



CİLT/VOLUME : 18

SAYI / NUMBER: 1

YIL / YEAR : 2014

ISSN: 2148-5003



Önceki Adı / Formerly
Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi
Journal of the Faculty of Agriculture

Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi

Harran Journal of Agricultural and Food Science

<http://ziraatdergi.harran.edu.tr>



Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi

Harran Journal of Agricultural and Food Science

**Yayınlayan
(Publisher)**

Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi

**Sahibi
(Owner)**

Prof. Dr. Salih AYDEMİR
Dekan (Dean)

**Baş Editör
(Editor in Chief)**

Prof. Dr. Şerafettin ÇELİK

**Yayın Kurulu
(Editorial Board)**

Prof.Dr. İbrahim HAYOĞLU
Prof. Dr. Abdullah ÖKTEM
Prof. Dr. Turan BİNİCİ
Doç. Dr. Sabri YURTSEVEN
Doç. Dr. Ertan YANIK
Doç. Dr. Erdal SAKİN
Yrd. Doç. Dr. Ebru SAKAR
Yrd. Doç.Dr. İbrahim TOBİ

**Yayın Sekreteri
(Publication Secretary)**

Yrd. Doç. Dr. İbrahim TOBİ

**Dizgi ve Tasarım
(Typesetting and Designer)**

Arş. Gör. M.İlhan BEKİŞLİ

Cilt (Volume):18

Sayı (Issue): 1

Yıl (Year):2014

Danışma Kurulu
(Advisory Board)

Salih ÖZDEMİR

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum

Bahri KARLI

Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ekonomi Bölümü, Isparta

Ahmet Erhan ÖZDEMİR

Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Hatay

Georgios ZAKYNTHINOS

Technological Educational Institute of Kalamata, Greece

Geza HRAZDINA

Cornell University, Nys Agricultural Experiment Station, USA

Hatice GÜLEN

Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bursa

Karl-Heinz SUDEKUM

Bonn University, Agriculture Faculty, Germany

Ramazan SAĞLAM

Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Şanlıurfa

Refik POLAT

Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği, Karabük

Manzoor QADIR

ICARDA, Syria

Levent ÜNLÜ

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Konya

Ali Musa BOZDOĞAN

Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Adana

Turan Binici

Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Şanlıurfa

Salih ÇELİK

Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ

Şebnem ELLİALTIOĞLU

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara

Yüksel TÜZEL

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir

Dizgi ve Tasarım: Arş. Gör. M.İlhan BEKİŞLİ

Yazışma Adresi

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 63040 Şanlıurfa

Tel: +90 (414) 318 3474 **Fax:** +90 (414) 318 3682

e-posta: ziraatdergi@harran.edu.tr

Basım Tarihi: 01.06.2015

Baskı: Nova Matbaası, Şanlıurfa

Yılda dört kez yayınlanır

Yayınlara erişim adresi: <http://ziraatdergi.harran.edu.tr/bhd>

Yıl/year: 2014

Cilt/volume: 18

Sayı/number: 1

Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi
Hakemli Olarak Yayınlanmaktadır

Bu Sayıya Katkıda Bulunan Hakemler

Prof. Dr. Faruk ÖZKUTLU

Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Prof. Dr. Hikmet GÜNAL

Gaziosmanpaşa Üniv., Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Doç.Dr.Çoşkun DALGIÇ

Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Filiz KARADAŞ

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü

Doç.Dr. Hasan Vardin

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Doç.Dr. Koray ÖZRENK

Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Doç.Dr. Melekber SÜLÜŞOĞLU

Kocaeli Üniversitesi, Arslanbey MYO, Teknik Programlar, Gıda Tekn.Prog.

Doç. Dr. Sabri YURTSEVEN

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü

Doç. Dr. Seyrani KONCAGÜL

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü

Doç.Dr. Yasemin KAVDIR

Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Yrd. Doç. Ayfer BOZKURT KIRAZ

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü

Yrd.Doç.Dr. Rifat AKIŞ

Mustafa Kemal Üniv., Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi

İçindekiler / Contents

Araştırma / Derleme Makaleleri

Research / Review Articles

Physicochemical Properties of Zivzik and Gorumlu Pomegranates

Zivzik ve Görümlü Narlarının Fizikokimyasal Özellikleri
Mehmet KARAASLAN, Gülşah İZOL

1

The Use of Colour Cue for Investigating the Ability of Laying Hens to Regulate Methionine Intake from Drinking Water

Renk Belirteci Kullanılarak Yumurta Tavuklarının İçme Suyundan Metiyonin İhtiyacını Düzenleyebilme Kabiliyetlerinin İncelenmesi
Şahin ÇADIRCI

15

Anız Yakmanın Karbondioksit Salınımına Etkisi

Effects of Stubble Burning on the Carbon Dioxide Emission
Güzel YILMAZ, Ali Volkan BİLGİLİ, Dilan TOPRAK, Ahmet ALMACA,
Ahmet Ruhi MERMUT

25

Tuzdan Etkilenmiş Toprakların Yakın Kızılötesi Yansıma Spektrometre ve Elektromanyetik İndüksiyon Tekniği Yardımıyla Karakterize Edilebilme Potansiyelinin Araştırılması

Investigation of The Potential Use of Near Infrared Reflectance Spectroradiometer and Electromagnetic Induction Technique for The Characterization of Salt Affected Soils
Ali Volkan BİLGİLİ, Mehmet Ali ÇULLU, Salih AYDEMİR

32

Meyvelerde 1-MCP (1-methylcyclopropene)' nin Kullanım Olanakları

Use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) in Fruits
Ebru Sakar, Hülya Ünver, Akgül TAŞ, Bekir Erol AK

46

Prerequisites for Diet Selection in Poultry

Tavukçulukta Seçmeli Yemlemenin Ön Koşulları
Şahin Çadircı

53

Yazım Kuralları

66

Physicochemical Properties of Zivzik and Gorumlu Pomegranates

Mehmet KARAASLAN^{1*}, Gülşah İZOL¹

Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü¹

İletişim: mehmetkaraaslan@harran.edu.tr

Abstract

One of the largest pomegranate plantation areas in the World is Anatolia where is also considered as to be the native lands of pomegranate cultivation. Even though presence of many pomegranate accessions in the region only *Hicaz* variety has world-wide reputation and is generally used for production of pomegranate juice concentrate. The objective of this study is illuminating the physicochemical properties of special pomegranate types grown in the Eastern and Southeastern regions of Anatolia. Four different pomegranate varieties namely *Zivzik*, *Ali Ağay*, *Hacı Hesin*, *Radısu* were assayed for their phenolic, anthocyanin, ascorbic acid contents and antioxidant activities. The anthocyanin compositions of pomegranates were identified by using HPLC system equipped with photodiode array detector. Results indicated that these pomegranate varieties have comparable natural compound and ascorbic acid contents, and they have higher antioxidant activity than the other pomegranate varieties and fruit types. The HPLC-PDA analysis revealed that there are at least three individual anthocyanins such as Cyanidin 3,5 – diglucoside, Pelargonidin 3,5 – diglucoside, Cyanidin 3 –glucoside in assayed pomegranates.

Keywords: Pomegranate, *Zivzik*, Anatolia, Phenolic compounds, Anthocyanins

Zivzik ve Görümlü Narlarının Fizikokimyasal Özellikleri

Özet

Dünyanın en geniş nar plantasyon alanları arasında Anadolu bulunmaktadır ve aynı zamanda bu topraklar nar bitkisinin ilk kültüre alındığı bölgeler arasında sayılmaktadır. Bölgede çok sayıda nar tipleri bulunmasına rağmen özellikle Hicaz narları dünya çapında tanınmaktadır ve genellikle bu çeşit narlar meyve suyu konsantresi yapımında kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı Doğu ve Güneydoğu Anadolu yörelerinde yetiştirilen bazı nar tiplerinin fizikokimyasal özelliklerinin tespit edilmesidir. *Zivzik*, *Ali Ağay*, *Hacı Hesin*, *Radısu* olmak üzere dört farklı nar çeşidi fenolik, antosiyanin, askorbik asit ve antioksidan içerikleri bakımından incelenmiştir. Narların antosiyanin kompozisyonları fotodiyot detektör kullanılarak HPLC (HPLC-PDA) vasıtasıyla tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre üzerinde çalışılan narlar önemli ölçüde doğal bileşikler ve askorbik asit içermekte ve ayrıca yüksek antioksidan aktiviteye sahiptirler. HPLC-PDA analizine göre narlarda Siyanidin 3,5-diglukozit, Pelargonidin 3,5-diglukozit, Siyanidin 3-glukozit antosiyanin bileşikleri bulunmaktadır.

Anahtar sözcükler: Nar, *Zivzik*, Anadolu, Fenolik bileşikler, Antosiyaninler

Introduction

Demand to pomegranate products seemed to reach new heights reflecting the depth of its 'health promoting' perception among people. Pomegranate fruit is one of the most important sources of phenolic compounds (polyphenolic

tannins, anthocyanins), which are known to act as natural antioxidants and antimicrobial agent. Thus, these natural antioxidants can protect humans against the oxidative stress and reduce consequently the risk of chronic diseases (Gil et al., 2000; Faria, 2007; Lansky and

Newman, 2007). Spreading of reports indicating its medicinal properties (Curtis CL et al., 2004) serves better appreciation of the nutritional value of pomegranates.

Pomegranate (*Punica granatum* L.) is generally considered to have originated in the vicinity of the Southeastern Anatolia, mid-mesopotomia and Persia. The total pomegranate production of Turkey is around 250.000 tons per annum as of 2012. The most prevalent pomegranate variety cultivated in Anatolia is *Hicaz*. *Hicaz* pomegranate is specifically suitable to industrial processing because of its high acidity, high fruit juice yield, and bright red color. The origin of *Hicaz* pomegranate variety is Alanya where is located at the South West region of Anatolia and this variety was subjected to many scientific investigations. In addition to this, *Hicaz* pomegranates are the major raw material of fruit juice concentrate imported to European and North American countries from Turkey. Even though *Hicaz* variety is the most common variety cultivated all over the Anatolia there are many other pomegranate types locally produced and consumed. These varieties await for studies shedding light on their physicochemical properties and the introduction to the people on the World caring better quality diet and nutrition. Especially Sirnak (Gorumlu) and Siirt (*Zivzik*) regions known for the diverse and rich flora of plants including fruit-bearing pomegranate trees. Although many pomegranate types/varieties have been cultivated in Eastern Anatolia only a few studies was carried out for determining physicochemical properties of these pomegranate types (Poyrazoglu et al.,

2002; Gündoğdu et al., 2010; Gozlekci et al., 2011).

The objective of this study was to assess physicochemical properties of special pomegranate varieties grown in Gorumlu and Siirt namely *Hacı Hesin*, *Ali Ağay*, *Radışu* and *Zivzik* pomegranates, respectively. In this study physical and chemical properties of pomegranate varieties grown in the Eastern and Southeastern regions of Anatolia were investigated. In addition, the fruits were divided three classes as small, medium, large and the effects of fruit size on the physico-chemical characteristics of the fruits were investigated. The individual anthocyanin compounds present in pomegranate cultivars were examined by using HPLC.

Materials and Methods

Plant material

Zivzik pomegranate fruits used in this study were obtained from the plantation areas located in Şirvan province of Siirt. The other three pomegranate types (*Hacı Hesin*, *Ali Ağay*, *Radışu*) were collected from trees grown in pomegranate plantation areas located in Görümlü province of Şirnak. Pomegranate fruits were immediately transferred to the laboratory and stored at 4°C until used in experiments.

Determination chemical -physical properties of pomegranates

pH analyses of samples were carried out using a pH meter (Fisher sci. model 10 (Denver, U.S.)), color analyses were completed with Hunter Lab colorimeter

(Color Quest XE, USA), Brix^o values of the samples were determined using a ABBE refractometer (Atago Brand). Formol value of the samples were measured as described by Yenice (1974) and titrable acidity of the samples

Determination of total phenolic content (TPC)

TPC of arils were determined by the Folin-Ciocalteu method with gallic acid standard. Briefly, 30 µl of sour cherry extract were pipetted into test tubes containing 2.370 ml deionized water and 150 µl Folin-Ciocalteu's reagent were added onto the mixture (Karaaslan et al., 2011). The mixture was then vortexed and kept at dark for 8 minute. Then 450 µl saturated Na₂CO₃ was added and allowed to stand for 30 minutes in the dark medium. The absorbance of each sample was read at 750 nm in a spectrophotometer (Libra, Biochrom, UK) against the blank. Various concentrations of gallic acid solution (from 50 to 500 µg/ml) were used to plot a calibration curve. Results were expressed as mg gallic acid equivalent per gram pomegranate (mg GAE/kg).

Determination of total anthocyanins (TA)

TA contents of the sour cherries were determined by using pH-differential method (Wrolstad, 1976). The results were expressed as cyanidin-3- glucoside (mg/kg) according to the following equation.

$$TA = \frac{AxMWxDFx1000}{\epsilon l}$$

where A = (A_{λ520} - A_{λ700})_{pH 1.0} - (A_{λ520} - A_{λ700})_{pH 4.5}; MW (molecular weight)=445.2 g/mol; DF=dilution factor; l=path length in cm; ε (molar extinction coefficient)=29,600 in L/mol/cm for cyanidin-3- glucoside.

Radical DPPH scavenging capacity

The free radical scavenging capacities of sour cherries were measured according to DPPH method reported by Blois (1958) with minor modifications. A 0.1 ml of each extract was pipetted onto 2.9 ml of DPPH solution (0.1 mM in ethanol). After 30 minutes of incubation at room temperature the absorbance at 517 nm was measured. Radical scavenging capacity was expressed as percent scavenging effect according to the following formula.

$$\text{DPPH Scavenging Effect (\%)} = [(Ac - As)/Ac] \times 100$$

Purification of phenolics

Anthocyanin and non-anthocyanin phenolics were purified on a C-18 Cartridge (Finisterre, Teknokroma) using a vacuum manifold. Previously, cartridge was activated with 5 ml ethyl acetate (EtaC), 5 ml methanol (0.01% HCl, v/v) and 2 ml acidified water (0.01% HCl) respectively. A 1 ml sample extract was loaded and then the cartridge was firstly washed with 2 ml acidified water (0.01% HCl, v/v). After the cartridge was well dried by means of nitrogen, the cartridge was washed with 5ml EtaC to elute non-anthocyanin phenolics; and finally washed with 2 ml MetOH (0.01% HCl, v/v) to elute anthocyanins within

separate test tubes. The EtaC and MetOH extracts were put in a water bath (40 °C) and solvents were removed under a stream of nitrogen. Phenolics were dissolved in acidified water (0.01% HCl), filtered through 0.45 µm PVDF filter and transferred to vials.

HPLC analysis of phenolic compounds

Identification and quantification of phenolic compounds were performed on Waters 2795 HPLC (Waters, USA) equipped with a Waters 2996 photodiode array detector. Autosampler (Set at 7°C) was controlled with EMPOWER™ 2 software. Samples (mixtures of anthocyanin and non-anthocyanin, 1:1, v/v) were injected into Supelcosil (Supelco) LC-18 (25 cm X 4.6 mm X 3µm) column. The mobile phase was a mixture of 0.1% (v/v) trifluoroacetic acid in water (A) and 0.1% (v/v) trifluoroacetic acid in acetonitrile (B). Column temperature was 35 °C and flow rate was 1 ml min⁻¹. The gradient conditions were 5%, 35%, 75%, 75%, 5% and 5% of solvent B at 0, 45, 47, 52, 54 and 65 minutes, respectively. Anthocyanins were detected at 520 nm; non-anthocyanins were detected at both

280 and 320 nm wavelengths. Identification of phenolic compounds was carried out by comparing retention times and spectral data of separated peaks with those of authentic standards. Working standard solutions were prepared in the concentration range from 0.01 to 0.5 mg/ml diluting with 0.1% (v/v) trifluoroacetic acid in water solution. Quantitative determination were carried out using calibration curves of standards (neochlorogenic acid: $y = (3E + 0.7)x$, $R^2 = 0.9933$; catechin: $y = (5E + 0.6)x$, $R^2 = 0.9965$; epicatechin: $y = (5E + 0.6)x$, $R^2 = 0.9989$; caffeic acid: $y = (5E + 0.7)x$, $R^2 = 0.9991$; cyanidin-3- glucoside: $y = (5E + 0.7)x$, $R^2 = 0.9971$; cyanidin-3-rutinoside: $y = (5E + 0.7)x$, $R^2 = 0.9980$). For anthocyanins lacking reference standards (cyanidin-3-sophoroside, cyanidin-3-glucosylrutinoside), identification was done according to their retention times, polarity, characteristic spectra and previous reports (Garofulić et al., 2013; Kirakosyan et al., 2009; Simunic et al., 2005; Tomàs-Barberà, 2001) and quantification was done according to the cyanidin-3-glucoside and cyanidin-3-rutinoside calibration curves.

