nde

kavlama hastalığının hala yaygın olduğu bu çalışma ile ortaya konulmuştur.

CPsV Hastalığının Biyolojik İndeksleme Yöntemi İle Tanılanması

Doku inokulasyonu yöntemi ile CPsV etmeni aktarılan Pineapple portakalı fidanlarında aşılama iki ay gibi bir süre sonra, uç sürgünlerinde hastalığın karakteristik özelliği olan şok reaksiyonları gözlenmiştir (Şekil 2). Şok reaksiyon belirtileri yeni gelişen sürgünlerin geriye doğru kuruması şeklinde gelişmiştir. Bu reaksiyon özellikle bahçede kabuk kavlaması semptomların gözlendiği ağaçlardan alınan örneklerin pineapple portakal indikatöründe geliştirdiği belirtilerdir. Arazide sadece damar bantlaşması semptomu gözlenen ağaçlardan alınan örnekler biyolojik indeksleme çalışmalarında şok reaksiyonu geliştirmemişlerdir.

Doğu Akdeniz Bölgesi Turunçgil Üretim Alanlarında Turunçgil Psorosis Virüsü (*Citrus Psorosis virus*, CPsV)'nin Yaygınlığının Araştırılması ve Biyolojik İndeksleme Yöntemi ile Tanınması



Şekil 2. İnokulasyon sonucu Pineapple portakal fidanında geriye doğru kurumalar şeklinde gelişen şok reaksiyonu

Ayrıca inokule edilen bitkilerin genç yapraklarda damarlar üzerinde açık renkli damar bantlaşması ve meşe yaprağı görüntüsü de gözlemlenmiştir (Şekil 3). Genç yapraklar üzerinde gelişen belirtilerin büyük bölümü yapraklar olgunlaştığında kaybolmuşlardır. Negatif kontrol olarak bırakılan sağlıklı pineapple fidanlarında CPsV'nin genç yaprak belirtilerine rastlanmamıştır.

Bunlara ilave olarak biyolojik indeksleme çalışmalarında olgun yapraklar üzerinde hafif zamklı lekeler gelişmiştir (Şekil 4). Ancak olgun yaprak belirtileri arazide çok şiddetli kabuk kavlaması sergileyen ağaçlardan alınan örneklerde gözlenmiştir. Bu ağaçlardan alınan gözlerin inokule edildiği indikatör bitkilerin yapraklarında yaprak ana damarı boyunca ve yaprakta gelişen güzel oluşan yağ emgisini andıran hafif zamklı lekeler gelişmiştir. Bu lekeler kalıcı olmuş ve yapraklar olgunlaştığında da gözle görünür olup genç yaprak belirtileri gibi kaybolmamıştır.



Şekil 3. a) İnokulasyon sonucu Pineapple portakal fidanlarının genç yapraklarında oluşan açık renkli damar bantlaşması, b) İnokulasyon sonucu Pineapple portakal fidanlarında oluşan meşe yaprağı deseni belirtisi



Şekil 4. İnokulasyon sonucu Pineapple portakal fidanlarının olgun yaprakları üzerinde oluşan zamklı lekeler

Turunçgil bahçelerinde meşe yaprağı deseni genellikle damar bantlaşması simptomsu ile beraber gözlenmiştir. Biyolojik indeksleme çalışmalarında da genç yapraklarda meşe yaprağı deseni damar bantlaşması belirtileri ile birlikte gelişmiştir. CPsV'nin bulunduğu ülkelerde yapılan çalışmalarda meşe yaprağı deseninin damar bantlaşması simptomsu ile birlikte bulunduğunu bildiren pek çok çalışma mevcuttur. Her ne kadar meşe yaprağı deseni concave gum gövde deformasyonlarının görüldüğü ağaçlarda daha yoğun gözlenirse de

concave gum deformasyonlarının direkt Turunçgil kavlama hastalığı ile bağlantılı olmadığı yürütülen çalışmalarla ortaya konmuştur (Achachi, 2014).

Sonuçlar

Doğu Akdeniz Bölgesi Adana Mersin ve Hatay illerinde portakal, mandarin ve altıntop bahçelerinde gerçekleştirilen sörvey çalışmalarında CPsV'nin karakteristik simptomslarından olan genç yapraklarda damar bantlaşması ve meşe yaprağı görüntüsü

Doğu Akdeniz Bölgesi Turunçgil Üretim Alanlarında Turunçgil Psorosis Virüsü (*Citrus Psorosis virus*, CPsV)'nin Yaygınlığının Araştırılması ve Biyolojik İndekslenme Yöntemi ile Tanılanması

simptomları yoğun olarak bulunmuştur. Genç yaprak simptomları ile birlikte Turunçgil kavlama hastalığının diğer bir karakteristik belirtisi olan gövde ve ana dallarda kabuk kavlamalarının da Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yaygın olduğu belirlenmiştir.

Kabuk kavlama simptomları tabakalar halinde ve pul pul olmak üzere iki farklı şekilde bulunmaktadır. Kabuk kavlama dokularının altında odun dokusu içinde zamk paketleri etmenin şiddetli etkilediği portakal ve mandarin ağaçlarında gözlenmiştir. Altıntop ağaçlarında gözlenen tek belirti genç yapraklarda damar bantlaşması simptomudur.

Şiddetli kabuk kavlama belirtileri gösteren ağaçların yaşlı yapraklarında klorotik lekeler ve yaprakların arka kısmında zamk kabarcıkları bulunmaktadır. Yaşlı yaprak simptomları özellikle V. navel portakal ağaçlarında gözlenmiştir.

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde portakal, mandarin ve altıntop bahçelerinde gerçekleştirilen sörveylerde toplamda 11150 ağacın %33'nün CPsV ile bulaşık olduğu belirlenmiştir. Gerçekleştirilen sörveyler sonucunda CPsV'nin %38.3'lük oranla en fazla portakal çeşitlerinde görülmekte olduğu ve bunu %31.3 ile mandarin ve %13.04 ile altıntop çeşitlerinin takip ettiği belirlenmiştir.

Pineapple portakal fidanlarına yapılan biyolojik indeksleme çalışmaları sonucunda; şok reaksiyonları, genç yapraklarda damar

bantlaşması ve meşe yaprağı görüntüsü bütün indikatör bitkilerde 8 haftalık süre sonunda gözlemlenmiştir. Ayrıca CPsV için karakteristik olan olgun yapraklarda farklı boyutlarda gelişen kalıcı zamklı lekeler indikatör bitkilerde gözlenen Turunçgil kavlama hastalığı belirtileri olmuştur.

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde CPsV'nin bu derece yaygın olmasının en büyük nedeni virüslere karşı testlenmiş sertifikalı üretim materyalinin hala kullanılmaması ve bölgede turunçgil üreticisinin bu virüs hastalığına karşı sağlıklı fidan bulamamasıdır. Sertifikalı turunçgil fidan üretimine ve kullanımına ağırlık verilmesi hastalıkla ilgili bulaşıklık oranlarının daha az düzeylere inmesini sağlayacaktır.

Kaynaklar

- Achachi, A., 2014. Recent advances in Citrus psorosis virus. *VirusDisease*, Volume 25, Issue 3: 261–276
- FAO, 2014. www.fao.gov.tr. Erişim Tarihi-18-06-2018.
- Giacometti, D. C., 1986. Orange and Other Citrus . FAO Plant Production and Protection Paper 76
- Güllü, M., 1989. Doğu Akdeniz Bölgesi Navel Grubu Portakalı ve Satsuma Mandarin Ağaçlarında Yaygın Virus ve Virus Benzeri Hastalıkların Sörveyi ve İndekslenmesi Üzerinde Çalışmalar. Doktora Tezi, 70. Araştırma Yayınları Serisi, Ankara.

Doğu Akdeniz Bölgesi Turunçgil Üretim Alanlarında Turunçgil Psorosis Virüsü (*Citrus Psorosis virus*, CPsV)'nin Yaygınlığının Araştırılması ve Biyolojik İndekslenme Yöntemi ile Tanılanması

Roistacher, C. N., 1991. Graft-Transmissible Diseases of Citrus. In: Food, Agriculture. Organization of the United Nations, FAO (Ed.), Handbook for Detection and Diagnosis, Rome, Italy, p. 115–126.

Roistacher C.N., 1993. Psorosis – A Review. In: Moreno P, da Graca JV, Timmer LW, eds. Proceedings of the 12th Conference of the International Organization of Citrus Virologists, Riverside, CA, USA: IOCV, 139–154

TUİK, 2016. www.tuik.gov.tr. Erişim Tarihi-08-06-2018.