Table 1. Physical properties of four pomegranate cultivars.

Cultivars	FW (g)	FL (cm)	FD (cm)	AL (cm)	AD (cm)	HGW (g)	JY (%)	AP (%)
Zivzik	261±8 ^a	7.1±0.1 ^a	7.7±0.1 ^a	1.04±0.01 _c	0.80±0.01 _c	41.65±0.5 _d	38±0.6 _b	55±0.6 ^b
Hacı Hesin	317±31 ^a	7.5±0.2 ^a	8.2±0.3 ^a	1.16±0.02 _b	0.92±0.1 ^a	51.81±1.9 _b	44±0.7 _a	65±0.9 ^a
Ali Ağay	281±18 ^a	7.4±0.2 ^a	7.9±0.2 ^a	1.21±0.02 _a	0.88±0.1 ^a _b	59.37±1.5 ^a	46±1.6 _a	66±1.7 ^a
Radısu	275±17 ^a	7.3±0.2 ^a	7.8±0.2 ^a	1.1 ±0.2 ^b	0.86±0.1 ^b	48.17±0.8 ^c	35±0.9 _b	52±1.2 ^b

^{abcd} Different letters in the same column indicate statistically significant difference ($p < 0.05$).

Results and Discussion

Physical properties

The physical characteristics of *Zivzik*, *Hacı Hesin*, *Ali Ağay* and *Radışu* pomegranate cultivars are given in Table 1. Average fruit weights of pomegranate cultivars are ranged from 26 g (*Zivzik*) to 317 g (*Hacı Hesin*). Similarly, a study was carried out to determine the physical properties of pomegranates grown in Pervari town of Siirt reported that pomegranate fruit weight ranges between 197 and 310 g (Kazankaya et al., 2003). These values are close to the results presented in this study. Juice yield was measured in order to determine the appropriateness of pomegranates for industrial processing. The highest juice yield was found in *Ali Ağay* pomegranates (46 %) and the lowest juice yield value was determined in *Radışu* pomegranates (35 %). Gozlekci et al. (2011) reported that juice yield of some Anatolian pomegranate cultivars are between 37 % and 48 % which is comparable to our findings presented in this study. Hundred grain weight refers to approximate size of grain and juice yield and also influences consumer perception of better quality pomegranate fruit. The higher hundred seed weight indicates the higher fruit yield and this type pomegranates are more suitable for industrial use. In this study it was found that *Ali Ağay* has the highest hundred grain weight (HGW) (59.37 g) and *Zivzik* has the lowest HGW (41.65 g). Gozlekci et. al (2011) reported that HGW ranges between 35.56 and 45.29 g for the varieties they examined. Especially, it was determined in this study that *Hacı Hesin*

and *Ali Ağay* varieties grown in Görümlü region have higher grain size and more suitable for fresh consumption and thus these pomegranates have higher HGW compared to the HGW data presented in the previous studies. Physical properties of three different size (small, medium and large) pomegranates are displayed in Table 2. Statistically significant differences were observed among three different size (small, medium and large) pomegranates investigated in this study within the measured parameters such as weight, length ($p<0.05$). This indicates that the difference in size of the fruit have an effect on physical properties.

Physical and chemical properties of pomegranate juice

The Brix^o, pH, titrable acidity and color intensity values of the pomegranates belonging to different cultivars are shown in Table 3. Significant differences ($p<0.05$) were found among the pomegranate cultivars. The highest total soluble solids content was in *Zivzik* (18.4 Brix^o) and the lowest was in *Ali Ağay* (16.5 Brix^o). Our results were higher than values observed by Tehranifar et al. (2010) (11.37-15.07^o Brix), while our data were in agreement with values (between 14.7 and 17.9) reported by Çam et al. (2008). The pH values ranged between 3.39 (*Ali Ağay*) and 3.63 (*Hacı Hesin*). The titrable acidity content varied from 0.96 % (*Zivzik*) to 1.33 % (*Ali Ağay*). Similar results were reported by Gündoğdu et al. (2010) (between 0.47% and 1.08%) for the pomegranates grown in Siirt.

It was determined that color intensity value was almost 1.5 fold higher in red colored *Zivzik* (4.4) pomegranates

compared to *Hacı Hesin* (3.0) and *Ali Ağay* (2.6) pomegranates ($p<0.05$) (Table 3). The formol values found in *Zivzik*, *Ali Ağay* and *Radişu* pomegranate juice were 16.2, 14.5, 15.1, 13.5 (mL 0.1 mol NaOH/100 mL), respectively (Table 3).

Our results were higher than values observed (9.16 mL 0.1mol NaOH/100 mL) by Ünal et al. (1995), were in agreement with values (4-20 mL 0.1 mol NaOH/100 mL) reported by Türkmen and Ekşi (2010). These data demonstrated that the cultivar type was the main parameter influencing the physical and chemical properties of pomegranates. However, the composition of the fruit is dependent on the climatic conditions of the region, pre and postharvest agricultural practices, the degree of maturation stage, altitude and the storage and transport conditions (Poyrazoğlu et al., 2002; Özgen et al., 2008; Tezcan et al., 2009). These factors affect biochemical reactions, gene expression, enzyme synthesis, and regulation of biochemical pathways involving in secondary metabolite accumulation during cell and plant growth.

The physical and chemical characteristics of different size (small,

medium and large) of *Zivzik*, *Hacı Hesin*, *Ali Ağay* and *Radişu* pomegranate cultivars are described in Table 4. Statistically significant differences were not observed between three different size (small, medium and large) pomegranates for Brix^o, pH, titrable acidity and color intensity of fruit ($p<0.05$). These findings indicate that the difference in size of the fruit does not have an effect on some chemical properties. There was no statistically significant difference in *Zivzik*, *Hacı Hesin*, and *Radişu* pomegranates in terms of their Brix^o values on the contrary to *Ali Ağay* pomegranates. On the other hand, titrable acidity of *Hacı Hesin*, *Ali Ağay*, and *Radişu* was different from each other for the fruits at different sizes while there was no variation among the *Zivzik* pomegranates at various sizes. The highest color intensity value of different sizes in *Radişu* pomegranates was found in small sizes (Table 4). pH value of small and medium size *Ali Ağay* pomegranates were similar while for large size pomegranates were different ($p<0.05$).

Table 2. Average fruit weight (FW), fruit length (FL), fruit diameter (FD), aril length (AL), aril diameter (AD), hundred grain weight (HGW), juice yield (JY) and aril proportion (AP) % of different size pomegranate cultivars

Cultivars	Size	FW(g)	FL(cm)	FD(cm)	AL(cm)	AD(cm)	HGW(g)	JY(%)	AP (%)
<i>Zivzik</i>	S	159±7 ^c	5.9±0.05 ^c	6.4±0.04 ^c	0.9±0.01 ^b	0.8±0.01 ^a	37.6±0.74 ^c	36±1 ^a	54±2 ^a
	M	254±5 ^b	7.2±0.05 ^b	7.8±0.07 ^b	1.0±0.01 ^a	0.7±0.01 ^a	41.7±0.55 ^b	36±1 ^a	56±1 ^a
	L	370±9 ^a	8.0±0.07 ^a	8.7±0.08 ^a	1.0±0.01 ^a	0.8±0.01 ^a	45.5±0.99 ^a	35±1 ^a	54±1 ^a
<i>Hacı Hesin</i>	S	147±6 ^c	6.0±0.09 ^c	6.6±0.06 ^c	1.0±0.01 ^a	1.0±0.12 ^a	48.6±3.20 ^a	44±1 ^{ab}	65±1 ^a
	M	326±13 ^b	7.8±0.12 ^b	8.6±0.16 ^b	1.1±0.03 ^a	0.8±0.09 ^a	51.3±3.78 ^a	46±1 ^a	66±2 ^a
	L	476±48 ^a	8.5±0.23 ^a	9.4±0.32 ^a	1.1±0.04 ^a	0.8±0.06 ^a	55.4±3.17 ^a	41±2 ^b	63±2 ^a
<i>Ali Ağay</i>	S	158±8 ^c	6.1±0.09 ^c	6.5±0.14 ^c	1.1±0.03 ^a	0.8±0.02 ^a	53.3±2.63 ^b	55±2 ^a	67±2 ^a
	M	266±13 ^b	7.3±0.15 ^b	7.9±0.17 ^b	1.1±0.02 ^a	0.8±0.01 ^a	59.2±1.39 ^{ab}	40±2 ^b	67±3 ^a
	L	418±17 ^a	8.5±0.13 ^a	9.2±0.15 ^a	1.2±0.03 ^a	0.9±0.02 ^a	65.5±2.91 ^a	45±2 ^b	63±3 ^a
<i>Radişu</i>	S	175±9 ^c	6.3±0.12 ^c	6.8±0.15 ^c	1.0±0.01 ^b	0.8±0.01 ^a	43.5±1.19 ^b	39±1 ^a	57±2 ^a
	M	251±8 ^b	7.3±0.10 ^b	7.79±0.17 ^b	1.2±0.02 ^a	0.8±0.01 ^a	49.5±1.47 ^a	35±1 ^{ab}	48±2 ^b
	L	397±26 ^a	8.3±0.23 ^a	8.9±0.19 ^a	1.0±0.03 ^b	0.8±0.01 ^a	51.4±0.82 ^a	34±2 ^b	49±1 ^b

^{abcd} Different letters in the same column indicate statistically significant difference ($p<0.05$). (Small; S, Medium; M, Large; L

Table 3. Avarage brix, pH, titrable acidity and color intensity value of pomegranate juice

Pomegranate Juice	Brix ^o	pH	Titratable Acidity (%)	Color Intensity	Formol value(mL 0.1 M NaOH/100 mLfruit juice)
<i>Zivzik</i>	18.4±0.1 ^a	3.55 ^a	0.96±0.03 ^b	4.4±0.2 ^a	16.2±0.3 ^a
<i>Hacı Hesin</i>	17.9±0.2 ^b	3.63 ^b	1.03±0.02 ^b	3.0±0.4 ^{bc}	15.1±0.7 ^a
<i>Ali Ağay</i>	16.5±0.1 ^c	3.39 ^c	1.33±0.04 ^a	2.6±0.5 ^c	14.5±2 ^a
<i>Radışu</i>	17.9±0.1 ^b	3.52 ^a	1.22±0.05 ^a	3.9±0.5 ^{ab}	13.5±0.9 ^a

^{abcd} Different letters in the same column indicate statistically significant difference ($p<0.05$).

Table 4. Average brix, pH, titrable acidity and color intensity value of different size pomegranates

Variety	Size	Brix ^o (%)	pH	Titratable acidity (%)	Color Intensity
<i>Zivzik</i>	S	18.5±0.1 ^a	3.51 ^a	1.03±0.04 ^a	5.1±0.3 ^a
	M	18.4±0.1 ^a	3.59 ^b	0.92±0.05 ^a	4.7±0.4 ^a
	L	18.4±0.1 ^a	3.56 ^{ab}	0.93±0.04 ^a	3.6±0.7 ^a
<i>Hacı Hesin</i>	S	17.8±0.04 ^a	3.57 ^a	1.06±0.04 ^a	3.3±0.1 ^a
	M	17.9±0.4 ^a	3.62 ^b	1.12±0.01 ^a	1.7±0.1 ^b
	L	18.1±0.4 ^a	3.72 ^c	0.91±0.03 ^b	0.9±0.1 ^c
<i>Ali Ağay</i>	S	16.5±0.2 ^{ab}	3.35 ^b	1.34±0.05 ^{ab}	1.3±0.1 ^a
	M	17.0±0.2 ^a	3.36 ^b	1.47±0.07 ^a	0.6±0.1 ^c
	L	16±0.3 ^b	3.46 ^a	1.18±0.04 ^b	0.8±0.01 ^b
<i>Radışu</i>	S	18.3±0.1 ^a	3.47 ^a	1.3±0.04 ^a	5.9±0.01 ^a
	M	17.6±0.3 ^a	3.50 ^{ab}	1.21±0.04 ^a	5.6±0.01 ^b
	L	17.9±0.2 ^a	3.59 ^b	1.17±0.15 ^a	5.6±0.02 ^b

^{abcd} Different letters in the same column indicate statistically significant difference ($p<0.05$) (S; Small, M; Medium, L; Large)

Total phenolics, total anthocyanins and antioxidant activities of pomegranates

The total phenolic compounds, total anthocyanins, antioxidant and ascorbic acid content of the pomegranates from different cultivars are displayed in Table 5. The total phenolic content is one of the most important parameters for appraising pomegranate characterization. Phenolic compounds prevents oxidation of fatty acids, vitamins and enzymes in cells (Harborne and Williams, 2000; Martens and Mithöfer, 2005; Zaouay et al., 2012). The highest total phenolic compounds were found in *Zivzik* (973 mg GAE/L) pomegranates, and followed by *Radışu* (927 mg GAE/L), *Hacı Hesin* (786 mg GAE/L) and *Ali Ağay* pomegranates

(735 mg GAE/L) respectively. The differences in the phenolic contents of pomegranates were statistically significant ($p<0.05$). Özgen et al. (2008) reported that total phenolic content ranges from 1245 to 2076 mg GAE/L for the pomegranates grown in Mediterranean region of Turkey. Total phenolic compound of eight pomegranate cultivars grown in Turkey were measured at the value of between 208.3 mg GAE/100 mL and 343.6 mg GAE/100 mL as reported by Çam et al. (2008). This can be related to the varietal factors of the studied cultivars, harvesting time and performing time of the experiments, maturity status, genetic diversity of the metabolic pathways responsible for varied amount of

phenolics biosynthesis (Tehranifar, 2010). Gunduc et al. (2003) reported that among widely consumed fruit juices in Turkey; total phenolic compound of turnip juice is 772 mg/L, and cherry juice is around 797 mg/L. The data presented in this study for total phenolics content were among 927 and 973 mg GAE/L. The phenolics content of the assayed pomegranates juice in this study were higher than those of fruit juices reported previously (Gonduc et al. 2003).

Anthocyanins contribute to the formation of red, blue or purple colors in many fruits and they are well-known compounds for their antioxidant activity (Tehranifar et al., 2010; Mena et al., 2011; Zaouaya et al., 2012). The highest amount of total anthocyanin was detected in *Zivzik* pomegranates (145 mg cyanidin-3-glucoside/L), the lowest anthocyanins was detected in yellow-pink colored *Ali Ağay* pomegranates (64 mg GAE/L) (Table 5). Moderately significant differences were found between cultivars in terms of their anthocyanins content. Vardin and Fenercioğlu (2003) were reported that total anthocyanin content of *Suruç* pomegranate cultivars are 8.9 mg/100 mL and for some Tunisian pomegranate cultivars the total anthocyanin content was found between 50.52 and 490.42 mg/L as reported by Zaouay et al. (2012). The difference in anthocyanin content of pomegranate cultivars largely is due to differences in cultivar, maturation stage, production region and climatic conditions (Gil et al. 1995; Borochoy-Neori et al., 2009).

In this study, the differences in antioxidant activity (DPPH, antioxidant ability to scavenge free radical) among the pomegranate cultivars were found statistically non-significant ($p < 0.05$). Antioxidant activity of *Zivzik*, *Hacı Hesin*, *Ali Ağay* and *Radişu* pomegranates was found as 86%, 88%, 87% and 87%, respectively (Table 5). Mousavinejad et al., (2009) has been reported antioxidant activity for Iran pomegranates among 18.6-42.8% (according to DPPH), Çam et al. (2009) reported that antioxidant activity of eight pomegranate cultivars grown in Turkey ranges between 73.02% and 91.8% (according to DPPH method). Our result were higher than the data reported by Mousavinejad et al. (2009), and was similar to those reported by Çam et al. (2009). The difference in antioxidant activity might be variety specific and stems from the differences in their total phenolic and anthocyanin content.

Vitamin C content and anthocyanins content were well correlated. Total anthocyanins content and total phenolic compounds were highest in varieties which variety also have the highest vitamin C concentration. The lowest total anthocyanins, vitamin C and phenolics content was found in *Ali Ağay* (Table 5). Thus it can be concluded that there was a close relationship between the total anthocyanins content, total phenolic compounds and vitamin C content (Gardner et al., 2000; Tehranifar et al., 2010).