Turunçgil Tristeza Virüs Hastalığı; Türkiye Turunçgil Tarımı İçin Potansiyel Bir Tehlike

Orhan BOZAN^{1*} Johana Yiceth Medina Gil¹ Nüket ÖNELGE¹

Özet

Turunçgil çeşitleri hem dünya hem de Türkiye için oldukça önemli meyve gruplarından bir tanesidir. Türkiye’de yüzde 80’den fazla bir oranda üretim yapıldığı yer Akdeniz bölgesidir. Bunu Ege ve Karadeniz Bölgesi takip etmektedir. Turunçgillerde önemli hastalıklardan bir tanesi *Turunçgil tristeza virüsüdür* (CTV). Turunçgil tristeza virüsü ülkemizde henüz epidemi yapmamış olmasına rağmen onlarca yıl boyunca dünyada birçok ülkede önemli ekonomik kayıplara neden olmuştur. Şimdiye kadar CTV’nin 100 milyondan fazla turunçgil ağacına etkilediği düşünülmektedir. CTV, turunçgillerde en önemli anaçlardan biri olan turunç anacının hastalığıdır. Türkiye’de turunçgil tarımının %84’ünün gerçekleştirildiği Akdeniz bölgesinde % 99 oranında turunç anacı kullanılmaktadır. Hastalığı taşıyan vektörlerden *Aphis gossypii* ülkemizde varlığı belirlenmiştir. CTV’nin en önemli vektörü *Toxoptera citricida* Portekiz’in kuzeyinden Akdeniz havzasına giriş yapmış olup, yıllar içerisinde İspanyanın kuzeyine ulaşmış bulunmaktadır. Son yapılan çalışmalarda hastalığın hafif, orta ve şiddetli ırklarının Doğu Akdeniz Bölgesi izolatlarda bir karışım halinde bulunduğu belirlenmiştir. CTV’yi taşıyabilen vektörün ülkemizde bulunması, CTV’nin etkin vektörünün Portekiz’den diğer ülkelere yayılması, ülkemizde yüksek oranda turunç anacı kullanılması ve son yapılan çalışmalarda ülkemiz CTV izolatlarda orta şiddetli ve şiddetli ırkların da varlığının belirlenmesi hastalığın büyük bir epidemi yapması açısından potansiyel bir tehlike olarak görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: CTV, Turunçgil, Türkiye, Vektör

***Citrus tristeza virus disease;* A Potential Threat of Turkey Citrus Cultivation**

Abstract

Citrus fruit varieties is one of the very important group for both Turkey and the World. A ratio of more than 80 percent in Turkey in the Mediterranean Sea where production is made of. This is followed by the Aegean and Black Sea regions. One of the most important diseases in citrus fruits is *Citrus tristeza virus* (CTV). Although CTV has not yet done epidemic in our country, it has caused significant economic losses in many countries around the world for decades. So far, CTV is thought to affect more than 100 million citrus trees. CTV is one of the most important rootstocks in citrus fruit. CTV is the disease of sour orange (*Citrus aurantium* L.) which is one of the most important rootstocks in citrus fruits. 84% of the citrus in the Mediterranean region of Turkey in agriculture is carried out, are used by 99% of sour orange rootstocks. The vector *Aphis gossypii*, which carries the disease, is determined in our country. The most important vector of CTV, *Toxoptera citricida*, has entered the Mediterranean basin from the north of Portugal and has reached the north of Spain over the years. In recent studies, mild, moderate and severe strains of the disease were found as a mixture in the isolates of Eastern Mediterranean Region. The presence of vector that can carry CTV in our country, spreading the effective vector of CTV from Portugal to other countries, using of a high rate of sour orange in our country and determination of presence of moderate and severe strains in CTV isolates of our country in recent studies, it is seen as a potential danger for the disease to cause a large epidemic.

Keywords: CTV, Citrus, Turkey, Vector

Yayın Kuruluna geliş tarihi:12.12.2018

¹⁾Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Balcalı/ADANA

*Sorumlu Yazar: Orhan BOZAN, (gborhan@cu.edu.tr)

Giriş

Dünya ve Türkiye tarımında üretim, ihracat ve ithalat rakamlarına baktığımızda turunçgiller yaş sebze ve meyveler içinde önemli bir yer işgal etmektedir. 2016 yılında Türkiye'de turunçgil üretim alanları incelendiğinde yaklaşık 135 bin hektar alana ulaştığı görülmektedir (TÜİK, 2017). Türkiye turunçgil üretiminin %84,2'si Akdeniz Bölgesinde gerçekleşmektedir (Turunçgil tanıtım gurubu, 2016). Türkiye turunçgil üretiminin % 26,6'sı Adana, % 24,5'i Mersin, % 21,1'i Hatay'da gerçekleştirilmektedir (TÜİK, 2017).

2007 yılından 2016 yılına kadar Türkiye toplam turunçgil üretimi %44'lük bir artışla 4,29 milyon ton olarak bildirilmiştir (TÜRKTÖB, 2017). Bu artışı pek çok faktör etkilemektedir. Turunçgil üretim alanlarına 24 bin hektar eklenmesi, daha verimli çeşitlerin kullanılması, profesyonel bakım tekniklerinin gelişmesi, tarımsal desteklerin artması ve Doğu Akdeniz Bölgesi'nin uygun ekolojik özellikleri nedeniyle, turunçgil üretimi yıldan yıla artmış ve artmaya da devam etmektedir.

Turunçgillerde diğer tarım ürünlerinde olduğu gibi üretimi olumsuz etkileyen, zarar verebilen; hastalık, zararlı ve yabancı otlar bulunmaktadır. Turunçgil üretiminde karşılaşılan sorunların başında hastalıklar ve bu hastalıklar içinde virüs ve virüs benzeri hastalıklar büyük ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Dünyada turunçgil ağaçlarında etkili olan ve zarar verebilen yaklaşık 80 adet virüs ve virüs benzeri hastalık olduğu rapor edilmiştir (Roistacher, 1991). Rapor edilen bu virüs ve virüs benzeri hastalıklar içinde en önemlilerinden biri *Turunçgil tristeza virüsü* (*Citrus tristeza virüs*, CTV)'dür (Bar-Joseph ve ark, 1989). CTV'ye karşı en duyarlı tür anaç olarak kullanılan turunç (*Citrus aurantium*)'dur. Turunç anacı, Türkiye turunçgil üretiminde özellikle Doğu Akdeniz Bölgesinde çok yüksek oranda kullanılan, turunçgillerde yetiştiricilik ve meyve kalitesi açısından önemli olan bir anaçtır. CTV değişik ülkelerde oldukça büyük epidemilere yol açmış üzerinde en çok araştırma yapılan bir turunçgil hastalığıdır. CTV, dünya üzerinde turunç anacı üzerine aşılana milyonlarca turunçgil ağacının yok olmasına sebep olmuştur (Garnsey ve Lee, 1988, Moreno ve ark, 2008; Rocha-Pena ve ark, 1995) Uzun yıllardır üzerinde çalışılan CTV hala turunçgil endüstrisi önemli olan, birçok

ülke için potansiyel tehlike görülen bir hastalık olma özelliğini devam ettirmektedir

CTV, pek çok ülkede (Arjantin, Brezilya, Kaliforniya, İspanya, Asya ülkeleri ve diğerleri) turunçgil üretiminde aksamalara, yıkıcı epidemiler yaparak, bu ülkelerde 100 milyondan fazla ağacın ölümüne neden olmuş ve olmaya devam eden bir hastalık etmenidir. (Moreno ve ark., 2008).

Bu hastalık etmeni İspanyolca'da "Hüzün, keder" anlamına gelmektedir. CTV, *Rutaceae* familyasına ait farklı cins ve türlerin floem hücrelerinde bulunmakta ve farklı afid türleri (*Toxoptera citricida*, *Aphis gossypii*, *A. spiraecola*, *A. crassivora*, *T. aurantii* ve *Myzus persicae*) ile taşınmaktadırlar. CTV hastalığına tolerant *Poncirus* cinsi gibi gruplar olsa dahi turunçgillerde pek çok tür, çeşit ve hibritlerin dahil olduğu oldukça geniş bir konukçu dizisini olumsuz etkilemektedir (Bar-Joseph ve ark., 1989).

Tristeza, yaklaşık 2.000 nm uzunluğunda ve 10-12 nm çapında uzun, esnek ve lifli virionlara sahiptir (Karasev ve ark., 1995, Moreno ve ark., 2008). Virionlar, $5.4-6.5 \times 10^6$ daltonluk tek iplikçikli bir RNA (ssRNA) içerir (Cambra ve Moreno, 2000; Moreno ve ark., 2008). *Tristeza virüsü*, bitkileri etkileyen tüm virüsler içinde en uzun RNA genomuna sahiptir (Niblett ve ark., 2000). CTV taksonomisi Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. CTV taksonomisi

Taksonomi: Sınıflandırma	
Genom	(+) ss RNA
Familya	Closteroviridae
Cins	Closterovirus
Tür	<i>Citrus tristeza virus</i>

RNA virüslerinin çoğunda olduğu gibi, CTV hastalığında da bitkide bir arada bulunan ve yüksek oranda genetik ve fenotipik çeşitliliği sağlayan farklılıklar bulunmaktadır. CTV'nin Closterovirus cinsinin en karmaşık türlerinden biri olduğu düşünülmektedir (Moreno ve ark., 2008).