Table 5. Average total phenolic content, total anthocyanin content, antioxidant activity % and ascorbic acid value of different pomagranate varieties

Variety	Total phenolic (mg GAE/L)	Total anthocyanin (mg cyanidin-3- glucoside/L)	Antioxidant activity (%)	Ascorbic acid (mg/100 mL)
<i>Zivzik</i>	973±12 ^a	145±6 ^a	86±0.3 ^a	16 ±1.1 ^a
<i>Hacı Hesin</i>	786±53 ^b	93±9 ^b	88 ±0.6 ^a	9.7±0.6 ^b
<i>Ali Ağay</i>	735±40 ^b	64±13 ^b	87 ±0.7 ^a	3.2±0.6 ^c
<i>Radişu</i>	927±29 ^a	144±10 ^a	87±0.5 ^a	12±1.0 ^b

^{abcd} Different letters in the same column indicate statistically significant difference (p<0.05).

Total phenolic compounds, total anthocyanins content, antioxidant activity and ascorbic acid of three different size (small, medium and large) of pomegranate are displayed in Table 6. Highest total phenolic compounds in *Zivzik* pomegranate was found in small size pomegranates (1043 ± 33 mg GAE/L) (p<0.05). Total anthocyanins content, antioxidant activity (% DPPH) and ascorbic acid content in different size of *Zivzik* pomegranate were found statistically insignificant (Table 6). It can be concluded that classification of pomegranates depending on their sizes is not useful way of classification for presuming their phytochemical contents.

As classified small, medium and large in *Hacı Hesin* pomegranate juice was found total phenolic compounds 988, 702 and 582 mg GAE/L respectively; total anthocyanins content 103 , 70 and 34 cyanidin-3- glucoside mg /L; ascorbic acid value 13, 5.9 and 10 mg/100 mL respectively. The effect of fruit size on phytochemicals content was found statistically significant in *Hacı Hesin* pomegranates for total phenolic compounds, total anthocyanins content

and vitamin C (p<0.05). It was observed that small (13 mg/100 mL) and large (10 mg/100 mL) *Hacı Hesin* pomegranates had higher ascorbic acid content than medium size (5.9 mg/100 mL) pomegranates.

For *Ali Ağay* pomegranates statistically significant properties are total phenolic compounds, total anthocyanin content and ascorbic acid value (p<0.05). Small, medium and large size of *Ali Ağay* pomegranate juice was found average total phenolic compounds 707, 614 ve 577 mg GAE/L respectively; total anthocyanins content 36, 19 ve 25 mg siyanidin-3-glukozit/L respectively; ascorbic acid content 7, 1.4 ve 1.1 mg/100 mL respectively.

It was observed that there are significant difference in phenolics content of *Zivzik*, *Ali Ağay*, *Hacı Hesin* and *Radişu* pomegranate fruits at different sizes. In all four investigated pomegranate varieties, it was found that the small size pomegranates have the highest phenolics content compared to bigger size pomegranates. This situation indicates that importance of fruit size on assessing their phenolic contents.

Table 6. Averages and error standard of total phenolic content, total anthocyanin content and % antioxidant activity and ascorbic acid value of different size pomegranate fruits

Variety	Size	Total phenolics (mg GAE/L)	Total anthocyanins (mg cyanidin-3- glucoside/L)	Antioxidant activity (%)	Ascorbic acid (mg/100 mL)
Zivzik	S	1043±33 ^a	174±5 ^a	85±0.7 ^a	17±1.8 ^a
	M	951±16 ^b	147±11 ^b	85±0.9 ^a	16±1.4 ^a
	L	974±9 ^b	128±18 ^c	85±0.8 ^a	14±0.4 ^a
Hacı Hesin	S	988±15 ^a	103±2 ^a	90±1.1 ^a	13±1.8 ^a
	M	702±6 ^b	70±2 ^b	89±1.2 ^a	5.9±1.2 ^b
	L	582±6 ^c	34±1 ^c	90±0.5 ^a	10±1.2 ^{ab}
Ali Ağay	S	707±12 ^a	36±1 ^a	90±2.3 ^a	7±1.7 ^a
	M	614±6 ^b	19±0.6 ^c	89±1.8 ^a	1.4±0.04 ^b
	L	577±11 ^c	25±2 ^b	89±1.7 ^a	1.1±0.02 ^b
Radişu	S	1060±12 ^a	216±2 ^a	86±1.2 ^a	12±1.2 ^a
	M	966±18 ^c	195±1 ^b	86±1.1 ^a	10±0.6 ^a
	L	1000±10 ^b	191±2 ^b	87±2.3 ^a	13±1.1 ^a

^{abcd} Different letters in the same column indicate statistically significant difference ($p < 0.05$). (S; Small, M; Medium, L; Large)

Identification of Anthocyanins Present in Pomegranate Fruits

Anthocyanin compositions of pomegranate arils are given in Table 7. The major anthocyanin in *Zivzik*, *Hacı Hesin* and *Ali Ağay* pomegranate cultivars was cyanidin-3,5-di-glucosides (Figure 1). For *Radişu* pomegranate dominant anthocyanin was determined as to be cyanidin-O-glucoside. Highest amount of cyanidin 3,5-diglucoside was found in *Zivzik* pomegranate (42.28 mg/kg) (Table 7) and followed by *Radişu* and *Hacı Hesin*. Mousavinejad et al. (2009) concluded

that dominant anthocyanins present in eight Iranian pomegranates were delphinidin 3,5-diglucoside (372–5301 mg/L), cyanidin-3,5-diglucoside (242–2361 mg/L) and pelargonidin 3,5-diglucoside (7–90 mg/L). Difference in pomegranate varieties in terms of their anthocyanin compositions is thought to be the first reason for this observed variation, in addition to this, harvest time, agricultural practices, soil type and structure, storage conditions may be effective on the amount of anthocyanin (Mousavinejad et al., 2009).

Table 7. Anthocyanin composition of Pomegranate arils (mg/kg)

Pomegranate	Cyanidin 3-5, diglucoside	Pelargonidin 3-5, diglucoside	Cyanidin -O- diglucoside	Total
<i>Zivzik</i>	42.28±2.1	14.51±0.9	27.70±1.3	84.49
<i>Hacı Hesin</i>	24.64±1.1	7.55±0.4	16.35±1.2	48.55
<i>Radişu</i>	33.68±1.7	25.93±1.2	55.12±2.3	114.73
<i>Ali Ağay</i>	13.88±0.7	5.02±0.2	6.67±0.3	25.57

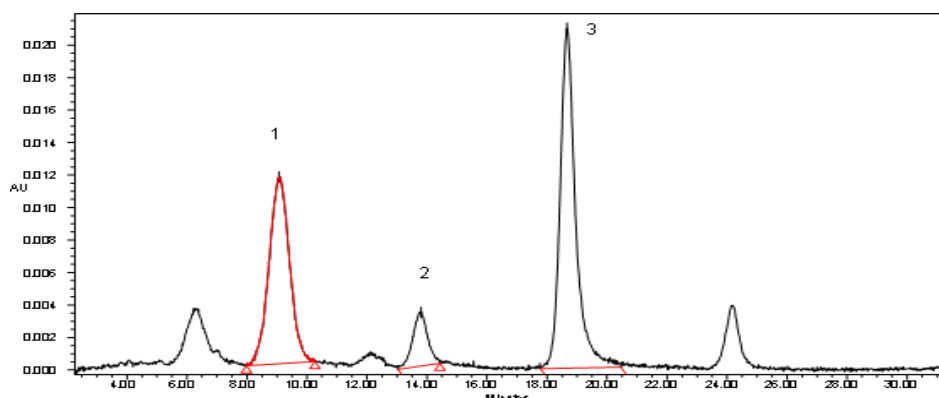


Figure 1. A typical HPLC chromatogram showing the resolved anthocyanin composition of Ali Ağay pomegranate fruit. (1) Cyanidin 3,5 -diglucoside, (2) Pelargonidin 3,5 -diglucoside, (3) Cyanidin 3-glucoside.

Conclusion

In conclusion, it was found that the Zivzik pomegranate cultivar grown in wide areas in Sirvan region is suitable for both fresh consumption and industrial processing. On the other hand, Hacı Hesin, Ali Ağay and Radişu grown in Gorumlu are found to be suitable for fresh consumption. It was moreover suggested that, Radişu and Zivzik pomegranates are especially suitable for processing in the fruit juice industry due to their rich red colour and high anthocyanin, titratable acidity and soluble solids content.

References

- Akbarpour, V., Hemati, K., and M. Sharifani, 2009. Physical and chemical properties of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit in maturation stage. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science*, 64: 411-416.
- Borochoy-Neori, H., Judeinstein, S., Tripler, E., Harari, M., Greenberg, A., Shomer, I., and D. Holland, 2009. Seasonal and cultivar variations in antioxidant and sensory quality of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22:189–195.
- Curtis, C.L., Harwood, J.L., Dent, C.M., and B. Caterson, 2004. Biological basis for the benefit of nutraceutical supplementation in arthritis. *Drug Discovery Today*, 9: 165-172.
- Çam, M., Hisil, Y., and G. Durmaz, 2008. Classification of eight pomegranate juices based on antioxidant capacity measured by four methods. *Food Chemistry*, 112:721–726.
- Faria, A., Monteiro, R., Mateus, N., Azevedo, I., and C. Calhau, 2007. Effect of pomegranate (*Punica granatum*) juice intake on hepatic oxidative stress. *European Journal of Nutrition*, 46: 271-278.
- Gardner, P.T., White, T.A.C. McPhail, D.B., and G.G. Duthie, 2000. The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruit juices-dietary flavonoids and phyto-

- estrogens. *Food Chemistry*, 68: 471-474.
- Garofulić, I.E., Dragović-Uzelac, V., Jambrak, A.R., and M. Jukić, 2013. The effect of microwave assisted extraction on the isolation of anthocyanins and phenolic acids from sour cherry Marasca (*Prunus cerasus* var. Marasca). *Journal of Food Engineering*, 117: 437-442.
- Gil, M.I., Garcia-Viguera, C., Artes, F., and F.A. Tomas-Barberan, 1995. Changes in Pomegranate juice pigmentation during ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48:4581-4589.
- Gil, M.I., Tomas-Barberan, F.A., Hess-Pierce, B., Holcroft, D.M. and A.A. Kader, 2000. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 4581-4589.
- Gozlekci, S., Saracoglu, O., Onursal, E., and M. Ozgen, 2011. Total phenolic distribution of juice, peel, and seed extracts of four pomegranate cultivars. *Pharmacognosy Magazine*, 7: 161-164.
- Gündoğdu, M., Yılmaz, H., ve R.İ.G. Şensoy, 2010. Şirvan (Siirt) Yöresinde Yetiştirilen Narların Pomolojik Özellikleri. *Yüzüncüyıl Tarım Bilimleri Dergisi*, 20:138-143.
- Gunduc, N., and S.N. EL, 2003. Assessing Antioxidant Activities of Phenolic Compounds of Common Turkish Food and Drinks on In Vitro Low-Density Lipoprotein Oxidation. *Journal of Food Science*, 68:2591-2595.
- Harborne, J.B., and C.A., Williams, 2000. Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry*, 55:481-504.
- Karaaslan, M., Ozden, M., Vardin, H., and H, Turkoglu., 2011. Phenolic fortification of yogurt using grape and callus extracts, *LWT-Food Science and Technology*, 44, 1065-1072.
- Kazankaya, A., Gündoğdu, M., Aşkın, M.A., and Muradoğlu, F., 2003. Pervari (Siirt) Narlarının Meyve Özellikleri. IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Eylül 08-12, Antalya, 141-143.
- Kirakosyan, A., Seymour, E.M., Urcuyo Llanes, D.E., Kaufman, P.B., and S.F. Bolling, 2009. Chemical profile and antioxidant capacities of tart cherry products. *Food Chemistry*, 115, 20-25.
- Lansky, E.P., and R.A. Newman, 2007. *Punica granatum* (pomegranate) and its potential for prevention and treatment of inflammation and cancer. *Journal of Ethnopharmacology*, 109: 177-206.
- Martens, S., and A. Mithöfer, 2005. Flavones and flavone synthases. *Phytochemistry*, 66, 2399-2407.
- Mena, P., Garcia-Viguera, C., Navarro-Rico, J., Moreno, D.A., Bartual, J., Saura, D., and N. Marti, N, 2011. Phytochemical characterisation for industrial use of pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Spain. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91:1893-1906.
- Mousavinejad, G., Emam-Djomeh, Z., Rezaei, K., and M.H.H.

- Khodaparast, 2009. Identification and quantification of phenolic compounds and their effects on antioxidant activity in pomegranate juices of eight Iranian cultivars. *Food Chemistry*, 115:1274–1278.
- Ozgen, M., Durgac, C., Serce, S., and C. Kaya, 2008. Chemical and antioxidant properties of pomegranate cultivars grown in the Mediterranean region of Turkey. *Food Chemistry*, 111:703-706.
- Ozguven, A.I., Talli, H., Coşkun, M., and Y. Daşkan, 1997. Fruit characteristics of some Mediterranean and Aegean pomegranate varieties under ecological conditions of Adana, Turkey, *Acta Horticulturae*, ISHS, 441: 345-350.
- Ozkan, Y, 2003. Determination of pomological characteristics of Niksar district pomegranates (*Punica granatum* L.) of the Tokat province, *Acta Horticulturae*, ISHS, 598:199-203.
- Poyrazoglu, E., Gokman, V., and N. Artık, 2002. Organic acids and phenolic compound in pomegranates (*Punica granatum* L.) grown in Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15: 567-575.
- Simunic, V. Kovac, S., Gaso-Sokac, D., Pffannhauser, W., and M. Murkovic, 2005. Determination of anthocyanins in four Croatian cultivars of sour cherries. *European Food Research and Technology*, 220: 575 - 578.
- Tehranifar, A., Zarei, M., Nemati, Z., Esfandiari, B., and M.R. Vazifeshenas, 2010. Investigation of physico-chemical properties and antioxidant activity of twenty Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. *Scientia Horticulturae*, 126:180–185.
- Tezcan, F., Gultekin-Ozguven, M., Diken, T., Özcelik, B., and F.B. Erım, 2009. Antioxidant activity and total phenolic, organic acid and sugar content in commercial pomegranate juices. *Food Chemistry*, 115: 873-877.
- Tomàs-Barberà, F.A., Gil, M.I., Cremin, P., Waterhouse, A.L., Hess-Pierce, B., and A.A. Kader, 2001. HPLC-DAD-ESIMS analysis of phenolic compounds in nectarines, peaches, and plums. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 4748-4760.
- Türkmen, I., and A. Ekşi, 2010. Brix degree and sorbitol/xylitol level of authentic pomegranate (*Punica granatum* L.) juice. *Food Chemistry*, 127: 1404-1407.
- Ünal, Ç., Veliöğlu, S., and B. Cemeröğlü, 1995. Türk nar sularının bileşim ögeleri. *Gıda*, 20: 339-345.
- Vardin, H., and H. Fenercioglu, 2003. Study on the development of pomegranate juice processing technology: clarification of pomegranate juice. *Nahrung*, 42:300–303.
- Wrolstad, R.E.,1976. Color and pigment analyses in fruit products. *Station Bulletin 624*, Agricultural Experiment Station, Oregon State University, Corvallis.
- Yenice, E.,1974. Vişne sularında kalite faktörleri üzerinde araştırmalar.

Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi
Ziraat Fakültesi, 127s.

Zaouaya F, Menab, P, Garcia-Viguerab, C.,
M. Marsa, 2012. Antioxidant
activity and physico-chemical

properties of Tunisian grown
pomegranate (*Punica granatum* L.)
cultivars. *Industrial Crops and
Products*,40:81–89.

The Use of Colour Cue for Investigating the Ability of Laying Hens to Regulate Methionine Intake from Drinking Water*

Şahin ÇADIRCI¹

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Harran University, Sanliurfa, Turkey¹
İletişim: scadirciuk@yahoo.co.uk

Abstract

The appetite of laying hens for methionine and the hens' ability to regulate methionine intake in drinking water were investigated. Birds were subjected to the combinations of diet adequate or deficient in methionine and methionine-treated or normal water. In regimen A, birds were fed diet adequate in methionine and normal water was provided from bottles. In order to enable laying hens to differentiate between the water-supply bottles containing normal and methionine-treated water, colour cues and training of the birds were introduced in Regimens B, C, and D. The birds were allowed to become accustomed to the colour cue of their water supply bottles, and to the physiological effects of their diet and drinking water, then, followed a "free choice" part of the experiment. The concentration of methionine in treated water was 0.15% (w/v) in Regiment E, and 0.30% (w/v) in Regiment F. Feeding a diet deficient in methionine resulted in a substantial reduction in the intake of both feed and water. When the drinking water was then supplemented with methionine, both feed and water intake was restored to the normal level, moreover, methionine consumption equalled or exceeded that attained when methionine was supplied in the feed alone. Finally, the hens were fed a methionine-deficient diet and were offered a choice of both normal and methionine-treated water. The hens fed methionine-deficient diet were able to select for water supplemented with methionine in preference to pure water by using colour cues. However, birds were not able to regulate methionine consumption for their optimum requirements from drinking water.