Yıllar boyunca turunçgil ağaçlarını infekte eden farklı CTV ırklarının RNA'sı, CTV taşıyan yaprak bitleri tarafından tekrarlanan virüs

bulaştırmaları, anormal veya kusurlu viral RNA (birikmiş mutasyonlar) ve homolog rekombinasyonlar ve bunlar içinde meydana gelen değişkenlikler sonucu farklı CTV genotipleri oluşmuştur. Bütün bu değişkenler, CTV'nin geçmişten gelen genetik yapısının oluşmasında farklılık yaratmaktadır (Harper ve ark., 2008).

Dodds ve Bar-Joseph (1983) Closterovirus ile infekte olmuş bitkilerde molekül ağırlığı saptanan ssRNA genomunun yaklaşık iki katı büyüklüğünde dsRNA parçacıkları bulmuşlar ve bunları virüsün çoğalma biçimleri ile ilişkilendirmişlerdir. Bu dsRNA'lar, portakal, turunç, Meksika laymı, greyfurt ve *Citrus excelsa* konukçu bitkilerinde oldukça fazla, altıntop ve turunçta daha az miktarda saptanmışlardır.

Yapılan çalışmalarda infekteli bir bitkiden, bir CTV izolatını sağlıklı bir bitkiye yaprak bitleri yoluyla taşınması ile ilk izolattan farklı olarak değişik özellikler gösteren izolatların meydana geldiği bildirilmiştir (Cambra ve ark. 1993; Broadbent ve ark., 1996; ve Albiach-Martí ve ark., 2000b)

Dünya turunçgil üretiminde büyük kayıplara neden olan *Turunçgil tristeza virüsü* 'nün üç ırkı vardır ve bunların semptomları genellikle turunç veya Meksika laym çeşitleri görülmektedir. İlk olarak, ağaçlarda solgunluk üreten ve turunç anaçlarına aşılanan hemen hemen tüm turunçgil türlerini (limon dışında) etkileyebilen en şiddetli ırkı olan "ani ölüm" (Quick decline)'dür. Bu patojenden kaynaklanan ikinci bilinen ırkı ise, "gövde çukurlaşması" (stem pitting) olup, anaç kullanmaksızın semptom gösteren duyarlı bitkiler Meksika laymı ve portakal çeşitlerinde gözlemlenmektedir (Bar-Joseph ve ark., 1989; Roistacher, 1991; Cambra ve Moreno, 2000). Üçüncü ırk ise, genellikle sera koşullarında meydana gelen, turunç, limon veya greyfurtta görülebilen çöğür sarılığı veya "seedling yellows" 'dur. Bu ırkların görülme sıklığı, izolatlara ve etkilenen türlere göre değişmektedir (Rocha Peña ve ark., 1995).

Tristeza hastalığı, doğal olarak Rutaceae familyasına ait cins ve türleri etkilemekte birlikte, özellikle *Citrus* ve *Fortunella* cins ve melezlerinde daha etkilidir. Bununla birlikte, *Aegle*, *Aeglopsis*, *Afraegle*, *Atalantia*, *Citropsis*, *Clausena*, *Clymenia*, *Eremocitrus*, *Hesperthusa*, *Merrillia*, *Microcitrus*, *Pamburus*,

Pleiospermium, *Severinia* ve *Swinglea* gibi diğer cinslerinde CTV tarafından etkilendiği rapor edilmiştir (Bar-Joseph ve Lee., 1990, Bar-Joseph ve ark., 1989, Yoshida 1996, Cambra ve Moreno, 2000 Moreno ve ark., 2008). *Passifloraceae* familyasına ait bazı bitki türlerin de laboratuvar koşullarındaki çalışmalarda kullanılmaktadır (Müller ve ark., 1974).

Yaprak bitleri tarafından taşınan CTV; afid türlerine, konukçularına, virüsün ırklarına ve çevre koşullarına bağlı olarak şok semptomları meydana getirebilir ve önemli enfeksiyon oranlarına ulaşarak yoğun miktarda epidemiy yapabilir ve bir çok ağacın ölümüne neden olabilir (Wallace ve ark., 1956; Bar-Joseph ve Loebenstein 1973; Racciah ve ark., 1980; Hermoso de Mendoza ve ark., 1984, 1988b; Roistacher ve Bar-Joseph 1987; Yokomi ve Garnsey, 1987; Hermoso de Mendoza ve ark., 1988a).

Toxoptera citricida, turunçgillerde önemli bir afid türüdür ve aynı zamanda CTV'yi en etkin taşıyan vektördür (Wallace ve ark., 1956). Bu vektör, pek çok turunçgil üretim alanlarında yaygın olarak bulunur ve bulunmadığı yerlerde hastalık; *Aphis gossypii*, *A. spiraeicola*, *A. crassivora*, *T. aurantii* ve *Myzus persicae* gibi afid türleri tarafından taşınmaktadır (Roistacher ve Bar-Joseph, 1987). Bu afid türleri virüsün taşınmasında daha az etkili olmasına rağmen, enfeksiyon sürecinde, bu tür vektörlerin popülasyonunun fazla olduğu durumlarda ağır epidemilere neden olabilmektedir (Marroquín ve ark. 2004). Akdeniz havzasında meydana gelen epidemiler özellikle *A. gossypii* tarafından gerçekleştirilmiştir.

Yaprak bitleri, CTV'yi semi-persistent olarak taşımaktadır. Sindirim sisteminde dolaşsız formda ve birkaç saniye ile bir saat arasında değişen böcek vücuduna geçme süresine sahiptir. Virüs, böcek vücuduna geçtikten sonra 24 ila 48 saat sonra virüsün bulaşmasını sağlamaktadır (Rocha-Peña ve ark., 1995; Cambra ve ark., 2000a ve 2000b).

T. citricida, ağaçların yapraklarında popülasyonlar oluşturur ve bitkiler üzerinde beslenirken, bitkinin yaprak yüzeyinde mantarların büyümesini teşvik eden şekerlerden oluşan balımsı bir madde üretir. Yaprak bitlerinin dışkısından kaynaklanan şekerli madde üzerinde üreyen mantarlar (Fumajin), fotosentezde azalma, ağaç hacminde küçülme ve

Turunçgil Tristeza Virüs Hastalığı; Türkiye Turunçgil Tarımı İçin Potansiyel Bir Tehlike

en sonunda meyve kalitesinin düşmesine neden olur. Bu direkt zararı dışında, *T. citricida*'nın turunçgillerdeki dolaylı olarak asıl zararı *Turunçgil tristeza virüsü*'nü taşımasından kaynaklı oluşan zarardır (Sagarpa, 2009).

Hastalığı taşıyan en etkin vektör *T. citricida* olarak bilinmesine karşın, etkili olarak taşımadığı halde, ülkemiz turunçgil bahçelerinde hastalığı taşıyabilen başka vektörler bulunmaktadır (Baloğlu, 1988, Çınar ve ark., 1993, Korkmaz, 2002). Akdeniz havzasında, CTV *A. gossypii* tarafından taşınmaktadır. *T. citricida*'nın CTV'yi taşıma etkinliği, *A. gossypii* vektörünün taşıma etkinliğinden 20 kat daha fazladır (Costa ve Grant, 1951; Dickson ve ark., 1951). Bazı turunçgil üreten ülkelerde, *T. aurantii* ve *A. gossypii* gibi vektörler hastalığın yayılmasında önemli bir rol oynamaktadır (Timmer ve ark., 2002).

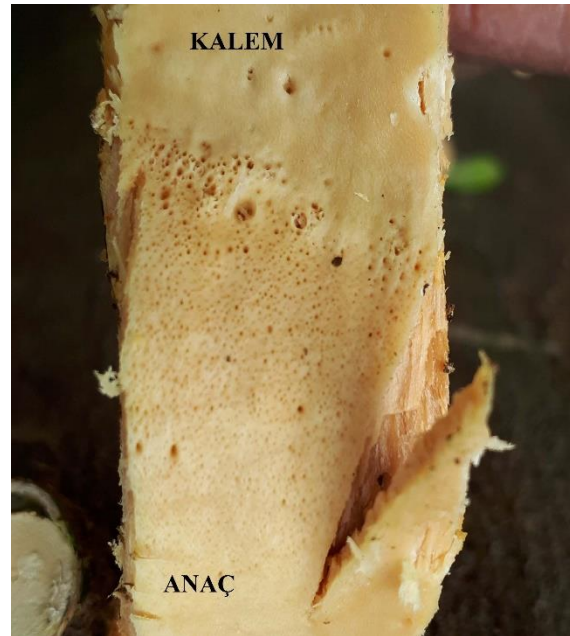
Bazı yazarlar, *Tristeza*'nın *A. gossypii* ve *T. citricida* vektörleri ile taşınmasında bölgesel koşullar ve zamana bağlı olarak farklılıklar olabileceğini bildirmektedir (Gottwald ve ark., 1998, Cambra ve ark., 2000a). Bu görüşlere göre, *A. gossypii* belirli bir bölgede mevcut olduğunda, virüs yoğunluğu sekiz ile on beş yıl arasında bir zamanda enfeksiyon oranı % 5'ten %95'e kadar çıkabilir, böylece nispeten uzak olan bahçelerde CTV, rastgele ve dağınık bir dağılım gösterebilir. Ancak, baskın vektör *T. citricida* ise, aynı artışlar, iki ila dört yıl arasında değişen daha kısa sürelerde meydana gelir ve bahçelerde hastalık dağılımı daha düzenli hale gelir ve virüs komşu bahçelere taşınabilmektedir (Gottwald ve ark, 1996 ve 1998). Bu çalışmalar göstermektedir ki etkin vektörün bulunmadığı durumlarda diğer vektörler hastalığı uzun bir zaman diliminde bile olsa büyük epidemilere yol açabilecek şekilde taşıyabilmektedir