Key words: Laying hen, methionine, regulate, drinking water, colour cue

Renk Belirteci Kullanılarak Yumurta Tavuklarının İçme Suyundan Metiyonin İhtiyacını Düzenleyebilme Kabiliyetlerinin İncelenmesi

Özet

Yumurta tavuklarının metiyonine istek ve içme suyundan metiyonin alımlarını düzenleyebilme kabiliyetleri incelenmiştir. Tavuklar metiyonince yeterli veya yetersiz yem ile normal veya metiyonin karışımı su kombinasyonlarına tabi tutulmuştur. Tavuklara A beslenme döneminde metiyonince yeterli yem ve şişelerden normal su verilmiştir. Tavukların B, C ve D beslenme dönemlerinde normal ve metiyonin karışımı suyu ayırt edebilmeleri için renk belirteci kullanılmıştır. Tavuklarda yem ve içme suyunun fizyolojik etkileri farklı renkteki su şişeleri kullanılarak ilişkilendirilmiştir. Daha sonra denemenin serbest seçim dönemine geçilmiştir. Metiyoninle muamele edilmiş su konsantrasyonu E döneminde % 0.15 ve F döneminde % 0.30'dir. Metiyonince yetersiz besleme yem ve su tüketiminde önemli azalmayla sonuçlanmıştır. İçme sularına metiyonin eklendiğinde yem ve su tüketimi normal seviyesine gelmiştir. Diğer taraftan metiyonin tüketimi sadece yem ile verildiği zamandaki miktara eşit ya da yem ile verildiği seviyeyi geçmiştir. Sonunda tavuklara metiyonince yetersiz yem verilerek normal ve metiyonin karışımı su sunulmuştur. Metiyonince yetersiz yemle beslenen tavuklar renk belirteci vasıtası ile metiyoninli suyu normal suya tercih etmişlerdir. Ancak, tavukların içme suyundan metiyonini ihtiyaçları doğrultusunda alabilme yeteneği gözlenmemiştir.

Anahtar sözcükler: Yumurta tavugu, metiyonin, düzenlemek, içme suyu, renk belirteci

*Araştırmacının Doktora Tezinden Uyarlanmıştır.

Introduction

Methionine is an essential amino acid which means it can not be synthesised by poultry at all. In contrast, non-essential amino acids can be synthesised from essential amino acids that are in excess of requirements, and other non-essential amino acids. Often, the literature discusses methionine requirement together with requirements for other sulphur amino acids, mainly cysteine. This is partly because methionine and cysteine are metabolically related to each other: methionine is readily converted to cysteine (Ensminger, 1992). The other reason is the difficulty of assessing the true requirement for methionine due its complicated role in different metabolic pathways. It is needed for maintenance and egg production, for the building of body proteins and feather proteins (Pack, 1996). Methionine is also the first limiting amino acid in commercially prepared corn-soybean and wheat-soybean meal layer rations (Leong and McGinnis, 1952; Harms and Damron, 1969; Fisher and Morris, 1970; Schutte and Van Weerden, 1978; Schutte et al., 1983, 1984, 1994; Waldroup and Hellwig, 1995). Thus, methionine must be included in corn-soybean or wheat-soybean diets to meet requirements. For this a synthetic source is commonly used. Once the compound feed is mixed, both its amino acid content and also the extent to which it will meet the requirements of all the hens in any given flock are fixed. Cadirci et al., (2009) showed that layers fed methionine deficient diet are able to

select for water supplemented with methionine in preference to pure water by using of two colour cues. However, birds consumed methionine from drinking water well above their requirements. A possible reason for this could be that the total effect of the deficient feed plus plain water and the deficient feed plus supplemented water were associated with different colours, thus the colour of plain water supply bottle also meant methionine deficiency, which the birds might have associated with metabolic discomfort (El Boushy and Kennedy, 1987). To avoid this possible association, a new colour had been introduced during the training period of this study. In this way this new colour would “mean” the adverse effects of methionine deficiency (arising from the combination of deficient feed plus plain water), instead of the colour designating plain water (when paired with adequate feed). Thus in the choice situation, neither the treated, nor the plain water would have a “history” of causing discomfort to the birds previously. Therefore, it was expected that if the birds can regulate methionine intake from water, they might not drink more from the treated water than what satisfies their requirements, but they would quench their thirst from the plain water (which now would not be associated with adverse effects).

The aims were to determine if hens can correct a feed deficient in methionine by choosing the methionine-treated water, while maintaining normal feed intake and to determine if the hens can regulate

consumption of methionine-treated water in order to satisfy their optimum methionine requirement.

Material and Method

Eighteen fully feathered 68 weeks old Isa Brown laying hens were taken randomly from a 1000-hen commercial laying stock. The birds were distributed into two groups (group 1 and group 2) of equal number, and placed singly in cages. The grouping of birds was necessary in order to eliminate the colour effect on their choice. The body weights (mean and SEM) of the two groups at the beginning of the experiment (2143.90 ± 92.23 g and 2087.80 ± 79.82 g) were not significantly different ($P>0.05$). Plastic water bottles (2000 ml) fitted with nipples at the base was used to supply water. According to the plan of the feeding regimens, bottles in three different colours (yellow, red and blue) and waste water collector cups were provided for each cage. Also, one individual feeding trough was located for each cage, placed in the usual feed trough used for flock-based feeding. The sides of the cages were closed with 3-ply wood. Two feed formulations (Feed 1, Feed 2) were used, the ingredients and estimated nutrient contents of which are shown in Table 1.

Table 1. The ingredient-and calculated nutrient composition of feeds 1 and 2.

Ingredient composition	Feed 1 [g/kg]	Feed 2 [g/kg]
Wheat (10.4 % CP)	714.0	712.8
H.P. Soya (46.2 % CP)	137.3	139.8
Limestone	90.3	90.3
Maize Oil	36.7	37.1
Dicalcium phosphate	11.4	11.4
NaCl	3.7	3.7
Vit/Min. Premix ¹	2.5	2.5
Yolk Colour A ²	1.0	1.0
DL-Methionine	1.6	-
L-Lysine HCl	1.5	1.4
Calculated nutrient composition		
Crude protein	140.0	140.0
Calcium	37.5	37.5
Total Phosphorus	5.5	5.5
Sodium	1.8	1.8
Lysine	7.2	7.2
Methionine	3.7	2.1
Methionine + cystine	6.4	4.8
ME [kcal/kg]	2900	2900

¹ The composition of vitamins and minerals in the premix provided the following amounts per kilogram of diet: vitamin A, 2400000 IU; vitamin D₃, 1200000 ICU; vitamin E (α -tocopherol acetate), 1600 IU; nicotinic acid, 4000 mg; pantothenic acid, 1600 mg; vitamin B₂ 1000 mg; hetazeen, 800 mg; iron (FeSO₄), 0.40%; cobalt (CoSO₄), 100 mg; manganese (MnO), 3.20%; copper (CuSO₄), 0.20 %; zinc (ZnO), 2.00%; iodine (CaI₂), 400 mg; selenium (Na₂SeO₃), 60 mg.

² Contains: canthoxanthin, ethyl ester of β -apo-8-carotenoic acid, citronaxanthin.

H.P. = high protein

Hens were given water in bottles coloured accordingly to the treatment and the birds were trained to recognise which bottle has methionine supplemented water or plain water. For group 1: plain water was given in yellow bottles with a 140 g/kg protein feed supplemented with methionine (F1), or in blue bottles with the same feed without methionine supplementation (F2); treated water was given in red bottles with feed

without methionine supplementation (F2). For group 2: plain water was given in red bottles with a 140 g/kg protein feed supplemented with methionine (F1), or in blue bottles with the same feed without methionine supplementation (F2); treated water was given in yellow bottles with feed without methionine supplementation (F2). The experiment consisted of six regimens (A-F). To determine normal feed-, water and methionine intake, birds were fed an adequate feed (Feed 1) for 7 days (regimen A). During this time each hen received plain water. To induce a methionine deficiency, the birds were subsequently transferred to a methionine-deficient feed (Feed 2), and were given plain water for one day (regimen B).

In order to avoid the possible association of the future "choice"-colours (red and yellow) with the feeling of discomfort, the water bottles were blue in this regimen. The following day, the birds were given the same (deficient) feed and water containing methionine, thereby training the hens to recognise and correct the deficiency through drinking water (regimen C). The following day, the birds were returned to the adequate feed (Feed 1), and received plain water in order to train them that once their methionine need is satisfied there is no need for a supplement from the drinking water (regimen D). Subsequently, the birds were returned again to the deficient feed (Feed 2) and

water containing methionine (regimen C). This was in order to emphasise that the methionine deficiency of the feed can be corrected from the (treated) drinking water. The above four-day cycle was repeated three more times. After the last cycle, there was one additional day when feed without methionine supplementation and plain water was given from blue bottles (regimen B). The response to training was then tested for ten days by offering the hens a choice of plain and methionine supplemented water from the appropriately coloured bottles containing treated water (regimen E).

Until the end of regimen E, treated water always contained 0.15% methionine. To test the birds' response to methionine concentration in the drinking water, the above ten-days testing period was repeated with methionine content increased to 0.30% (regimen F). The regimens of the experiment are summarised in Table 2. Food and water intakes were recorded daily. Eggs laid each day were weighed. Body weights were measured at the beginning and end of the experiment. All data were obtained on an individual hen basis. The results of experiment was analysed statistically using the analysis of variance procedures of the statistical programme Genstat-5 (release 4.2), copyright 1994, Lawes Agricultural Trust (Rothamsted Experimental Station). Significant differences were tested further using Least-significant difference multiple range test to determine the differences among treatments.

Table 2. Training regimen of birds

	Regimens		Diet		Bottle colour	
		Feed	Water	Group 1	Group 2	
4-day cycle repeated three times	A (7 days)	F1	plain	yellow	red	
	B (1 day)	F2	plain	blue	blue	
	C (1 day)	F2	treated*	red	yellow	
	D (1 day)	F1	plain	yellow	red	
	C (1 day)	F2	treated*	red	yellow	
	B (1 day)	F2	plain	blue	blue	
	E (10 days)	F2	plain and treated*	yellow red	red yellow	
	F (10 days)	F2	plain and treated**	yellow red	red yellow	

F1 = 140 g/kg CP feed supplemented with methionine.

F2 = 140 g/kg CP feed without methionine supplementation.

*treated water contains 0.15% methionine.

**treated water contains 0.30% methionine.

Results and Discussion

The body weights (mean and SEM) at the beginning and end of the experiment were 2113.90 ± 58.74 g and 1989.20 ± 54.62 g, respectively the

difference was not significant ($P > 0.05$). The average rate of egg production and egg weight during regimens A and F was 95.00 %HD and 80.00 %HD, and 63.90 g and 62.80 g, respectively.

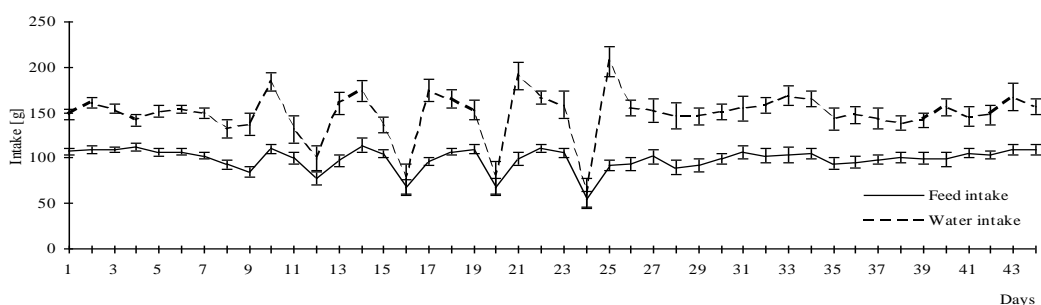


Figure 1. Daily changes in feed intake and water consumption in association with the six feeding regimens.

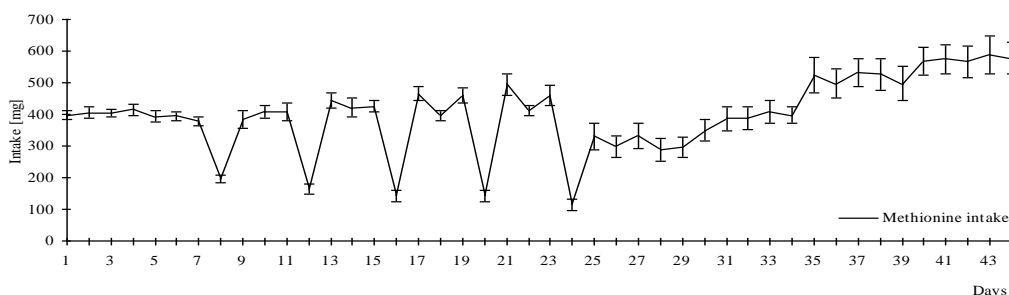


Figure 2. Daily changes in methionine intake in association with the six feeding regimens.

The daily feed and water intakes during each of the 44 days are presented in Figure 1, and the

estimated methionine intake in the same period is shown in Figure 2. Each point is the mean \pm SEM of the results

from eighteen birds. Common in both figures those four distinct phases can be observed, corresponding to the regimens of the feeding. During the first seven days, when the birds received plain water and Feed 1 (adequate methionine content), the standard errors were small and the birds' appetite for water and feed was without dramatic changes. At day 8, when the birds received plain water and Feed 2 (inadequate methionine content), they lost appetite for food and water. The decrease was more apparent by the following days of regimen B (days 12, 16, 20, and 24). When the birds received methionine-treated water (0.15%, w/v), or Feed 1 (regimens C and D) their appetite for feed and water increased up to the level of that in regimen A. When repeating the treatment, the same responses were observed. During the days when hens were on regimen B, feed intake had a greater variability which diminished when they proceeded to regimens C and D, that is when they received Feed 2 and methionine-treated water or Feed 1. At the end of the training period, birds increased their water intake more

apparently than at the beginning. This, perhaps, indicates that they have learnt the benefit of treated water and colour cue. It has to be noted, however, that the birds were probably responding to thirst, as indicated by the water intake depression which gradually increased each time they progressed onto regimen B. By day 25, it appeared that all birds had become trained to recognise, with the help of colour cues, which bottle has methionine-supplemented water or plain water, and it was decided to test the birds for their ability to regulate the consumption of methionine-treated water to satisfy their methionine requirement. The pattern of methionine intake (Figure 2) follows the pattern of food and water intake (Figure 1) until the beginning of regimen F, when, increasing the methionine concentration in treated water resulted in a slight decrease of water intake, and initially a slight decrease in feed intakes but an increase of methionine intake. There is a significant correlation ($r=0.761$) between feed intake and water consumption.

Table 3. Feed-, water-, and methionine intakes during the regimens of the experiment.

	Regimens					
	A (7 days)	B (5 days)	C (8 days)	D (4 days)	E (10 days)	F (10 days)
Feed intake [g/day]	107.7 ^b	72.3 ^a	99.8 ^b	110.8 ^b	98.6 ^b	101.2 ^b
Water intake [ml/day]	151.4 ^b	89.7 ^a	155.3 ^{bc}	172.6 ^c	160.7 ^{bc}	148.6 ^b
Methionine intake [mg/day]	398.5 ^{bc}	151.8 ^a	442.4 ^c	409.8 ^{bc}	348.3 ^b	544.2 ^d

^{abcd} Values within a row with no common superscript differ significantly ($P<0.001$). Values are mean of $n=18$.

Feed-, total water-, and methionine intakes during the regimens of the experiment are shown in Table 3. The comparison of values shows that regimen had significant ($P<0.001$) effect on intake of feed, water and

methionine. When receiving deficient diet (regimen B), all three intakes of the birds reached their lowest in the experiment. Additionally, other feed intakes did not show significant differences from the control value

during the experiment ($P>0.05$). Water intake also returned to the control level in regimen C, showed a significant increase in regimen D, and returned gradually again to the value of regimen A ($P>0.05$). The feed and water intake data indicate that the source of methionine did not influence normal appetite, and birds are able to recover their appetite within a day. Similarly to feed and water intakes, methionine intake also showed normal values (as in regimen A) once methionine was supplemented to the diet (regimens C and D) ($P>0.05$). Subsequently, methionine intake decreased when the birds moved to the first choice period (regimen E), however, giving the birds 0.30% methionine treated water during the second choice period (regimen F) resulted in an average of 145 mg/day more methionine consumption which was significantly greater ($P<0.001$) than the methionine intake during regimen A and the rest. Comparing regimen B to A, it is apparent that the size of methionine deficiency during regimen B was 62% of the intake in

regimen A. Moreover, the appetite for food was depressed by an average 32% during regimen B. However, excess methionine was not paired with a similarly substantial change in feed intake. Comparing regimens A and F, an average of 145 mg over-consumption of methionine can be observed, a significant difference ($P<0.001$), but this results only an average of 6 g decrease in feed intake, a not significant difference ($P>0.05$).