Tristeza virüsünü belirlemenin birçok yolu vardır. Doğu Akdeniz Bölgesi gibi anaç olarak turuncun kullanıldığı bölgelerde görülen ilk belirtiler ağaçlarda bodurlaşma ve bu bodurlaşma gösteren ağaçlarda aşı birleşme noktasında turunç yani anaç kısmında kabuk kaldırdığımızda odun yüzeyinde iğne ucu veya balık dişi şeklinde çıkıntılar ve kabuk dokusunda bu çıkıntılara karşı gelen girintiler bulunmaktadır (Şekil 1, 2). Ancak simptome dayalı bu teşhis yöntemi sadece bir ön tanı olarak kullanılır; sonrasında CTV varlığını teyit

edebilmek için laboratuvar testlerinin yapılması gerekmektedir.



Şekil 1. Turunç anacı kısmında kabuk kaldırdığımızda odun yüzeyinde iğne ucu veya balık dişi şeklinde çıkıntılar



Şekil 2. Turunç anacı kısmında kabuk kaldırdığımızda odun yüzeyinde iğne ucu veya balık dişi şeklinde çıkıntılara karşı gelen girintiler

Geleneksel yöntemlerin içinde ilk başta gelen, seralarda yapılan biyolojik indeksleme yöntemi bulunmaktadır. Bu yöntem hastalığa duyarlı çeşitlerin tohumlarından üretilmiş sağlıklı indikatör bitkilerine hastalığın inoküle edilmesi ve bu bitkiler üzerinde hastalığın gözlenmesi prensibine dayanır. Bu bitkilere inoküle edilen dokularda hastalık bulunması durumunda, bitkiler hastalığa tepki göstermekte ve birkaç ay sonra hastalığın tipik simptomları meydana gelmektedir. (Roistacher, 1991, Garnsey ve ark., 1995). Bu test, spesifik olarak hastalığın teşhisi ve izolatların virülenliğinin belirlenmesine izin verirken, diğer yandan pahalı ve uzun süreli bir metot olduğu ve yoğun örnekleme gerektirdiğinden çok fazla önerilmemektedir (Bové ve ark., 1988).

Biyolojik indeksleme çalışmaları sonrası CTV'nin purifikasyonu ile birlikte serolojik yöntemler ve immünoenzimatik teknikler kullanılmaya başlanmıştır. Bunlar, mono veya poliklonal antikörlerin kullanımından oluşmuş ve uzun yıllar CTV'nin saptanması için en çok kullanılan yöntemlerin başında gelmiştir (Bar-Joseph ve ark., 1979, Cambra ve ark., 1991, Garnsey ve ark., 1993, Gonsalves ve ark., 1978; Nikolaeva ve ark., 1998; Permar ve ark., 1990; Vela ve ark., 1986). Bu yöntemler spesifik antijen-antikör tanıma ve kombinasyonuna izin vermiş (Abbas ve ark., 1991; Matthews, 1991) ve virüsün çabucak ve ekonomik olarak tanımlanması sağlamıştır, ancak bu yöntem CTV izolatlarının, özellikle patojenik özelliklerinin, belirlenme sürecinde kullanılamamaktadır (Permar ve ark., 1990; Nikolaeva ve ark., 1998; Ruiz-Garcia ve ark., 2009).

Günümüzde, CTV'nin teşhisinde reverse-transcription polimerase chain reaction (RT-PCR) ve gerçek zamanlı-PCR (real time-PCR) gibi moleküler teknikler kullanılmaktadır. Bu yöntemler virüs genomunun kısa sekansları olarak bilinen primerler kullanılarak yapılır (Ayllón ve ark., 2001; Loeza-Kuk, 2008).

Turunçgil tristeza virüsü, bitki bünyesine geçtikten sonra sistemik olarak taşınır, konukçu bitkisine hastalık bir kez bulaştıktan sonra bağışıklık sistemi olmadığı için bitki, hastalığı elemine edemez. Turunçgil yetiştiriciliği yapılan bölgelerde hastalığın epidemik salgınlarını önleyen koruyucu önlemleri alınmalıdır. Garnsey ve ark., (1998) 'ına göre bu önlemler, izolatın türüne ve oluşumuna ve bahçelerde bulunan turunçgil çeşitlerine bağlı olmaktadır.

Bu önleyici tedbirler, beklenen enfeksiyon ve patojenlerin yaygınlaşmasının engellenmesi temel alınarak yapılmaktadır.

Türkiye'de 1958 yılında ilk yapılan çalışmada ve sonraki diğer çalışmalarda, hastalığın varlığından şüphelenilmiş, bu çalışmaların bazılarında biyolojik indeksleme çalışması yapılmış fakat hastalık ispatlanamamış ve hastalığın bulunmadığı rapor edilmiştir Reichert, 1958; Norman, 1963; Moreira, 1965; Cengiz ve ark., 1976, Dolar, 1976)

CTV'nin ülkemizde varlığı ilk kez Ege bölgesinde, İzmir ili turunçgil üretimi yapılan bahçelerde, Özalp ve Azeri (1967), tarafından bir sörvey çalışması yürütülmüş ve sörvey sonucu bir Satsuma (Rize) mandarin bahçesinde, bir ağacı CTV ile infekteli bulmuşlardır.

Dolar (1976), Adana'da CTV enfeksiyonu olduğundan şüphelendiği 215 ağaç belirlemiş ve bunlardan 106'sını Meksika laym indikatör bitkisi üzerine aşılama, Adana'daki bu şüpheli ağaçlardan CTV'nin tespiti biyolojik indeksleme ile doğrulanmıştır. Toplam inokulum verilen 106 Meksika laym bitkisinden 66'sı tristezanın tipik simptomlarını göstermiştir. Araştırmacı, yayınladığı raporda ülkemizde *Tristeza hastalığının* mevcut olduğunu ve Türkiye'nin tarımının geleceği için büyük bir potansiyel tehlike olduğunu bildirmiştir.

Ayrıca Adana'da bir Yafa portakal ve Mersin'de 5 mandarin ağacında Cengiz ve ark (1976) tarafından biyolojik indekslemeler yapılarak, Doğu Akdeniz bölgesinde CTV nin varlığı bildirilmiştir. Yürütülen çalışmalarda 156 şüpheli ağaç bildirilmiş, aynı zamanda hastalığın yayılmaması için yurtdışından getirilen infekteli ağaçlar yok edilmiştir.

Ege bölgesinde 1978 yılında Azeri ve Heper, satsuma mandarinlerinde bir çalışma yapmışlar, simptomolojik olarak, Meksika laymla biyolojik indeksleme ve doku boyama metodu kullanarak hastalığa yakalanma oranını %16.02 oranında belirlemişlerdir. Hafif ve çok şiddetli değişik ırkların bulunduğunu işaret etmişlerdir (Azeri ve Heper, 1978).

Azeri ve Karaca (1978), satsuma mandarinlerinde yaptıkları bir sörvey çalışması ile Ege'de (İzmir Merkez ilçede, Seferihisar, Bornova, Karşıyaka, Menemen, Urla

ilçelerinde) CTV infeksiyon oranının %15 ve %22,5 arasında olduğunu, hatta bazı bölgelerde hastalık ile bulaşıklı oranının %30'lara ulaştığını bildirmişlerdir.

Azeri (1981), turunç üzerinde aşılınmış satsuma mandarinleri ağaçlarında geriye doğru kuruma, yaprak dökülmesi ve ağaç ölümleri semptomlarını rapor etmiştir. Rapor sonunda araştırmacılar göre satsuma ağaç ölümlerinin Tristeza ve Xyloporosis (Cachexia) hastalıkların karışık infeksiyonu sonucu olan bir etki olduğunu belirtmişlerdir. CTV ile ilgili bir bulguya rastlanmamıştır

Yine, Azeri'nin 1984 yılında, satsuma ağaçlarının CTV ile infeksiyon oranı belirleyen bir çalışmada, biyolojik indeksleme ve ELISA testi yöntemlerini kullanarak İzmir bölgesi için elde edilen sonuçlarda, tristeza hastalığına yakalanma oranının % 17,79 olduğunu göstermiş ve turuncun tristeza virüsüne karşı çok duyarlı bir anaç olduğunu belirtmiştir (Azeri, 1984).