Water intake proportions during the choice period are presented in Table 4. The birds' proportional consumption from treated water was random (i.e. not significantly different from 50%; $P>0.05$) in regimen E (first choice period). In contrast, during regimen F (second choice period) the difference from 50% was significant ($P<0.05$). In addition, the high preference for treated water in regimen F resulted in an overall proportion of choices made in favour of methionine-treated water significantly different ($P<0.05$) from 50%.

Table 4. Intake proportions of treated water during the choice period of the experiment.

^A E (5 days)	Regimens	
	^A F (5 days)	^B Mean water intake proportions
57.1 n.s.	73.5 s.	65.3 s.

Water intakes are expressed as percentage of total (treated + untreated) water intake.

s. Difference from 50% is significant ($P<0.05$).

n.s. Difference from 50% is not significant ($P>0.05$).

Values are mean of ^An =18, and ^Bn=36.

Cadırcı et al., (2009) demonstrated that more than 90% of the choices were made in favour of methionine-treated water. In contrast, in this study, although the birds clearly have learned to recognise the supplemented water by the end of the training period, the choices made in favour of methionine-treated water were only an average 57.10% in the first choice phase (regimen E). When progressing to the next choice period (F), this figure increased to 73.50%. A possible

explanation can be that as neither bottles (red or yellow) were previously associated with the adverse effect of methionine deficiency, the birds drank at random from both at the beginning of the first choice phase. However, after a while (towards the end of regimen E), birds began to feel the difference between the two drinks in their metabolic effects, and began to discriminate in favour of the treated water. It might be that at this time, treated water was chosen already in a

much higher proportion than the average figure, but the full effect on the result has only become apparent by the second choice period (regimen F). Further evidence for this explanation is provided by the daily methionine intake results. It is clear that from the middle of the first choice period, birds increased their methionine consumption so that by the last two days of the regimen, they have reached the level of methionine intake during the control period (regimen A). Feed and water intakes behaved in a similar manner. The reason behind this is that the correcting of methionine deficiency resulted in the “repair” of feed intake and, consequently, water intake.

A further observation in this experiment was that, increasing methionine concentration from 0.15% to 0.30% resulted in an increase of the intake from methionine-treated water, and decrease from plain water. The overall outcome was a decreased total water intake. The increase of concentration plus the increasing choice from treated water resulted in increasing total methionine consumption indicating that, below the harmful levels, there is no upper limit of methionine consumption by the birds. Thus, in practice, birds seem unable to regulate their methionine intake once the requirement is satisfied. This presumption is supported in the review by Hughes (1979) in which he noted the lack of evidence available that the birds will keep their intake below upper limits.

In theory, the intake of a nutrient is kept within lower and upper limits set by metabolic needs and maximal nutritional requirements. The nutrient deficit caused by the decreased intake to well below the lower limit has harmful physiological effects, which can be reversed by an inflow of the nutrient. As a result, well-being

improves, which reinforces the animal's behaviour in selecting the appropriate food (Hughes and Wood-Gush, 1972; McFarland, 1973). This phenomenon is called ‘positive post-ingestional feedback’. Indeed, there is evidence (reviewed by Hughes, 1979) that, in the case of several nutrients, the domestic fowl is able to keep nutrient intake above the lower limits necessary for growth, maintenance and production. In contrast, it appears that in practice, the final limit on consumption is not set by metabolic requirements but by palatability and, eventually, by adverse physiological effects (Hughes, 1979). Active rejection of a nutrient at high dietary levels was only showed in the case of phosphorus (Holcombe et al., 1976). Methionine intake seems to be governed by the same mechanisms since the results of this study suggest that there seems to be no upper limit for methionine intake, at least within the range of concentrations used here which were below the harmful concentration of 10g/kg (Katz and Baker, 1975). The birds have carried on drinking from the methionine-treated water even after having satisfied their requirement.

A reduction of average body weight, egg production and egg weight was also observed. Feed intake over the 37 days of the training and choice periods (regimens B-F) was an average of 97 g, i.e. 10 g less than in regimen A. Thus, it might be expected that a whole range of nutrients were in undersupply, and the above changes were a consequence of this. It is likely that there were birds which were always deficient in methionine because of not choosing treated water at all, as suggested by the fact that the choices (averaged over all birds) made in favour of methionine-treated water have reached a maximum of only 73.50%. It is likely that these birds contributed more to the decrease in

performance than those choosing methionine-treated water during the choice period. In these birds, body protein turnover would have been used to supply the amino acids. This assumption is based on the report of Boorman (1979) that a mechanism exists in birds which temporarily prevents the distortion of the plasma and tissue amino acid levels. Thus, an amino acid deficiency results in the net catabolism of body proteins in order to supply the amino acids to prevent a distortion in the plasma and tissue amino acid levels. In support, Harms and Ivey (1992) and Harms and Russell (1995), for example, reported that hens receiving an amino acid deficient diet reduce their performance. It was also demonstrated (Harms and Russell, 1998) that, after the methionine depletion period, at least three weeks are needed to return to normal egg production.

Conclusion

The main conclusions of the study are that the source of methionine is insignificant in terms of feed intake, and that layers can express an appetite for methionine in drinking water with the aid of a cue and adequate training. However, the birds were unable to regulate their methionine consumption from treated water.

References

- Boorman, K. N. 1979. Regulation of protein and amino acid intake. In: Food Intake Regulation in Poultry. Eds. K. N. Boorman & B. M. Freeman, 87-126. British Poultry Science, Edinburgh.
- Cadircı, S, Smith, W.K., Mc Devitt, R. M. 2009. Determination of the appetite of laying hens for methionine in drinking water by using colour cue. Arch Geflugelkd., 73:21-28.
- El Boushy, A. R, Kennedy, D. A. 1987. Palatability, acceptability of feed influenced by senses. Feedstuffs, 59(25):25-27.
- Ensminger, M. E. 1992. Fundamentals of Poultry Nutrition. In: Poultry Science, edn. 3rd, 121-146. Interstate Publishers, Inc. Illinois.
- Fisher, C., Morris, T. R. 1970. The determination of the methionine requirement of laying pullets by a diet dilution technique. Brit Poultry Sci., 11:67-82.
- Harms, R. H., Damron, B. L. 1969. Protein and sulfur amino acid requirements of the laying hen as influenced by dietary formulation. Poultry Sci., 48:144-149.
- Harm, R. H., Ivey, F. J. 1992. An evaluation of the protein and lysine requirement for broiler breeder hens. J Appl Poultry Res., 1:308-314.
- Harms, R.H., Russell, G. B. 1995. A re-evaluation of the protein and lysine requirement for the broiler breeder hen. Poultry Sci., 73:581-585.
- Harms, R. H., Russell, G. B. 1998. Layer performance when returned to a practical diet after receiving an amino acid-deficient diet. J Appl Poultry Res., 7:175-179.
- Holcombe, D. J., Roland, D. A., Harms, R. H. 1976. The ability of hens to regulate phosphorus intake when offered diets containing different levels of phosphorus. Poultry Sci., 55:308-317.
- Hughes, B. O. 1979. Appetites for specific nutrients. In: Food Intake Regulation in Poultry. Eds. K. N. Boorman & B. M. Freeman, 141-150. British Poultry Science, Edinburgh.
- Hughes, B. O., Wood-Gush, D. G. M. 1971. Investigations into specific appetites for sodium and thiamine in domestic fowls. Physiol Behav., 6:331-339.
- Katz, R. S., Baker, D. H. 1975. Methionine toxicity in the chick: nutritional and metabolic

- implications. *J Nutr.*, 105:1168-1175.
- Leong, K. C., McGinnis, J. 1952. An estimate of the methionine requirement for egg production. *Poultry Sci.*, 31:692-695.
- McFarland, D. J. 1973. Stimulus relevance and homeostasis. In: *Constraints on Learning*. Eds. R. A. Hinde & J. Stevenson-Hinde. London, Academic Press.
- Pack, M. 1996. Ideal protein in broilers. *Poultry International*, 54-64.
- Schutte, J. B, Van Weerden, E. J. 1978. Requirement of the hen for sulphur containing amino acids. *Brit Poultry Sci.*, 19:573-581.
- Schutte, JB, De Jong, J., Bertram, H. L. 1994. Requirement of the laying hen for sulfur amino acids. *Poultry Sci.*, 73:274-280.
- Schutte, J. B., Van Weerden, E. J., Bertram, H. L. 1983. Sulfur amino acid requirement of laying hens and the effects of excess dietary methionine on laying performance. *Brit Poultry Sci.*, 24:319-326.
- Schutte, J. B., Van Weerden, E. J., Bertram, H. L. 1984. Protein and sulphur amino acid nutrition of the hen during the early stage of laying. *Arch Geflugelkd*, 48:165-170.
- Waldroup, P. W., Hellwig, H, M. 1995. Methionine and total sulfur amino acid requirements influenced by stage of production. *J Appl Poultry Res.*, 4:283-292.

Anız Yakmanın Karbondioksit Salınımına Etkisi

Güzel YILMAZ^{1*}, Ali Volkan BİLGİLİ², Dilan TOPRAK¹, Ahmet ALMACA²,
Ahmet Ruhi MERMUT²

Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü¹
Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü²
Telefon: 0 (414) 344 3789, Faks: 0 (414) 344 00 31,
*İletişim: gyilmaz@harran.edu.tr

Özet

Dengesiz nüfus artışı, dengesiz tüketilen petrol, kömür ve türevleri, bilinçsiz tarımsal uygulamalar her geçen gün dünyanın doğal dengesini bozmaktadır. Bunun en açık belirtileri iklim değişiklikleri, çevre kirliliği ve bunların sonucunda nedeni bilinmeyen birçok hastalıkların ortaya çıkmasıdır. Bu çalışma ile anız yakmanın topraktan salınan karbondioksit etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Toprakta salınan karbondioksit miktarı ölçümünde yaygın olarak kullanılan Lundegradh metodu kullanılmıştır. Anız yakmadan sonra toprakta karbondioksit salınımında düşüş saptanmıştır. Bu düşüşün nedeni, toprağın 0-3 cm derinliğinde yaşayan mikroorganizmaların yaşamlarının büyük ölçüde azalmasından kaynaklanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Karbondioksit salınımı, anız yakma, toprak mikroorganizmaları

Effects of Stubble Burning on the Carbon Dioxide Emission

Abstract

Increased population, excessive use of petroleum, coal and its derivatives and inappropriate agricultural practices disturb the balance of the world environment. Climate change, environmental pollution and many unknown diseases are the clear signs of these disturbance. In this study we aim to investigate the effects of burning stubble on the soil CO₂ release from the soil surface. The most commonly used Lundegradh method has been used for measuring the amount of CO₂ released on daily bases. In the research a decrease in CO₂ release was observed after burning stubble. The reason why released CO₂ decreased in soils under burned stubble originates from the substantial reduction in microbial activities within the 0-3 cm soil depth are

Keywords: CO₂ Emission, stubble burning, soil microorganisms

Giriş

Ülkemizin birçok bölgesinde olduğu gibi, Güneydoğu Anadolu bölgesinde de buğday hasadı sonrası kalan anız bilinçsiz bir şekilde yakılmaktadır. Genellikle anız yakmaya; anızı işleyecek uygun aletin olmaması, anızlı işleme sonucunda ekim sırasında makinelerinin ayaklarının tıkanması ve anız yakmanın toprak

işlemeyi kolaylaştırması başta olmak üzere birçok gerekçe gösterilmektedir. Gerek ülkemizde gerekse yurtdışında, buğday hasadı sonrası arta kalan anızın yönetimi farklı şekillerde olmaktadır (Gürsoy, 2012). Tahılların hasadı sonrası kalan anızın yönetimiyle ilgili en yaygın kullanılan yöntem anızın yakılmasıdır. Gerek çevreye gerekse toprağın yapısına olan olumsuz etkilerinden dolayı hiçbir

zaman tavsiye edilmeyen anızın yakılması toprağın kolay işlenmesinden dolayı çiftçiler tarafından tercih edilmektedir (Cerit ve ark., 2002). Verimli bir topraktaki canlılar çoğunlukla toprağın ilk 0-3 cm derinliğinde yaşamaktadır. Anız yakılmasıyla toprağın verimliliğini sağlayan bu canlılar önemli ölçüde sayıları azalmaktadır. Ayrıca organik madde toprak canlılarının önemli besin kaynağıdır ve toprak kalitesi ve verimliliği için büyük önem taşımaktadır (Scheffer, 1998). Anız, toprağın organik madde ihtiyacının sağlanması açısından son derece önemlidir. Anızın yakılması nedeniyle toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştiren toprak organik maddesi yıldan yıla azalmaktadır. Anız yakma işleminden geçen bir toprağın verimli olabilmesi için organik maddece zenginleştirilmesine gerek vardır. Bu ise ekonomik olarak girdilerin artmasına sebep olmaktadır (Temel, 2012).

Yurdumuzda buğdaygil ekimi yapılan arazi miktarı 1999 istatistiklerine göre 13.441.500 ha'dır. Buğdaygil hasadından sonra çoğu yıllarda buğdaygil sapları balyalandıktan sonra kalıntıları yakılmaktadır. Bu koşullarda birim alanda, yakma ile yok edilen buğdaygil kalıntısı miktarını net olarak ifade etmek oldukça güçtür. Ülkemiz koşullarında, anızla birlikte sapların da yakılması durumunda ortalama 3.500 kg/ha, sadece anızın yakılması durumunda ise anızın biçilme yüksekliğine bağlı olarak ortalama 1.000 kg/ha buğdaygil kalıntısı yakıldığı belirtilmektedir. Genel bir ortalama vermek gerekirse, yakılan buğdaygil anız ve sapları ile hektardan ortalama 1.500-2.000 kg/ha sap, saman, ot, v.b. şeklindeki bitkisel materyalin yakıldığı söylenebilir. Buğdaygil alanlarının

(13.441.500 ha) %30'unun yakıldığı kabul edilirse, yaklaşık 4 milyon hektar anız tarlasında 6.000.000-8.000.000 ton anızın yakıldığı söylenebilir. Yakılan anız alanı tüm anızların %20'sini oluştursa dahi, her yıl 2.68 milyon hektardan daha fazla anız yakılmakta veya 4.020.000-5.360.000 ton sap-saman gibi artıklar organik madde olmadan yakılmaktadır (Temel, 2012; Sayın, 1989).

Son yıllarda endüstriyel, tarımsal ve fosil yakıt kullanımı gibi insan aktiviteleri sonucunda oluşan sera gazlarının (CO₂, NH₄ ve N₂O) miktarı daha da artmaktadır. Atmosferik CO₂' in en önemli kaynağı topraktır. Sera gazlarına bağlı olarak artan küresel ısınmadan dolayı, topraktaki karbonun tutulması ile CO₂ salınımının azaltılması önem taşımaktadır. Toprak organik karbon içeriği, azaltılmış toprak işlenmesi, gübreleme, toprağın atıklarla birleştirilmesi, toprağın biyolojik çeşitliliğinin geliştirilmesi, samanla ya da kuru yaprakla örtme gibi toprak yönetim uygulamaları toprakta C tutulmasında önemli rol oynamaktadır (Rastogi ve ark., 2002).

Dünyadaki topraklar atmosferdeki karbon miktarının iki katından fazla karbon içerir. Tarım topraklarında bulunan karbon miktarı 170 Gt'dir, tüm bitki örtüsü 550 Gt C içerir (Rastogi ve ark., 2002; Paustian ve ark., 2000). Ormansızlaşmaya bağlı CO₂ emisyonu atmosferik CO₂'nin önemli bir kaynağı olarak görülür (Rastogi ve ark., 2002; Robertson, 1987; Luizao ve ark., 1989) ve bitki örtüsü yılda toplam 100 Gt C, atmosfer ve toprak solunumu yılda 50-75 Gt C üretir (Rastogi ve ark., 2002; Kicklighter ve ark., 1994). Dünya çapında hasat alınan topraklarda toplam C kaybı

54 Gt olarak tahmin edilmektedir, bu olayda otlakların ve tropik ormanların sıcaklıklarının önemli katkısı vardır (Mosier, 1998). Hindistan'da, toprakta saklanan toplam karbon miktarı 23.4–27.1 Gt'dir, bu miktar dünyadaki tüm topraklarda tutulan karbon miktarının %1.6-1.8 kadardır (Rastogi ve ark., 2002; Gupta ve ark., 1994).