Türkiye'de CTV'nin varlığı ilk olarak serolojik ve biyolojik denemelerle belirlenmiştir (Baloğlu, 1988). Araştırmacı, bu çalışmada CTV'nin morfolojik özelliklerinin incelemesi, ırklarının belirlenmesi kapsamında bu testleri yapmıştır. Hatta sonuçlarda semptomlar göstermeyen ağaçlarda bile CTV hastalığı bulunmuştur.

Yılmaz (1990), Doğu Akdeniz Bölgesi'nde turunçgil virüsleri izolatları ile taşınma denemeler yapmış, bu çalışmada *A. gossypii*, *A. rubarum* ve *A. solenalle* vektörleri kullanılmış, ama sonuçta sadece *A. gossypii* vektörü ile CTV hastalığını Meksika laym bitkisine taşıyabilmiştir.

Güllü (1990), Doğu Akdeniz Bölgesinde yapmış olduğu sorvey çalışmasında tristeza semptomu gösteren ağaçların oranın navel portakallarında % 0,06-2,1 arasında değiştiğini, satsumalarda ise bu oranın %0,08 olduğunu bildirmiştir.

Yumruktepe, (1993) yılında Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yaprak bitleri üzerine bir araştırma gerçekleştirmiştir. Bu çalışma sonucu bölgede *A. citricola*, *A. gossypii*, *A. craccivora*, *T. aurantii* ve *M. persicae* afid türleri tespit edilmiştir. *A. citricola* ve *A. gossypii*, CTV hastalığının taşınması için diğer türler arasında en iyi vektör türleri olarak bulunmuştur. Diğer yandan ülkemizde turunçgil bahçelerinde

pamuk yaprak biti (*A. gossypii*) popülasyonunun yüksek olduğu görülmektedir. Portekiz ve İspanya'nın bazı bölgelerinde *T. citricidus* 'un varlığı bildirilmiştir (Ilharco ve ark. 2006). Bu vektörün ilk olarak Portekiz'de belirlenmesi daha sonra İspanya'da bulunması Akdeniz havzasında turunçgil endüstrisine yönelik büyük bir tehlike olarak görülmektedir. Çünkü *T. citricida* yeni CTV salgınları için büyük risk olarak değerlendirilmektedir.

CTV'nin Mersin ili izolatlarını kullanılarak *A. gossypii* ile yapılan taşıma çalışmalarında % 0.0 ile % 21,5 arasında değişen oranlarda vektörle taşınma gerçekleştirilmiştir (Satar, 1997).

İnce (1999), Çukurova Bölgesi'nde bulunan bazı izolatların biyolojik ve biyokimyasal özelliklerini belirlenmesine yönelik bir çalışma yapmış, bu çalışmada farklı bahçelerden elde edilen farklı izolatların, farklı dsRNA yapıları oluşturduğunu belirtmiştir. Ayrıca seedling yellows (SY) ırkının serolojik ve biyolojik çalışmalar için uygun zamanın ELISA testi kullanarak Mayıs ve Ekim aylarının olduğunu belirlemiştir.

Kameroğlu (2000) Türk CTV izolatlarına karşı monoklonal antikor üretmiş ve bu üretilen antikor CTV'nin lokal izolatlarının tespiti için başarılı bir şekilde kullanılmıştır.

Sertkaya ve ark. (2001), Doğu Akdeniz Bölgesin'de gerçekleştirdikleri bir çalışmada 14 bahçede tristeza benzeri semptom gösteren 54 adet ağaç belirlemiş bunlardan 24 ağaç için ELISA testi yapmış, fakat sadece 9 ağacı CTV ile infekteli bulmuştur.

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde turunçgil yetiştirme alanlarında CTV yaygınlığını belirlemek için serolojik yöntemler kullanılarak (ELISA ve DTBIA yöntemleri) yeni bir sorvey çalışması gerçekleştirilmiştir. Yapılan sorveylerde bu bölgede CTV yaygınlığı %0.04 olarak bulunmuştur (Bozan 2002).

Daha sonra, Önder ve Korkmaz 2005 ve 2006 arasında Edremit Körfez Bölgesi'nde satsuma ovari ağaçlarında virüs ve viroid hastalıklar varlıkların belirlenmesi amacıyla bir çalışma yürütmüşler ve tristeza için hem DAS-ELISA hem de biyolojik indeksleme yöntemleri uygulanarak test etmişlerdir. DAS-ELISA testi sonucunda Tristeza için alınan 156 örnekten 38'si CTV ile pozitif olarak bulunmuştur (Önder ve Korkmaz, 2008).

Türkiye'de bu zamana kadar farklı izolatlarla seroloji ve biyoloji çalışmaları kullanılarak sınırlı çalışmalar yapılmış ve bu çalışmalar sonucu bu izolatların ılımlı izolatlar olduğu bildirilmiştir (Baloğlu, 1988; Çınar ve ark., 1993; Korkmaz, 2002).

Korkmaz ve ark. (2008) arkadaşları tarafından farklı turunçgil çeşitlerinden toplam 201 örnek toplanmıştır ve DAS-ELISA monoklonal antikör (MCA13) ve RT-PCR kullanarak satsuma ağaçlarının CTV ile infekteli olduğunu bildirmişlerdir. Bu araştırmada elde edilen pozitif sonuçlar ile 41 örneği DAS-ELISA yöntemiyle ve 13 örneği RT-PCR kullanılarak tespit edilmiştir. Bu izolatlar daha sonra MCA13 pozitif ve negatif izolatların farklılaşmasına ve karışık enfeksiyonların saptanmasına izin veren bidirectional/PCR (BD/PCR) ile doğrulanmıştır. Biyolojik indeksleme için toplamda farklı coğrafi bölgeleri ve konukçuları temsil eden 28 izolat seçilmiştir. Ama bu izolatların yapılan inokulasyon çalışmalarında hiçbiri turunç, altıntop veya portakal fidanlarında symptom göstermemiş, fakat bütün izolatlar Meksika laym bitkisinde yapraklarda damar açıklaması symptom oluşumu göstermiştir. Bu çalışmada ayrıca izolatların sadece CTV'nin ılımlı ırklarının değil aynı zamanda ülkemiz için potansiyel tehlike olan orta şiddetli ve şiddetli ırklarının da bulunduğunu göstermişlerdir.

Turgut ve Baloğlu (2009) tarafından Akdeniz ve Ege bölgesindeki 23 ilçede bir çalışma yapılmıştır. Araştırmacılar, farklı şiddette symptom gösteren 276 adet ağaçtan örnek toplamışlardır. Toplanan örnekleri tamamı DAS- ELISA testi ve bazı örneklerde de RT-PCR yöntemi kullanılmış, yapılan çalışmalar sonucunda bunlardan 8 örnekte tristeza kesin bulunmuştur. Türkiye'de serolojik ve biyolojik olarak karakterize edilmiş CTV'nin izolatları ile ilgili önceki çalışmalarda, bütün yayınlanan CTV'nin izolatlarının ve bunların içinde bulunan Iğdır izolatı (ilk bilinen CTV izolatı)' nda bulunan CTV ırkının, hafif CTV ırkı olduğu bildirilmiştir.

Ancak 2013 yılında yapılan bir çalışmaya göre Iğdır izolatının moleküler özellikleri western blot ve BD-RT-PCR yöntemleri kullanılarak incelenmiş ve şiddetli izolatların da varlığı belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarında, daha önce biyolojik olarak hafif bir izolat olarak tanımlanan izolatların aslında hafif ve şiddetli

ırkların bir karışımını içerdiğini açıkça gösterilmiştir (Çevik ve ark., 2013).

Göksu ve ark. 2017, turunçgil anaç ıslahı programında hibridizasyondan elde edilen farklı hibrit (melez) popülasyonlarındaki dayanıklılığının iyileşmesi için seleksiyon markörlerinin kullanılabileceğini göstermişlerdir. Bu çalışmada tristeza'ya dayanıklı Rubidoux üç yapraklısı ve Yerli üç yapraklı'nın baba olarak kullanıldığı melezleme kombinasyonlarında moleküler markörler kullanılarak melezlerin erken dönemde Tristeza'ya dayanıklılık durumlarının belirlenmesi için çalışılmıştır. Sonuçta 26 adet melez bitki dayanıklılık çalışmalarında kullanılmaya aday gösterilmiştir. Ancak, sonuçlarda tristeza virüsüne hem tolerans ve hem de duyarlı olduğu bilinen ve bu çalışmada baba olarak kullanılan Sunki mandarini, Gou tou turuncu ve Çin turuncunda OPG18, OPG09, OPK16, OPO12, OPG06 markörlerinden dayanıklılık bantları elde edilmiştir.

Son yapılan bir çalışmada, Doğu Akdeniz Bölgesi turunçgil alanlarında yeni CTV izolatları belirlenmiştir. Belirlenen izolatlardan dördü çalışılmış, CTV-T1, CTV-T2 CTV-T3 ve CTV-T4 olarak belirlenen 4 izolat için sekans analizi yapılmış, çalışmalar sonrası elde edilen bu izolatlar Genbak verileri ile karşılaştırılarak %90 ile 99 oranında eski Türk izolatları ile benzerlik saptanmıştır. Filogenetik ağaçta tüm örnekler Kaliforniya T 525 izolatı ile aynı grupta kendini göstermiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda T525 izolatı T30 ve T36 ılımlı ve şiddetli genotiplerini içerdiği belirlenmiştir. Ek olarak Türk izolatları Adriyatik bölgesinde Bosna, Hırvatistan, Karadağ ve Sırbistan ile yakın ilişkide bulunduğu saptanmıştır. Bu çalışma daha önce Çevik (2013) tarafından yapılan çalışma ile benzerlik göstermektedir (Gil, 2018).

Sonuç ve öneriler

Türkiye turunçgil tarımı virüs ve virüs benzeri hastalıklar konusunda hala şanslı ülkelerden birisidir. Bu şansını devam ettirmesi bu tür hastalıklara karşı alacağı önlemlerle mümkündür. Dünya üzerinde hala turunçgiller için en uygun anaç olarak kabul edilen Turunç anacının kullanılabildiği sayılı ülkelerden birisi Türkiye'dir. Hastalık bazı bahçelerde lokal düzeyde de bulunsa Türkiye'de varlığı bilinmektedir. Hastalığı taşıyan etkin vektör T.

citricida ülkemizde bulunmamasına karşı Portekiz'den Akdeniz Havzasına giriş yapmış İspanyaya ulaşmıştır. İleriki yıllarda Ülkemize giriş yapacağı yüksek bir olasılıktır. Etkin vektörünün ülkemizde bulunmamasına karşın diğer CTV'yi taşıyan ve İspanya ve İsrail'de epidemilere yol açtığı dönemde hastalığı taşıyan vektör *A. gossypii* ülkemizde bol miktarda bulunmaktadır. Son yapılan çalışmalarda ülkemiz izolatlarının sadece CTV'nin ılımlı genotiplerini taşımadığı orta şiddetli ve şiddetli genotiplerinde bulunduğu belirlenmiştir.

Ülkemizde CTV'nin epidemi yapması için tüm şartlar bulunmaktadır. Bu epidemiyi önlemek veya geciktirmek alacağımız önlemlerle ve hastalığın takibi ile mümkün olacaktır.

Kaynaklar

Abbas M., Khan M. M., Fatima B., Iftikhar Y., Mughal S. M., Jaskan, M. J., Khan I. A. ve Abbas, H. 2008. Elimination of *Citrus tristeza closterovirus* (CTV) and production of certified citrus plants through shoot-tip micrografting. *Pakistan Journal of Botany* 40 (3): 1301-1312.

Albiach-Marti, M. R., Guerri, J., Hermoso de Mendoza, A., Laigret, F., Ballester-Olmos, J. F. ve Moreno, P. 2000b. Aphid transmission alters the genomic and defective RNA populations of *Citrus tristeza virus*. *Phytopathology*. 90: 134-138.

Ayllón M. A., López C., Navas-Castillo J., Garnsey S., M. Guerri J., Flores R. ve Moreno P., 2001. Polymorphism of the 5' terminal region of *Citrus tristeza virus* (CVT) RNA: Incidence of three sequences types in isolates of different origin and pathogenicity. *Arch. Virology*. 146: 27-40.

Azeri T., ve Heper E., 1978. Ege Bölgesinde Satsuma Mandarinlerinde Görülen Virüs Hastalıklarının Tanımı, Yayılışı, Ekonomik Önemi Üzerinde Araştırmalar. Tübitak, TOAG, Yayın No,389, Seri No, 79, Ankara: 58 p.

Azeri T. ve Karaca Y., 1978. Investigation on the Tristeza (quick decline) virus diseases in Satsuma mandarins: its definition crop losses and and determination of the strains in Izmir

provinces. *J. Turkish Phytopath.* Vol. 7 (2) 51-68.

Azeri T., 1981. Decline Of Satsuma Mandarin Orange In Turkey. *J. Turkish Phytopath.* Vol. 10, Num. 1, 37-44.

Azeri T., 1984. İzmir İlindeki Satsuma Mandarinlerinde Göçüren (Tristeza =Quick Decline) Hastalığının Zarar Derecesi, Tanımı, Dağılışı ve Farklı Irklarının Saptanması Üzerindeki Araştırmalar. Tarım ve Orman Bakanlığı. Zirai Mücadele Zirai Karantina Araştırma Eserleri Serisi, No, 45. Ankara: 99 p.

Baloğlu S., 1988. Doğu Akdeniz Bölgesi Turunçgillerde *Turunçgil tristeza virüs* hastalığının Serolojik: Yöntemlerle (ELISA Ve Sds-Immunodiffusion Testleri) Saptanması. Doktora Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 188 S.

Bar-Joseph M. ve Loebenstein G., 1973. Effects of strain, source plant, and temperature on transmissibility of *Citrus tristeza virus* by melon aphid. *Phytopathology* 63: 716-720.

Bar-Joseph, M., Garnsey S.M. ve Gonsalves D. 1979. The Closteroviruses: A Distinct Group Of Elongated Plant Viruses. *Advances In Virus Research*. 25: 93-168.

Bar-Joseph, M., Marcus R. ve Lee R.F., 1989. The Continuous Challenge Of *Citrus tristeza virus* Control. *Annu. Rev. Phytopath.* 27: 291-316.

Bar-Joseph M. ve R.F. Lee. 1990. *Citrus Tristeza Virus*. Description Of Plant Viruses. No. 353. Common Wealth Mycological Institute/Association Of Applied Biologists. Kew, Surrey, Uk.

Bové C, Vogel R, Albertini D. ve Bove J. M. 1988. Discovery of a strain of *Tristeza virus* (K) inducing no symptoms in Mexican lime. *Proc. Int. Organ. Citrus Virol.* 10:14-16.

Bozan, O., 2002. Aşağı Seyhan Ovasında *Turunçgil Tristeza Virus* (Ctv) Hastalığının Sörveyi Ve Tanısı Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 88 P.

Broadbent P, Brlansky R.H. ve Indsto J., 1996. Biological characterization of Australian isolates of *Citrus tristeza*

- virus and separation of subisolates by single aphid transmissions. *Plant Dis.* 80: 329-333.
- Cambra, M., Camarasa, E., Gorris, M.T., Garnsey, S.M. ve Corbenell, E., 1991. Comparison of different immunosorbent assays for *Citrus tristeza virus* (CTV) using CTV-specific monoclonal and polyclonal antibodies. In Proc. 11th Int. Organ. Citrus Virol. (Eds. R. H. Brlansky, R. I. Lee and L. W. Timmer). IOCV, Riverside, CA, p. 38-45.
- Cambra, M., Camarasa, E., Gorris, M. T., Garnsey, S. M., Gumpf, D. J. ve Tsai, M. C., 1993. Epitope diversity of isolates of *Citrus tristeza virus* (CTV) in Spain. In: Moreno, P., da Graça, J., Timmer, L. W. (Eds.), Proceedings of the 12th International Conference Organ Citrus Virology, IOCV. Riverside, pp. 33-38
- Cambra M., ve Moreno, P. 2000. Tristeza. In: P Moreno, N. Durán-Vila (eds.). Enfermedades de los cítricos. Monografía de la Sociedad Española de Fitopatología. N°2. Madrid. Ediciones Mundi-Prensa. 213 pp.
- Cengiz A., Tekinel N., Dolar M. S. ve Nas Y. Z., 1976. Akdeniz Bölgesinde *Turunçgil virüs* hastalıkları üzerine araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni, 16. (2): 63-79.
- Çevik B., Yardımcı, N, ve Korkmaz, S., 2013. The First Identified *Citrus tristeza virus* Isolate Of Turkey Contains A Mixture Of Mild And Severe Strains *Plant Pathol. J.* 29(1) : 31-41 (2013).
- Çınar, A., Kersting, U., Önelge, N., Korkmaz, S., ve Şaş, G., 1993. Citrus Virus And Virus Like Diseases In The Eastern Mediterranean Region Of Turkey. In: P. Moreno, J. V. Da Graca And L. W. Timmer, (Eds.), Proc.12 Conf. Iocv, Riverside, Ca, Usa, Pp. 397-400.
- Dodds, J. A. ve Bar-Joseph, M., 1983. Double-stranded RNA from plants infected with closteroviruses. *Phytopathology.* 73, 419-423.
- Dolar S. M., 1976. Adana, Antalya, Hatay ve İçel İlleri Turunçgil Alanlarında *Turunçgil göçüren Hastalığı* (Tristeza) 'nın Konukçuları, Yayılışı, Simptomları, Zarar Derecesi, Geçiş Yolları ve Koruma Çareleri Üzerine Araştırmalar. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Araştırma Eserleri Serisi No:40, Kemal Matbaası, Adana, 43 p.
- Garnsey S. M. ve Lee R. F., 1988. Tristeza. 48-50. In: Compendium Of Citrus Diseases. J. O. Whiteside, S. M. Garnsey, L. W. Timmer (Eds). Aps Press. 80 Pp.
- Garnsey, S. M., Permar, T. A., Cambra, M. ve Henderson, C. T., 1993. Direct Tissue Blot Immunoassay (DTBIA) For Detection Of *Citrus tristeza virus* (Ctv). Th Proceedings of the 12 Conf. of IOCV (India 1998): 39-50.
- Garnsey, S. M., Hilf, M. E., Karasev, A. V., Pappu, H. R., Gumpf, D. J. ve Niblett, C. L., 1995. Characterization of *Citrus tristeza virus* subgenomic RNAs in infected tissue. *Virology* 208, 576-582.
- Garnsey, S. M., Gottwald, T. R. ve Yokomi, R. K., 1998. Control strategies for *Citrus tristeza virus*. In: Plants virus disease Control (Hadidi, A., Khetrapal, R. and Koganezawa, K., eds.). APS Press, St. Paul, USA. pp: 639-658.
- Gil, 2018. Doğu Akdeniz Bölgesinde *Turunçgil Tristeza Virüsünün* Yeni İzolatlarının Belirlenmesi ve Bu İzolatların Moleküler Karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 109 S.
- Gonsalves, D., Purcifull, D. E. ve Garnsey, S. M., 1978. Purification and serology of *Citrus tristeza virus*. *Phytopathology* 68: 553-559.
- Gottwald, T. R., Garnsey, S. M., Cambra, M., Moreno, P., Irey, M. ve Borbón, J., 1996. Differential effects of *Toxoptera citricida* vs. *Aphis gossypii* on temporal increase and spatial patterns of spread of Citrus tristeza. In: Proc. Of the 13th Conference of the International Organization of Citrus Virologists (da Graça, J.V., Moreno, P. and Yokomi, R.K., eds), IOCV, Riverside, CA. pp: 120-129.
- Gottwald, T. R., Garnsey, S. M. ve Borbón, J., 1998. Increase and Patterns of Spread of *Citrus tristeza virus* Infections In Costa Rica And The Dominican Republic In The Presence of The *Brown citrus aphid*, *Toxoptera*