Karbondioksitin topraktan ayrılması toprak solunumu yoluyla gerçekleşir. Bu olay biyolojik olarak mikrobik solunum, kök solunumu ve toprak yüzeyinde ya da bitki örtüsü bulunan ince katmanlarda görülen faunal solunum şeklindedir (Jong ve ark., 1974; Edward, 1975). Biyolojik olmayan işlem ise yüksek sıcaklıklarda göze çarpan kimyasal oksidasyonu içerir (Bunt ve Rovira, 1954). Toprak mikroflorası organik maddelerin çürümesi sonucunda artış gösteren CO₂'nin %99'una katkı sağlar (Reichle ve ark., 1975). Toprak faunasının katkısı ise daha azdır (Macfadyen, 1963). Bununla birlikte kök solunumu toplam toprak solunumunun %50 'sine katkı sağlar (Macfadyen, 1970). Yapılan bazı çalışmalar göstermiştir ki; toprağın yumuşaklığı ve sertliği, sıcaklığı, nemi, pH'sı, mevcut C ve N içeriği toprağın CO₂ üretimini ve salınımını etkilemektedir (Wildung ve ark., 1975). Çalışmanın amacı; anız yakmanın topraktaki CO₂ salınımına etkisini araştırmaktır.

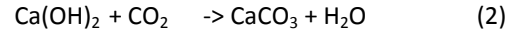
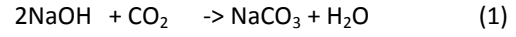
Materyal ve Metot

Çalışma, 37o09'54.00 kuzey enleminde, 39o00'22.00 doğu boylamında ve deniz seviyesinden 494 m yükseklikte yer alan Harran Üniversitesi Araştırma ve Uygulama arazilerinde yürütülmüştür. Topraktaki CO₂

emiyonunu belirlemede, Tesarova ve Gloser tarafından 1976 yılında oluşturulan ve 1994 yılında Kleber tarafından modifiye edilen Lundegradh metodu kullanılmıştır (Yılmaz, 1999; Kleber, 1997). Lundegradh metodunda karbondioksit bağlayıcısı olarak granüller haldeki sönmüş kireç (Soda-Lime) kullanılmaktadır.

Metodun Ölçüm Prensipleri:

Granüler haldeki sodyum hidroksit (NaOH) topraktan çıkan karbondioksit gazını aşağıdaki şekilde bağlamaktadır.



Sodyum hidroksit etüvde 105 derecede 48 saat kurutuldu. Kurutma işleminden sonra hassas terazide tartıldı. 40 gramı alınıp yüzey alanı 100 cm², derinliği 3cm olan bir PVC kaba konuldu ve toprak yüzeyinden 0-3 cm yukarıda olacak şekilde (ayaklıklarla desteklenerek) bırakıldı. Toprak yüzeyine bırakılan ve içerisinde sodyum hidroksitin bulunduğu kabın üzeri 31 cm yüksekliğe, 23 cm çapa sahip ve bir tarafı açık olan silindir ile kapatıldı.

Güneş ışınlarından dolayı silindirin ısınmasını azaltmak için 50 X 50 cm büyüklüğünde PVC levhalar ile örtüldü. Örneğin konulacağı yerde yeşil akşam (bitki) varsa bu bitkiler kesildi. Yedi günlük ekspozisyondan sonra örnekler laboratuvara getirilerek etüvde 105 derecede 48 saat kurutuldu ve tartıldı. Absorbe edilen karbondioksit miktarı tartım farkından hesaplandı.

Bu esnada oluşan su ağırlığından hesap yapılır. 1 mol karbondioksit (44 gram) reaksiyon esnasında 1 mol su (18 gram) çekmektedir. Bundan dolayı

tartılan diferansın 1,4 ile çarpıldı [(44+18) / 44 = 1,4] (Edwards, 1982).

Arazi çalışması, aynı toprak serisinde iki farklı parselde ve her bir parselde 10 tesadüf paralel ile yürütülmüştür. Parsellerin biri kontrol amaçlı olup sürüm dışında hiçbir işlem (ekim, gübreleme, ilaçlama, sulama v.b) yapılmamıştır, diğerinde ise geleneksel yöntemlerle buğday ekimi yapılmış ve hasattan sonra işletme sahibi tarafında anızın yakıldığı parselidir.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

2011 yılına ait toplam ve aylık CO₂ emisyon verileri Çizelge 1’de, haftalık salınımların dağılımı Şekil 1’de verilmiştir. CO₂ salınımlarının ölçümlerinde kullanılan Lundegradh metodunda, toprak yüzeyinde hem bitki köklerinde hem de organizmalarca salınan total CO₂ ölçülmektedir. Salınan total

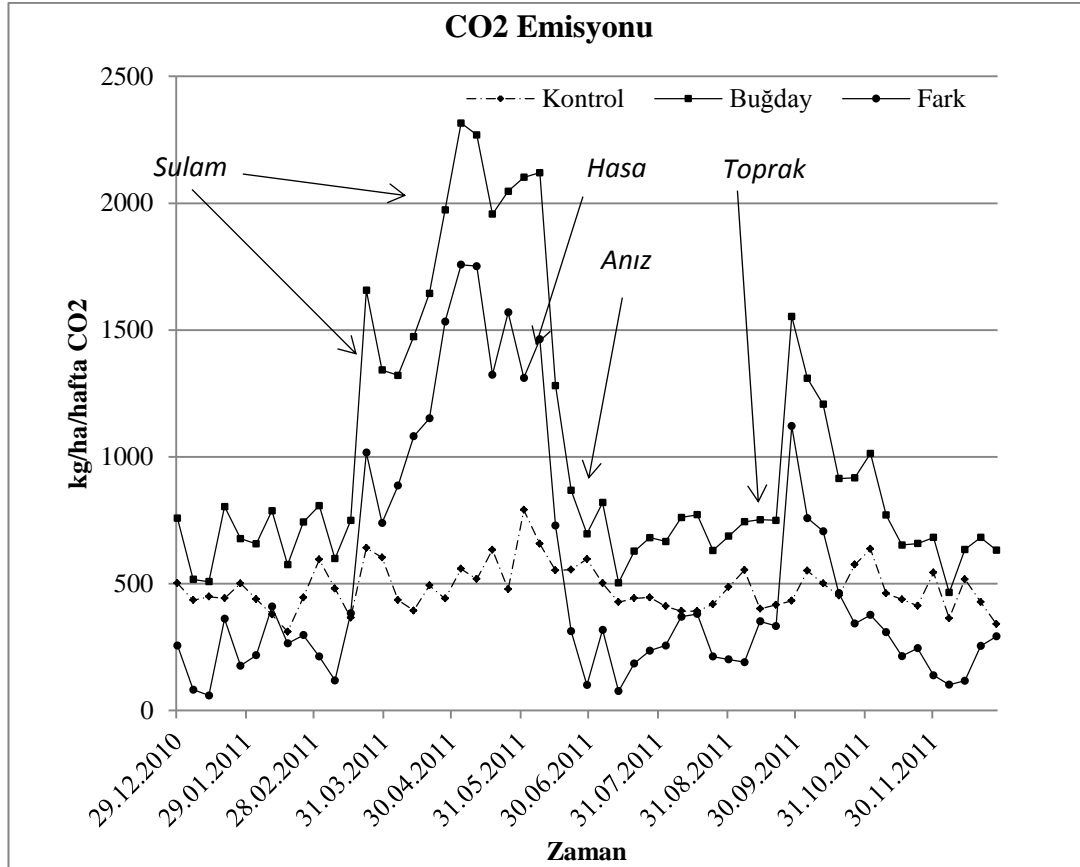
karbondioksitin ne kadarının bitki köklerinde, ne kadarının organizmalarca salınımını ayırmak, kullandığımız metotla mümkün değildir. Toprak özellikleri (organik madde içeriği, C/N oranı, tekstür, strüktür, kireç miktarı, pH, v.b) ve iklim faktörlerine (sıcaklık, nem v.b.) bağlı olarak değişmekle birlikte, toprakta salınan karbondioksitin yaklaşık %50’si bitki köklerinde ve %50’si organizmalarca salındığı daha önce yapılan çalışmalarda belirtilmektedir.

Çizelge 1 incelendiğinde, kontrol parselinden salınan toplam CO₂, 24 989 kg/ha/yıl, buğday ekiminin yapıldığı ve hasattan sonra anızın yakıldığı parselde ise salınan toplam CO₂ 52 540 kg/ha/yıl, kontrol ile buğday arasındaki fark 27 551 kg/ha/yılCO₂ olarak tespit edilmiştir ve bu sonuç literatür bilgilerince desteklenmektedir.

Çizelge 1. 2011 yılına ait aylık CO₂ emisyon verileri

Tarih	kg/ha/ay CO ₂			Tarih	kg/ha/ay CO ₂		
	Kontrol [±]	Buğday ^β	Fark		Kontrol	Buğday	Fark
Ocak 2011	2042	2842	800	Temmuz 2011	2116	2935	820
Şubat 2011	1580	2752	1172	Ağustos 2011	1809	3123	1314
Mart 2011	2318	4301	1983	Eylül2011	1700	3500	1800
Nisan 2011	2004	6427	4423	Ekim2011	2243	5105	2862
Mayıs 2011	2375	8935	6559	Kasım 2011	2108	3323	1214
Haziran 2011	2725	6570	3844	Aralık 2011	1969	2728	759
Toplam					24989	52540	27551

[±] kontrol parselinde salınan CO₂; ^β buğday ekiminin yapıldığı ve hasattan sonra anızın yakıldığı parselde salınan CO₂



Şekil 1. 2011 yılına ait haftalık CO₂ emisyonundaki dağılım

Şekil 1 incelendiğinde, toprak nemi ve sıcaklığın uygun olduğu dönem ile bitki gelişiminin en yoğun olduğu zaman aralığında (Mart-Haziran) yoğun bir karbondioksit salınımı gözlenmiştir. Uygun mikroorganizma koşulları yanında yoğun kök gelişimi ve bitki solunumun bu zaman aralığında daha etkili olduğu söylenebilir. Bitki gelişiminin tamamlandığı dönemden sonra karbondioksit salınımında ani bir düşüşün olması bu savın kanıtı olarak gösterilebilir. Anız yakma ile birlikte karbondioksit salınımı daha da azalmıştır. Kısa sürede mikroorganizmaların tekrar yaşam ortamı bulması ile kontrol parseline paralel bir salınım gözlenmiştir. Toprak işleme ile birlikte beklenildiği gibi karbondioksit salınımı tekrar pik yapmıştır. Anız yakma

işleminde sonra sınırlı da olsa karbondioksit salınımındaki düşüş toprak mikro-organizmaları sayısındaki bir azalmanın göstergesidir.

Sonuç

Tarım toprakların verimliliği açısından organik maddenin ayrı bir önemi bulunmaktadır. Buğdaygillerin hasadında sonra yakılan anız, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine olan olumsuz etkisi yanında, toprağın mikrobiyolojik aktivitesini de olumsuz yönde etkilemektedir. Bu araştırma da, anız yakma işleminden sonra, karbondioksit salınımında düşüş olmuştur. Karbondioksit salınımındaki bu düşüş, anız yakmanın toprağın mikrobiyolojik

aktivitesini de olumsuz yönde etkilemektedir tezini desteklemektedir.

Kaynaklar

- Bunt, J. S. and Rovira, A.D., 1954. Oxygen uptake and carbon dioxide evolution of heat-sterilized soil, *Nature*, 173: 1242.
- Cerit İ, Turkyay M. A., Saruhan H, Şen H. M., Ülger A. C., Kirişçi V., Korucu T., Say S., 2002. İkinci Ürün Mısır Yetiştiriciliğinde Ekim Öncesi Buğday Anızının Yakılmasına Alternatif Bazı Toprak İşleme Metotlarının Belirlenmesi. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Proje Kod No: TAGEM/TA/00/01/06/08.
- Edward, N. T., 1975. Effects of temperature and moisture on carbon dioxide evolution in a mixed deciduous forest flor, *Proc Soil Sci Soc Am J.*, 39: 361–365.
- Edwards, N.T., 1982. The use of soda-lime for measuring respiration rates in terrestrial systems. *Pedobiologia* 23, 321–330.
- Gupta, R. K. And Rao, D. L. N., *Curr. Sci.*, 1994, 66: 378-380.
- Gürsoy S., 2012. Diyarbakır İlinde Uygulanan Buğday Anızı ve Sapı Yönetim Sistemlerinin Değerlendirilmesi, *YYÜ TAR BİL Dergi* 22(3): 173-179.
- Jong E., Schappeart H.J.V. and Macdonald, K.B., *Can J. Soil Sci.*, 1974, 54: 299-307.
- Kleber, M., 1997. Carbon exchange in humid grassland soils.- 264 Seiten, *Hohenheimer Bodenkundliche Hefte* 41, Stuttgart.
- Kicklighter, D. W., Melillo, J. M., Peterjohn, W. T., Rastetter, E. B., McGuire, A. D. And Steudler, 1994. P. A., *J. Geophys. Res.*, 99:1303–1315.
- Luizao, F., Matson, P., Livingston, G., Luizao, R. And Vitousek, P., 1989. *Global Biogeochem. Cycles*, 3: 281–285.
- Macfadyen, A., 1963. in *Soil Organisms* (eds Docksen, J. and Van der Drift, J.), North Holland, Amsterdam, pp. 3–16.
- Macfadyen, A., 1970. in *Methods of Study in Soil Ecology* (ed. Phillipson, J.), IBP/UNESCO Symp., pp. 167–172, Paris.
- Mosier, A. R., 1998. Soil processes and global change, *Biol. Fertil. Soils*, 27: 221–229.
- Paustian, K., Six, J., Elliott, E. T., Hunt, H. W., Rustad, L. E., Huntingdon, T. G. And Boone, R. D., 2000. *Biogeochemistry*, 48: 147–163.
- Rastogi M., Singh S., Pathak H., 2002. Topraktan Karbondioksit Emisyonu, *General Article Current Science*, No:5.
- Reichle, D. E., McBrayer, J. F. And Ausmus, B. S., 1975. in *Progress in Soil Zoology* (ed. Vanek, J.), Academic Publishing, Czechoslovakia, pp. 283–292.
- Robertson, G. P. And Tiedje, J. M., 1987. *Soil Biology Biochemistry*, 19: 187–193
- Sayın, S., 1989. Çeşitli Yönleriyle Anızların Yakılması Köy Hizmetleri Ankara Araştırma Enst. Müd. Yayın No: 165154.
- Scheffer, F., Schachtschabel, P., 1998. *Lehrbuch der Bodenkunde*. 491 S., 14. Aflage., G. Enke Verlag, Stuttgart.

- Temel M., 2012. Biçerdöver ve Anız Yangınları, Türkiye Ziraat Odası Yayınları, sayı:42.
- Wildung, R. E., Garland, T. R. And Buschom, R. L., 1975. The interdependent effects of soil temperature and water content on soil respiration rate and plant root decomposition in arid grassland soil, *Soil Biology and Biochemistry*, 7: 373–378.
- Yılmaz, G., 1999. Prognose und Regionalisierung des Stickstoffhaushaltes von Pararendzinen der Lösslandschaft des Kraichgaus. *Hohenheimer Bodenkundliche Hefte*: 46, 179 S.