- Citricida*. Phytopathology 88:621-636.
- Göksu, B., Kamberoğlu, M. A., Yeşiloğlu, T. ve Aka-Kaçar, Y., 2017. Bazı Turunçgil Melezlerinde *Turunçgil tristeza virüsü* (*Citrus tristeza virus*, CTV)'ne Dayanıklılığın RAPD Markörleri ile Belirlenmesi. Moleküler Biyoloji ve Biyoteknoloji Dergisi 1308-6561, 1 (1): 32-37, 2017
- Güllü M., 1990. Surveying and Indexing of Virus Diseases on Navel Orange and Satsuma Mandarin Trees In East Mediterranean Region, *PhD Thesis*, Cukurova University, Adana-Turkey
- Harper, S. J., Dawson, T. E. ve Mooney, P. A., 2008. Molecular Analysis of the Coat Protein and Minor Coat Protein Genes of New Zealand *Citrus tristeza virus* Isolates that Overcome the Resistance of *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. Australasian Plant Pathology, 2008, Volume 37, Number 4, Page 379
- Hermoso de Mendoza, A., Ballester-Olmos, J. F. ve Pina, J.A., 1984. Transmission of *Citrus tristeza virus* by Aphids (Homoptera, *Aphididae*) in Spain. En: Proceedings of the 9th Conference of the International Organization of Citrus Virologists (Garnsey SM, Timmer LW, Dodds JA, Eds). Riverside, CA, USA: IOCV, pp. 23-27.
- Hermoso de Mendoza A., Ballester-Olmos, J. F., Pina, J. A., Serra, J. A. ve Fuertes C., 1988b. Difference in Transmission Efficiency of *Citrus tristeza virus* by *Aphis gossypii* Using Sweet Orange, Mandarin or Lemon Trees as Donor or Receptor Host Plant. En: Proceedings of the 10th Conference of the International Organization of Citrus Virologists (Timmer LW, Garnsey SM, Navarro L, Eds). Riverside, CA, USA: IOCV, pp. 62-64.
- Ilharco, F. A., Sousa-Silva, C. R. ve Alvarez-Alvarez, A., (2005). First Report on *Toxoptera citricidus* (Kirkaldy) in Spain and Continental Portugal (Homoptera, Aphidoidea). Agric. Lus 51, 19–21. doi: 10.1111/epp.12181
- İnce E., 1999. Detection of CTV with dsRNA Analysis in the East Mediterranean region; Studies on Detection of Strains, Effect of Different Hosts on dsRNA Pattern and Detection of Appropriate Time in Natural Condition, University of Cukurova, PhD Thesis, Adana. Turkey.
- Kamberoğlu, M. A., 2000. *Turunçgil Tristeza Virüs* (CTV) Irklarına Spesifik Monoklonal Antikorların Üretilmesi Ve Ctv Irklarının Tanılanmasında Kullanılması. Doktora Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 93 S.
- Karasev, A. V., Boyko, V. P., Gowda, S., Nikolaeva, O. V., Hilf, M. E., Koonin, E. V., Niblett, C. L., Cline, K., Gumpf, D. J., Lee, R. F., Garnsey, S. M., Lewandowsky, D. J. ve Dawson, W. O., 1995. Complete Sequence of the *Citrus tristeza virus* RNA genome. Virology 208: 511-520.
- Korkmaz, S., 2002. *Turunçgil Tristeza virüsünün* dört farklı ırkının biyolojik özelliklerinin ve dsRNA yapılarının belirlenmesi üzerine araştırmalar. IX. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, Tekirdağ, s. 135-144
- Savaş, K., Çevik, B., Önder, S. ve Koç, N. K., 2008. Biological, Serological, And Molecular Characterization Of *Citrus Tristeza Virus* Isolates From Different Citrus Cultivation Regions Of Turkey, Turk J Agric For 32 (2008) 369-379.
- Loeza Kuk, E., Palacios, T. E. C., Ochoa, M. D. L., Mora, A. G., Gutierrez, E. M. A., Febres, V. J., Moore, G. A. ve Alvarez, R. R. 2008. Molecular characterization of Citrus tristeza virus isolates from Veracruz and Tamaulipas States, Mexico. In: Hilf, M. E.; Duran, A. N. and Rocha, P. M. (eds). Proceedings of the 15th Conference of the International Organization of Citrus Virologists. California, USA. 407-411p
- Matthews, R. E. F., 1991. Plant Virology, 3th Edn.. Academic Press, New York, 835 pp.
- Moreira S., 1965. Virus diseases of citrus (Report to the Government of Turkey). Report of F.A.O., Rome.
- Moreno P., Ambros, S., Albiach-Marti, M. R., Guerri, J. ve Pena, L., 2008. *Citrus tristeza virus*: A Pathogen That Changed The Course Of The Citrus Industry. Molecular Plant Pathology 9: 251-268.

- Müller G. W., Costa, A. S., Kitajima, E. W. ve Camargo, I. J. B., 1947. Additional Evidence that *Tristeza virus* Multiplies in *Passiflora* spp. International Organization of Citrus Virologists Conference Proceedings(1957-2010), 6(6)
- Niblett C.L., Genc H., Cevik B., Halbert S., Brown L., Nolasco G., Bonacalz B., Manjunath K. L., Febres V. J., Pappu H. R. ve R. F. Lee., 2000. Progress on strain differentiation of *Citrus tristeza virus* and its application to the epidemiology of *Citrus tristeza* disease. Virus Research. Volume 71, Issues 1–2, 2000, Pages 97-106.
- Nikolaeva O. V., Karasev, A. V., Garnsey, S. M. ve Lee, R. F., 1998. Serological Differentiation Of The *Citrus tristeza virus* Isolates Causing Stem Pitting In Sweet Orange. Plant Dis. 82:1276-1280.
- Norman, P.A., 1963. Report To The Government Of Turkey On Citrus Virus Diseases. Fao Report No: 1641. 16pp.
- Önder S. ve Korkmaz, S., 2008. Edremit Körfez Bölgesi'ndeki Satsuma Owari Mandarinlerinde Yaygın Olan Virüs ve Viroid Hastalıklarının Biyolojik ve Serolojik Yöntemlerle Saptanması. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 2008:5(2)pp205-214.
- Özalp, M. O. ve Azeri, T., 1967. Ege Bölgesinde *Turunçgil virüs* Hastalıkları Surveyi, Bitki Koruma Bülteni, 7(4) 167-187.
- Permar, T. A., Garnsey, S. M., Gumpf, D. J. ve Lee, R. F., 1990. A monoclonal antibody that discriminates strains of *Citrus tristeza virus*. Phytopathology 80:224-228.
- Raccach, B., Loebenstein, G., Bar-Joseph, M. 1976. Transmission of *Citrus tristeza virus* by the melon aphid. Phytopathology 66: 1102-1104.
- Reichert I., 1958. The Citrus Virus Diseases in the Mediterranean region and the new world. *FAO. Plant Protec. Bull.* Vol VI. No.11: 180-183.
- Roistacher, C. N. ve M. Bar-Joseph. 1987. Aphid transmission of *Citrus tristeza virus*: A review. *Phytophylactica* 19: 163-167
- Roistacher C. N., 1991. Graft-Transmissible Diseases Of Citrus. In: Handbook For Detection And Diagnosis. Fao, Rome.
- Rocha-Pena, M. A., Lee, R. F., Lastra, R., Niblett, C. L., Ochoa-Corona, F. M., Garnsey, S. M. ve Yokomi, R. K., 1995. *Citrus tristeza virus* and its aphid vector *Toxoptera citricida*: threats to citrus production in the Caribbean and Central and North America. *Plant Dis.* 79: 437-445.
- Ruiz Garcia. N., Mora, A. G., Rivas, V. P., Góngora, C. C., Loeza, K. E., Ochoa, M. D., Ramírez, V. G., Gutiérrez, E. A. ve Álvarez, R. R., 2009. Sensibilidad de inmunoimpresión-ELISA y DAS-ELISA en el diagnostico del *Virus tristeza de cítricos* en Tamaulipas, México. *Revista Chapingo. Serie Horticultura.* 15(1):41-47.
- Satar S., 1997. Transmission of different *Citrus tristeza virus* isolates by *Aphis gossypii* in laboratory conditions. M.Sc. Thesis, University of Cukurova. Adana, Turkey.
- Sertkaya G. 2001. Doğu akdeniz Bölgesinde *Turunçgil Tristeza* (Göçüren) *Closterovirus* (CTV) hastalığının durumu. Türkiye IX Fitopatoloji Kongresi Trakya Üniversitesi Yayınlar N: 545 Tekirdağ 525-535
- Turgut O. ve Baloğlu S., 2009. Türkiye'de *Turunçgil tristeza virüs* Hastalığının Mevcut Durumunun Serolojik Ve Moleküler Yöntemlerle Belirlenmesi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yıl:2009 Cilt:22-228
- Turunçgil Tanıtım Gurubu, 2016. <http://www.freshplaza.com/article/166838/Turkish-Citrus-Fruit-To-Expand-Sales-In-Uae>
- Türktob, 2017. <https://www.turktob.org.tr/Dergi/Makaleler/Dergi22/6-11.Pdf>
- Tüik Stat, 2017. http://www.tuik.gov.tr/Pretablo.Do?Alt_Id=1001
- Vela, C., Cambra, M., Cortes, E., Moreno, P., Miguet, J.G., Perez de San Roman, C. ve Sanz, A. 1986. Production and characterization of monoclonal antibodies specific for *Citrus tristeza virus* and their use in diagnosis. *J. Gen.Virol.* 67: 91-96.

Turunçgil Tristeza Virüs Hastalığı; Türkiye Turunçgil Tarımı İçin Potansiyel Bir Tehlike

- Wallace, J. M., Oberholzer, P. C. J. ve Hofmeyer, J. D. J., 1956. Distribution of viruses of tristeza and other diseases of citrus in propagative material. Plant Disease Reporter 40: 3-9.
- Yılmaz, M.A., Baloğlu, S., Uygun, N. ve Çınar, A., 1990. Doğu Akdeniz Bölgesi Turunçgillerde Zararlı *Tristeza virus* Hastalığının Yaprak Bitleri İle Taşınması. Ç.Ü.Z.F. Dergisi, 5(3); 81-94.
- Yumruktepe R., 1993. Doğu Akdeniz Bölgesi Turunçgil Bahçelerinde Zararlı Yaprak Biti (Hom., Aphididae) Türleri, Tanınmaları, Yayılışları, Doğal Düşmanları, Populasyon Dalgalanmaları Ve Kimyasal Mücadelesi Üzerinde Araştırmalar. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü,(Doktora Tezi) Adana

İçindekiler (devamı) - Contents (continuing)

Evaluation of Streamflow Simulation By SWAT Model for The Seyhan River Basin Seyhan Havzasında SWAT Modeli İle Nehir Akış Simülasyonu Ve Değerlendirilmesi A. İrvem, A. El-Sadek	99-110
Bitkisel Protein Kaynakları Plant Protein Sources M. Çetiner, S. Ersus Bilek	111-126
Kurutma İşlemlerinin İncirlerin (<i>Ficus carica</i> L.) Fenolik Bileşikler, Antioksidan Kapasite ve Diğer Önemli Bazı Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri Effects of Drying on Phenolic Compounds, Sugars, Organic Acids and Antioxidant Properties of Fig Varieties (<i>Ficus carica</i> L.) H. Kelebek, S. Dıblan, P. Kadiroğlu, O. Kola, S. Selli	127-136
Seralarda Isı Gereksiniminin Isıtma-Derece-Saat (HDH) Değerlerinden Gidilerek Belirlenmesi Determination of Heat Requirement in Heating-Degree-Hour (HDH) Values A.N. Baytorun, Z. Zaimoğlu, Ö. Güğercin	137-146
Coğrafi Bilgi Sistemlerini Kullanarak Küçük Havzalarda Hidroelektrik Potansiyelinin Belirlenmesi: Türkiye’de Tahtaköprü Çayı Örneği Determination of Hydropower Potential for Small Watersheds Using Geographic Information Systems: Case Study of The Tahtakopru Stream in Turkey A. İrvem, M. Özbek	147-156
Tarımda İş Kazaları ve Gerekli Önlemler Work Accidents in Agriculture and Necessary Precautions Ö. Güğercin, A.N. Baytorun	157-168
Doğu Akdeniz Bölgesi Turunçgil Üretim Alanlarında Turunçgil Psorosis Virüsü (<i>Citrus psorosis virus</i>, CPsV)’nin Yaygınlığının Araştırılması ve Biyolojik İndeksleme Yöntemi ile Tanılanması Investigation of the Prevalence and Biological Indexing of Citrus psorosis virus (CPsV) in Citrus Production Areas of Eastern Mediterranean Region S.B. Fidancı, N. Önelge, O. Bozan	169-176
Turunçgil Tristeza Virüs Hastalığı; Türkiye Turunçgil Tarımı İçin Potansiyel Bir Tehlike <i>Citrus tristeza virus disease; A Potential Threat of Turkey Citrus Cultivation</i> O. Bozan, J.Y.M. Gil, N. Önelge	177-188



İçindekiler - Contents

- 'Robinson' Mandarininin Soğukta Muhafazası Üzerine Anaçların Etkileri**
Effects of Rootstocks on Cold Storage of 'Robinson' Mandarin
Ö. Didin, A.E. Özdemir, E. Çandır, M. Kaplankıran, E. Yıldız **1-16**
- Bazı Sofralık Kayısı Çeşitlerinin Silifke/Mersin Ekolojik Koşullarındaki Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Araştırmalar**
Investigations on Yield and Quality Characteristics of Some Table Apricot Cultivars in Silifke/Mersin Ecological Conditions
L. Son **17-22**
- The Effect of Microwave Pre-Treatment on Fatty Acid and Triacylglycerol Composition of Ayvalık and Memecik Olive Oils**
Mikrodalga Uygulamasının Ayvalık ve Memecik Zeytinyağlarının Yağ Asidi ve Triasilgliserol Kompozisyonu Üzerine Etkisi
D. Sevim, O. Köseoğlu, Y. Altunoğlu **23-30**
- Tam Sayılı Doğrusal Programlama Metodu İle Entansif Hayvancılık İşletmesinin Kapasite Planlaması: Konya (Ereğli) Örneği**
Capacity Planning Of Intensive Stock Farming In Konya (Eregli) By Integer Linear Programming
H. Kara, A. Eroğlu **31-46**
- Adana ve Mersin İllerinin Bazı İlçelerinde Bulunan Kerpiç ve Taş Konutların Mevcut Durumlarının Saptanması**
A Research on the Determination of the Current Situations of the Adobe and Stone Houses in Some Provinces in Adana and Mersin Region
Ö. Güğercin, A.N. Baytorun, D.L. Koç, Bekir Polat **47-62**
- Doğu Akdeniz Bölgesi (Türkiye) Turunçgil Bahçelerinde Turunçgil Beyaz Kabuklubiti [Parlatoria pergandii Comstock (Hemiptera: Diaspididae)]'nin Yayılış Alanı, Bulaşıklık Oranı ve Zarar Şekli**
Distribution, Infestation Rate and Damage of Chaff Scale, Parlatoria pergandii Comstock (Hemiptera: Diaspididae) in Citrus Orchards in Eastern Mediterranean Region, Turkey
N.Z. Elekçioğlu **63-72**
- Türkiye'de Çiftçi Koşullarında Örtü Altında Yetiştirilen İki Farklı Biber Çeşidinin Su-Verim İlişkisi**
Water-Yield Relations of Two Different Pepper Varieties Grown under Greenhouse in Farmer Conditions in Turkey
A. Tezcan, H. Kaman **73-82**
- Protein Çöktürme Yöntemlerinin Karşılaştırılması**
Comparison of Protein Precipitation Methods
A. Akyüz, S. Ersus Bilek **83-92**
- Türkiye'de Organik Hayvancılık İçerisinde Organik Tavukçuluğun Yeri**
The Situation of Organic Poultry within Organic Livestock in Turkey
E. Uruk, F. Yenilmez **93-98**