Tuzdan Etkilenmiş Toprakların Yakın Kızılötesi Yansıma Spektrometre Ve Elektromanyetik İndüksiyon Tekniği Yardımıyla Karakterize Edilebilme Potansiyelinin Araştırılması

Ali Volkan BİLGİLİ^{1*}, Mehmet Ali ÇULLU¹, Salih AYDEMİR¹

Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü¹
İletişim: vbilgili@harran.edu.tr

Özet

Harran Ovası sulamaya açıldıktan sonra yapılan bilinçsiz sulama topoğrafya, iklim, toprak özellikleri ve zayıf drenaj koşulları nedeniyle yaklaşık 17000 ha'lık alanda toprak tuzluluğuna neden olmuştur. Tuzluluk, topoğrafya, taban suyu seviyesi ve gübreleme ve sulama gibi tarımsal uygulamalar nedeniyle kısa mesafede alansal ve zamansal olarak değişim göstermektedir. Bu topraklarda problemin boyutunun belirlenebilmesi ve uygun toprak amenajman yöntemine karar verilebilmesi için oldukça zaman alıcı ve masraflı olan sıkı örnekleme ve laboratuvar analizleri gerekmektedir. Bu tür zorluklar hassas tarım uygulamalarında kullanılan tekniklerle aşılabilmektedir. Bu çalışmada, Harran ovasında tuzdan etkilenen 90 noktada görülebilir ve yakın kızılötesi yansıma spektrometre (VNIRS) yöntemi ve Elektromanyetik İndüksiyon (EM) metodu ile toprak tuzluluk derecelerinin belirlenebilme potansiyeli araştırılmıştır. EM tekniği için, EM-38 aleti kullanımı tuzlu arazilerde gerçekleştirilmiştir. VNIRS okumaları laboratuvar koşullarında VNIRS spektrometre ile 2 mm'lik hava kurusu topraklar taranmış ve yansımalar ve elektriksel iletkenlik (ECe) değerleri arasındaki kalibrasyonlar Kısmi En Küçük Kareler Regresyon (PLSR) tekniğiyle belirlenmiştir. Genel olarak her iki teknikte orta seviyede başarılı sonuçlar üretmişlerdir. Kalibrasyon modellerinin birebir doğrulama (Cross Validation) değerlendirme sonuçlarına göre toprak tuzluluklarının tahmin edilmesinde elde edilen R² değerleri 0.80 ve 0.91 arasında değişmiştir. EM tekniğiyle yapılan çalışmalarda aynı örneklerde ECa ve ECe değerleri arasında yapılan doğrusal olmayan regresyon değerlerine ait R² değerleri ise 0.47 ve 0.79 arasında bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Harran Ovası, Toprak Tuzluluğu, Toprak Yönetimi, VNIRS, EM-38

Investigation Of The Potential Use Of Near Infrared Reflectance Spectroradiometer And Electromagnetic Induction Technique For The Characterization Of Salt Affected Soils

Abstract

After Harran Plain was opened to irrigation soil salinity problems were detected in a total of 17000 ha area because of unsuitable irrigation practices, topographical and climate, soil properties and poor drainage conditions. Soil salinity may show significant spatial and temporal variation in a short distance in the field because of topography, ground water level, fertilizer and irrigation. Intense sampling and analyses which is time consuming and expensive may be required to determine the level of the problem in these soils and find convenient soil management practices. These kinds of difficulties can be overcome using precision agriculture techniques. In this study, possibility of soil salinity determination using visible and near infrared reflectance spectroscopy (VNIRS) and electromagnetic induction techniques were investigated in 90 soil samples collected from the salt affected fields in the Harran Plain. For EM-38 technique the calibration of EM-38 were performed in the field. VNIRS scanning's in the laboratory conditions 2 mm air dried soil samples were scanned using VNIRS spectro-radiometer on and the calibrations between Electrical conductivity values and reflectance's were performed using Partial Least Square Regression Analyses (PLSR). Overall both techniques provided moderately successful results. According to cross validation results, R² values in the estimation of soil salinity

changed between 0.80 and 0.91.. In the studies performed with EM technique for the same samples, R^2 values obtained from non-linear regression results between ECa (using EM-38 readings) and ECe values were found between 0.47 and 0.79.

Key words: Harran Plain, Soil salinity, Soil management, VNIRS, EM-38

Giriş

Toprak tuzluluğu toprakların bozunmasına ve bitkilerde verim kaybına neden olan önemli bir özellik olup Dünyadaki toplam sulanabilir alanların % 20'sini etkilemektedir (Ghassemi ve ark., 1995). Yüzden fazla ülkede yaklaşık 1.5 milyar ha toplam işlenebilir arazi, tuzluluk ve alkalilik nedeniyle bozunmuş bulunmaktadır. Bu oran ülkemizde yaklaşık 1.5 milyon ha civarındadır (Dinç ve ark., 1999). Kök bölgesinde tuzların birikimi, bitki gelişimini dramatik olarak etkileyerek verim kayıplarına neden olduğu gibi toprakların fiziksel yapısını olumsuz etkilediğinden toprak verimliliğini de olumsuz etkiler (Howari ve ark., 2002; Muhammad ve ark., 2008).

Sulamanın yapıldığı kurak ve yarı kurak alanlarda toprak tuzluluğu sorunu ortaya çıkabilir. Harran Ovasında tuzdan etkilenmiş alanlar ovanın çevresine göre nispeten alçak olan yaklaşık 18.000 ha alanı kaplamaktadır (Çullu ve ark., 2010). Zayıf drenaj ve uygun olmayan sulama koşulları toprak profilinden tuzların yıkanmasını önler, yer altı suyunun yüzeye yaklaşmasına neden olur ve problemi artırır. Bu alanlarda topraklar killi tekstür ve yüksek buharlaşma nedeniyle kapilarite ile kolaylıkla yüzeye çıkabilen tuzlu taban suyundan (1-1.5 m yakınında) etkilenmektedir. Ovadaki tuzluluk bitkilerde önemli verim kayıplarına neden olmaktadır (Çullu, 2003).

Toprak tuzluluğu genellikle toprak iletkenliğinin saturasyon çamurunda, yada farklı toprak su karışımlarından elde edilen ekstraktlarda elektriksel iletkenlik (ECe) değerlerinin ölçümü ile belirlenmektedir (Richard, 1954). $EC_e > 4 \text{ dS m}^{-1}$ den büyük değerlere sahip topraklar tuzlu olarak

sınıflandırılır. Bu değerlerin üstünde bitki gelişimi olumsuz etkilenir. Toprak ECe değeri toprak kalite parametresi olarak değerlendirilir (Andrews ve ark., 2004).

Kalıtsal nedenler ya da insan etkisi ile toprak değişkenleri ve toprak tuzluluğu önemli ölçüde zamansal ve mekansal olarak değişkenlik gösterebilir (Isaaks ve Srivastava, 1989). Genelde kısa mesafelerdeki değişimler gübreleme ve sulama gibi insan faktörleri nedeniyle oluşurken, ana materyal, topoğrafya gibi kalıtsal nedenler ile daha uzun aralık ve mesafelerdeki değişkenlik meydana gelmektedir. Elektromanyetik indüksiyon tekniği son zamanlarda toprak tuzluluğunun değerlendirilmesinde kullanılmıştır (Corwin ve Lesch, 2003; Kaman ve ark., 2012; Yegül, 2013). VNIRS metodu da son zamanlarda toprak değişkenlerinin tahmininde başarıyla kullanılmaktadır (Günel ve ark., 2007; Bilgili, 2011; Tekin ve Tümsavaş, 2012; Şenol ve Akgül, 2012). VNIRS metodu tuzluluk karakterizasyonunda ve tahminlerinde de kullanılmıştır (Howari ve ark., 2002). Bu çalışmada, Harran Ovası mevcut tuzlu alanlarında EM ve VNIRS metodu kullanılarak toprak tuzluluğunun tahmin edilebilme potansiyeli araştırılmıştır.

Materyal ve Metot

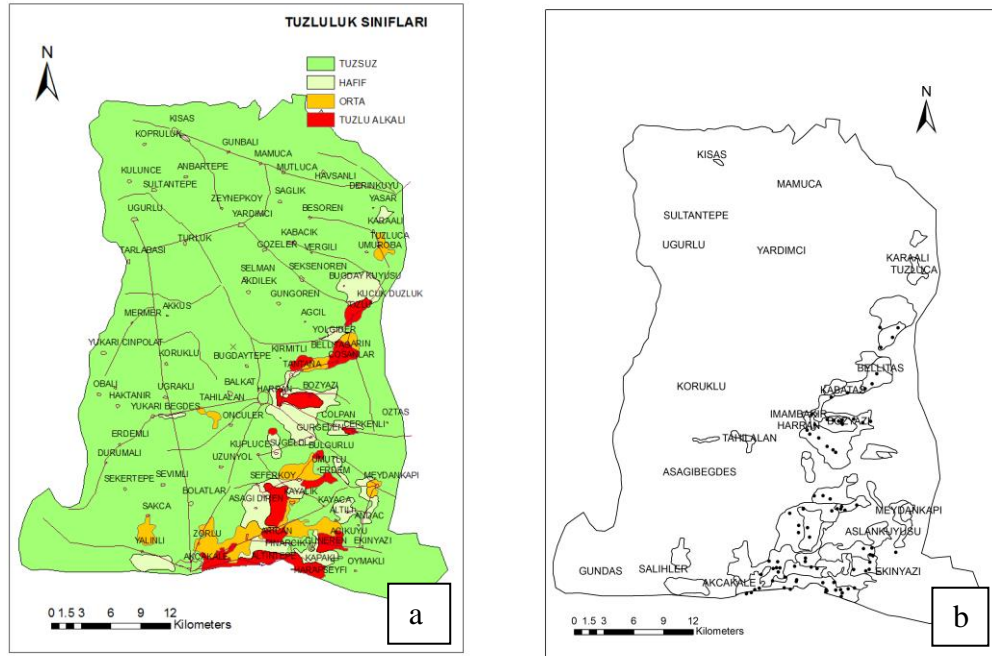
Çalışma alanı, Şanlıurfa ili Harran ovasında yer almaktadır. Ovada Çullu ve ark. (2010) tarafından belirlenen yaygın olarak tuzluluk ve alkalilik problemi olan alanları temsil edecek biçimde 90 adet toprak örneği rastgele örnekleme sistemine ve toprak tuzluluğu şiddeti dağılımına göre 0-30 cm derinlikten alınmıştır (Şekil 1). Çalışma alanında yarı

kurak iklim hakim olup ortalama sıcaklık, yağış ve buharlaşma sırasıyla; 17 °C, 365 mm ve 1848 mm'dir. Toprak genelde kireç ana materyal üzerinde oluşmuş ve demirce zengindir. Topraklar ince tekstürlü ve düşük organik madde ve yüksek kireç içeriğine sahiptir (Aydemir, 2001). Hava kurusu toprak örnekleri 2 mm'lik elekten geçirilmiş ve hazırlanan saturasyon çamurundan alınan ekstraktan elektriksel iletkenlik (EC_e; dS m⁻¹) ve pH değerleri okunmuştur (Richard, 1954).

Görülebilir ve Yakın Kızılötesi Yansıma Spektrometre (VNIRS) Tekniğinin Çalışmada Kullanılması

Araziden toplanan ve 2 mm'lik elekten geçirilen toprak örnekleri VNIRS spektrometre ile (Şekil 2) 350 nm ile 2500 nm arasında 1 nm spektral çözünürlük ile yansımaları elde edilmiştir. Bu şekilde her bir spektruma ait toplam 2150 adet veri elde edilmiştir. Hava

kurusu topraklar 4 cm çapındaki optik petri kaplara konularak kabin altından Tungsten Quartz Halojen lamba ışığıyla yatay olarak 55 derecelik bir açıdaki sensörden 4 cm mesafede aydınlatılmıştır (Şekil 2). Topraklar her bir petri örnek içindeki tekstüre bağlı farklılıkları (toprak içerisinde farklı büyüklükteki taneciklerin açılabilirliği) ortadan kaldırmak amacıyla örnekler 90° derece döndürülerek 5 ilave okuma daha yapılmıştır. Yansımalar optimize edildikten sonra ve aletin kalibrasyonu spektral (beyaz katman) kullanılarak yapılmış ve eğer okumalar arası fark varsa alet yeniden kalibre edilerek okumalara devam edilmiştir. Her bir örnekten elde edilen 10 okumanın ortalaması edilmiş ve her bir örnek için temsili bir yansıma elde edilmiştir. Spektral yansımaların daha sonra birincil türevleri Savitzky-Golay transformasyonu uygulanarak alınmış, ayrıca spektral okumalar her 10 nm' de bir ortalaması alınarak azaltılmıştır.



Şekil 1.a) Harran ovası farklı tuzluluk sınıfındaki toprakların dağılım alanları (Çullu ve ark., 2010)
b) Farklı tuzluluk sınıflarına sahip alanlardaki örnekleme yerleri

Elektromanyetik İndüksiyon Tekniği

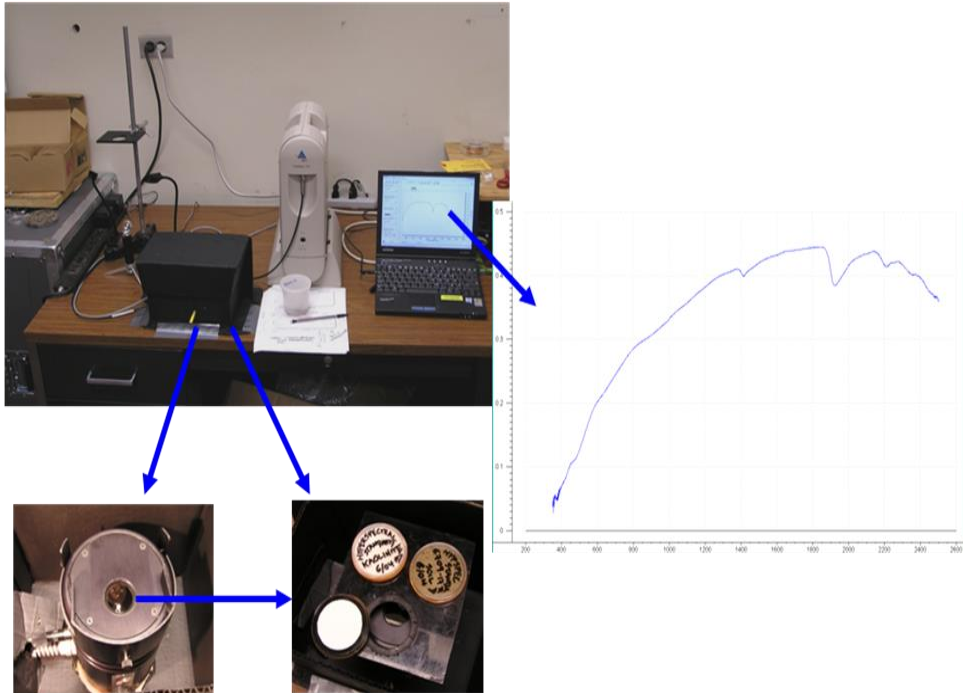
Elektromanyetik İndüksiyon metodu toprak elektriksel iletkenliğini dolaylı yoldan ölçen bir uzaktan algılama tekniğidir. Birbiriyle 1 m uzaklıkta bir tane gönderici bir tanede alıcı bobinden oluşmaktadır. Bobinler arası mesafe 1 m olması nedeniyle yatay ve dikey pozisyonda toprakta yaklaşık 0.75 ve 1.5 m derinlikten okuma yapılabilmektedir (Corwin ve Lesch, 2003; Kaman ve ark., 2012; Yegül, 2013).

İletici bobinden gönderilen akımla zamanla toprakta değişen bir manyetik alan oluşur. Zeminde aktif hale getirildiğinde bu manyetik alan küresel elektrik akım çemberleri oluşturur. Toprakta bu akımların büyüklüğü toprak katmanındaki toprağın elektriksel iletkenliği ile orantılıdır. Her bir akım çemberi içinde oluşan akımın değerine orantısız ikincil bir manyetik alan oluşur. Bu sinyallerin toplamı elektriksel iletkenliğe bağlı olarak voltaja dönüştürülür. İkincil ve birincil akım arasındaki oran toprak materyalinin elektriksel iletkenliğiyle orantılıdır. Alıcı

bobin ikincil manyetik alanın fazını ve büyüklüğünü ölçer. İkincil alanın büyüklüğü ve fazı kil miktarı, su muhtevası ve tuzluluk gibi toprak özelliklerinin bir sonucu olarak farklılık gösterecektir.

Elektrik akım çemberlerinin büyüklüğü civardaki toprağın EC siyle doğrudan orantılıdır. Her bir akım ikinci bir manyetik alan oluşturur, bu oluşan akımların bir kısmı geri dönerek alıcı bobinine ulaşır. EM okumaları ile toprak özellikleri arasındaki ilişkiler regresyon denklemi ile modellenmektedir (Corwin ve Lesch, 2003; Kaman ve ark. 2012, Yegül, 2013).

Bu çalışmada EM okumaları ve izafi elektriksel iletkenlik değerleri (ECa), EM-38 aleti kullanılarak arazide topraklar yaklaşık tarla kapasitesi nem seviyesinde iken elde edilmiştir (Şekil 2). Daha sonra laboratuvar sonuçlarından elde edilen elektriksel iletkenlik (ECe) değerleri ile alet kalibre edildi. Bu kalibrasyon regresyon denklemi ile sağlanmıştır. Toprak EC değerleri ve EM-38 okumaları arasındaki ilişkiler doğrusal olmayan regresyon analizleri ile ilişkilendirilmiştir.



Yüksek Çözünürlükte Görülebilir - Yakın Kızılötesi Yansımaya Spektrometresi ve örnek bir toprak yansımaları



EM-38 Aleti ; dikey pozisyonda izafi elektriksel iletkenlik okuma

Şekil 2. a) Laboratuvar ortamında VNIRS ve b) Arazide EM-38 aletinin kullanılması

İstatistiksel Modelleme

Temel Bileşenler Analizi (Principia Component Analysis- PCA)

Bir veri matrisi azaltma yöntemi olarak, fazla sayıda birbirleriyle korelasyonlu olan data setlerinin varyans yapısını ayrıştırarak daha az sayıda bu değişkenlerin doğrusal bileşenlerinden oluşan, yeni ve birbirleriyle korelasyonlu olmayan değişkenlere dönüştürme tekniğidir. Bu analizin sonucunda orijinal data setinde yer alan ve data seti içerisinde varyansı en fazla açıklayan daha az sayıda değişken elde edilir ve bunlar birbirleriyle korelasyonlu değildir (Esbensen, 2010).

Kısmi En Küçük Kareler Regresyon Modeli (Partial Least Square Regression-PLSR)

Toprak yansımaları ve toprak elektriksel iletkenliği arasındaki kalibrasyon kısmi en küçük kareler regresyon analizi ile yapılmıştır. Bu metod iki matris (X ve Y) arasındaki ilişkiyi doğrusal çok değişkenli bir modelle açıklamakta ve VNIR yansıma spektroskopisi tekniğinde sıkça kullanılmaktadır. Bu çalışmada, X değişkeni toprak yansımaları Y değişkeni toprak tuzluluk parametresini temsil etmektedir. Çok değişkenli regresyon modeline kıyasla PLSR tekniği spektral veri gibi aralarında önemli ölçüde korelasyon bulunan X değişkenlerinin olduğu veri setlerini

değerlendirebilmektedir (Esbensen, 2010). PLSR regresyon modelleri hem birebir doğrulama (Cross Validation) hem de bağımsız veri setleri kullanarak geçerlilik açısından doğrulukları kontrol edilmiştir.

Toprak yansımalarının kullanıldığı PLSR modelleri ile yapılan toprak tuzluluk değerlerinin tahminleri R^2 (karar verme katsayısı, coefficient of determination), hata kareler ortalamasının karekökü (RMSEP) ve performansın sapmaya oranı (RPD) parametreleri kullanılarak değerlendirilmiştir. RPD değerleri bağımsız doğrulama amaçlı kullanılan (validasyon) data setindeki referans örneklerin standard sapmasının, hata kareler ortalamasının karekökü (RMSEP) değerine orantılanmasıyla elde edilmiştir.

$$RMSEP = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Z_{tahmin} - Z_{gözlem})^2}{n-1}}$$

RPD= Standard sapma/RMSEP

Chang ve ark. (2001) toprak özelliklerinin VNIRS tekniği ile tahmin kalitelerini RPD değerlerine bağlı olarak 3 gruba ayırmıştır. 2 den büyük (RPD > 2.0), 1.4-2.0 arasında ve 1.4 den küçük (RPD < 1.4), bu değerler sırasıyla mükemmel,

kabul edilebilir ve zayıf tahminler olarak sınıflandırılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Toprak Tuzluluk Parametreleri

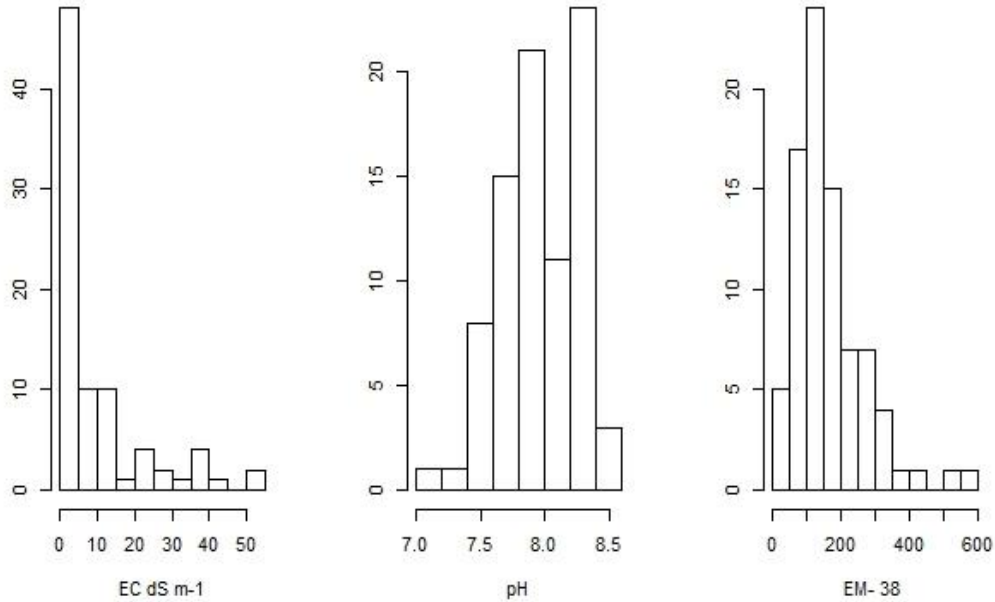
Araziden alınan toprak örneklerinin tuzluluk değişkenlerinin (EC, pH) ve EM okumalarının çalışma alanındaki dağılımları ve temel istatistikleri Çizelge 1' ve Şekil 3 de sırasıyla gösterilmektedir. Buna göre her üç değişkende arazide geniş bir dağılım göstermiş ve elde edilen sonuçlara göre topraklar tuzsuz, tuzlu ve tuzlu-alkali gibi farklı tuzluluk sınıfları şeklinde gruplanmıştır. Varyasyon

katsayılarına göre arazide en fazla değişkenlik sırasıyla ECe, EM ve pH değerlerindedir (Çizelge 1). Çizelge 2 toprak tuzluluk parametreleri ve EM-38 okumaları arasındaki korelasyon ilişkilerini vermektedir. Buna göre toprak ECe değerleriyle EM okumaları arasında pozitif ilişki ($p<0.01$) elde edilirken, toprak ECe değeri ve pH arasında önemli derecede negatif ilişki elde edilmiştir ($p<0.01$). Bu veriler tuzluluk şiddeti dağılımının belirlenmesinde hızlı ve daha az masraf gerektiren değerler olarak dikkati çekmektedir.

Çizelge 1. Toprak tuzluluk parametrelerinin tanıtıcı istatistikleri

(n=90)	Min	Medyan	Ortalama	Max	Stdsapma	VK [†]
ECe	0.59	3.79	9.53	52.8	12.54	131
pH	7.14	7.98	7.95	8.48	0.31	3.9
EM-38	30	143	169	575	105	62

[†] Varyasyon katsayısı (%) (Standart sapma/Ortalama*100)



Şekil 3. Toprak tuzluluk parametreleri (ECe, pH) ve EM-38 okumalarının sonuçlarına ait dağılımlar

Çizelge 2. Değişkenler arasındaki korelasyonlar

	ECe	pH	EM-38
ECe	1		
pH	-0,35**	1	
EM-38	0.60**	-0.28**	1

* İstatistiksel olarak p<0.05 seviyesinde önemli

** İstatistiksel olarak p<0.01 seviyesinde önemli

Spektral Karakterizasyon

Araziden toplanan toprak örnekleri VNIRS spektrometre tekniği kullanılarak taranmış ve Şekil 4 araştırılan toprak örneklerinin 350 nm ile 2500 nm arasındaki ham yansımaları ve birincil türevlerini göstermektedir. Toprak tuzluluk parametrelerine paralel olarak farklı tuzluluk seviyelerine sahip toprak örneklerine ait yansıma değerleri de önemli ölçüde değişkenlik göstermektedir. Toprak yansıma karakteristiklerini etkileyen temel toprak özellikleri toprak suyu, kil tipi ve muhtevası, organik madde ve Fe- Al oksitlerdir (Bowers ve Hanks, 1965). Ayrıca bazı örnekler daha farklı dalga boylarında farklı şekil ve adsorpsiyon pikleri de sağlamaktadır. Bunların çoğunluğu çalışma alanında mevcut olabilecek farklı tuz minerallerinin varlığı ve konsantrasyonu ile alakalı olabilmektedir (Crowley, 1991; Howari ve ark., 2002). Toprakların yansımalarının birincil türevlerini alma yansımaları ve pikleri daha belirgin ve ayırt edilebilir hale getirmiştir (Şekil 4b).

Ham yansıma değerlerine Temel Bileşenler analizi (PCA) uygulandıktan sonra bazı örneklerin gruplandığı görülmüştür (Şekil 5a). Bu gruplanan örneklerin detaylı incelemesi yansımalarının diğer topraklardaki yansımalara göre farklı olduğu ve farklı dalga boylarındaki bantlarda önemli adsorpsiyon pikleri göstermiş olduğu görülmektedir (Şekil 5b). Bu örnekler özellikle diğer toprak örneklerine ait yansımalarından farklı olarak 1440, 1750, 1940 ve 2200 nm civarında adsorpsiyon pikleri göstermektedir. Bu pikler

topraklardaki jips minerallerinin varlığını göstermektedir ve jips minerali içeriği yüksek toprakların varlığı hakkında bilgi vermektedir (Howari ve ark., 2002; Farifteh ve ark., 2006). Şekil 4b jips minerali muhtevası yüksek topraklara ait yansımaları göstermektedir. Jips muhtevasının varlığı ve karakterizasyonu önemlidir. Jips muhtevasının varlığı toprak tuzluluğu ve alkaliliğini önlemede önemlidir. Jips alkali toprakların ıslahının temel bir girdisidir. Yeterli oranda jips muhtevası kapsayan topraklar yüksek muhtevalarda sodyumun toprağın fiziksel özelliklerinin aşınması ve dispersiyon gibi olumsuz etkilerinden etkilenmeyebilir (Aydemir ve Sönmez, 2008). VNIRS yöntemiyle elde edilen bulgulara göre, yüksek miktarlarda jips içeren toprakların dağılımı tespit edilebilmektedir. Bu durum özellikle tuzlu-alkali ve alkali alanların iyileştirilmesinde kullanılacak bilgilere ışık tutması açısından önemlidir.

Toprak Tuzluluğunun Tahmini

Görülebilir - Yakın Kızılötesi Yansıma Spektrometre Tekniğinin Kullanılması

Toprak örneklerine ait ham yansımalar, birincil türevleri ve her 10 nm'de bir ortalaması alınmış yansıma değerleri ve toprak elektriksel iletkenlik değerleri arasındaki ilişkiler Kısmi En Küçük Kareler Regresyon Tekniği (PLSR) ile modellenmiştir. Toprak tuzluluğunun tahmin edilebilme potansiyeli hem birebir doğrulama tekniği hem de bağımsız data setleri kullanılarak test edilmiştir. Bağımsız validasyon tekniğinde örnekler farklı iki data setine ayrılmıştır; örneklerin % 70' i model kalibrasyonunda kullanılırken, geri

kalan % 30 örnek kurulan modellerin doğruluğunu ölçmek amacıyla validasyon setinde kullanılmıştır.

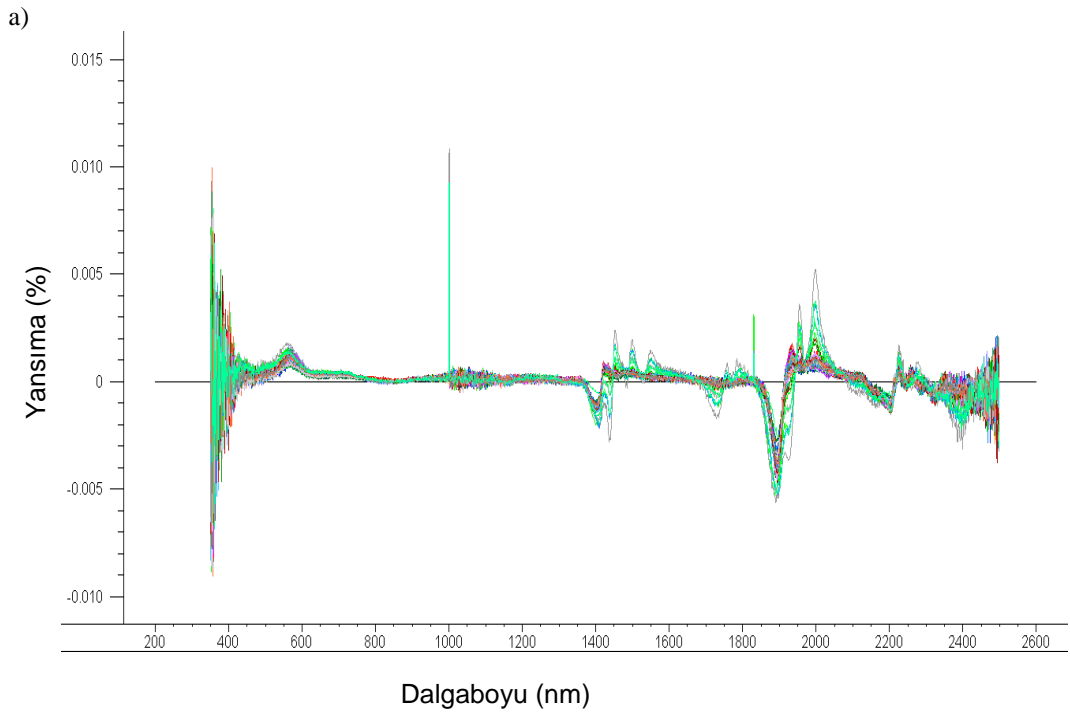
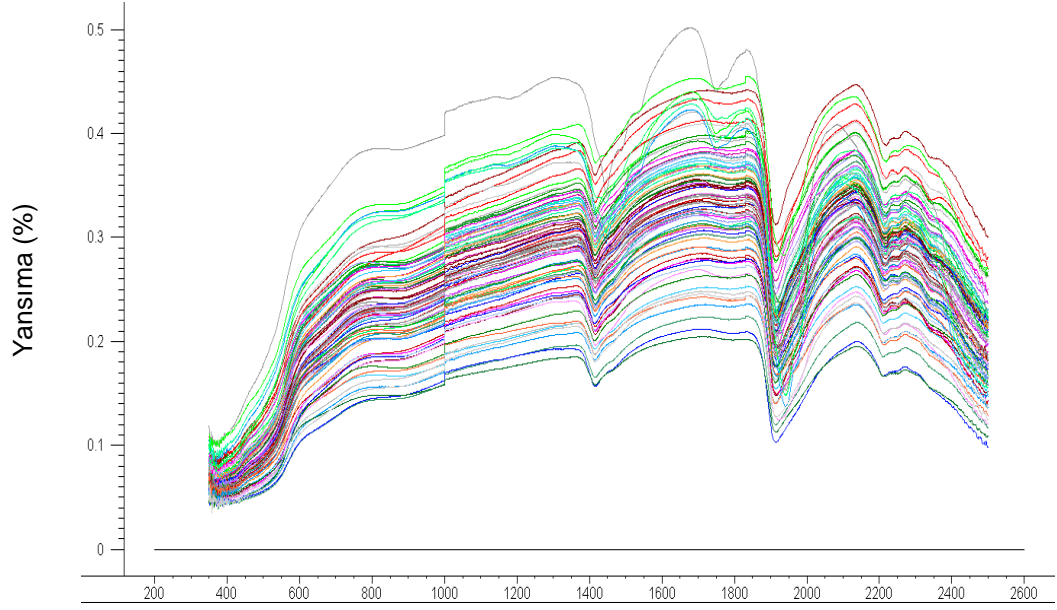
Hem birebir doğrulama hem de bağımsız doğrulamanın test edildiği PLSR modellerine ait tahmin katsayı (R^2) ve tahminlere ait hata kareler ortalamasının karakökü (RMSEP) değerleri Çizelge 3' de gösterilmiştir. Buna göre en yüksek R^2 ile en düşük RMSEP değerleri ve sonuç olarak en iyi tahminler birebir doğrulama için her 10 nm de bir ortalaması alınmış yansıma değerlerinin kullanıldığı modelden elde edilirken ($R^2=0.91$, RMSEP=5.0), yansımaların birincil türevlerinin kullanıldığı model bağımsız data setlerinin kullanıldığı doğrulama tekniğinde en iyi tahmin sonuçları sağlamıştır ($R^2= 0.81$, RMSEP=6.97).

Tahminlerin kalitesini gösteren diğer bir parametre olan RPD değerleri de Çizelge 3 de verilmiştir. Yansımaların birincil türevlerinin ve bağımsız data setlerinin validasyonda kullanıldığı modeller toprak tuzluluğu için mükemmel tahminler sağlamıştır (RPD=2.12), öteki taraftan hem ham yansımaların hem de her 10 nm'de kısaltılmış ham yansıma değerlerinin kullanıldığı modellerden elde edilen tahminler kabul edilebilir seviyede kalmıştır. Orta kategorideki tahminler farklı kalibrasyon ve yansıma analiz stratejileri kullanılarak iyileştirilebilir, fakat zayıf kategorideki yer alan tahminler ise güvenilir olmayabilir (Chang ve ark., 2001). Genel olarak başarılı sonuçlar yüksek Ece aralıklarına (0.59 ile 52 dS m⁻¹) ve spektral yansımalar ile toprak tuzluluk muhtevaları arasındaki korelasyonlara atfedilebilir.

Çizelge 3. Kısmi En Küçük Kareler Regresyon Tekniği (PLSR) ve farklı spektral yansımalar kullanarak toprak tuzluluk (ECe) değerlerinin tahmini

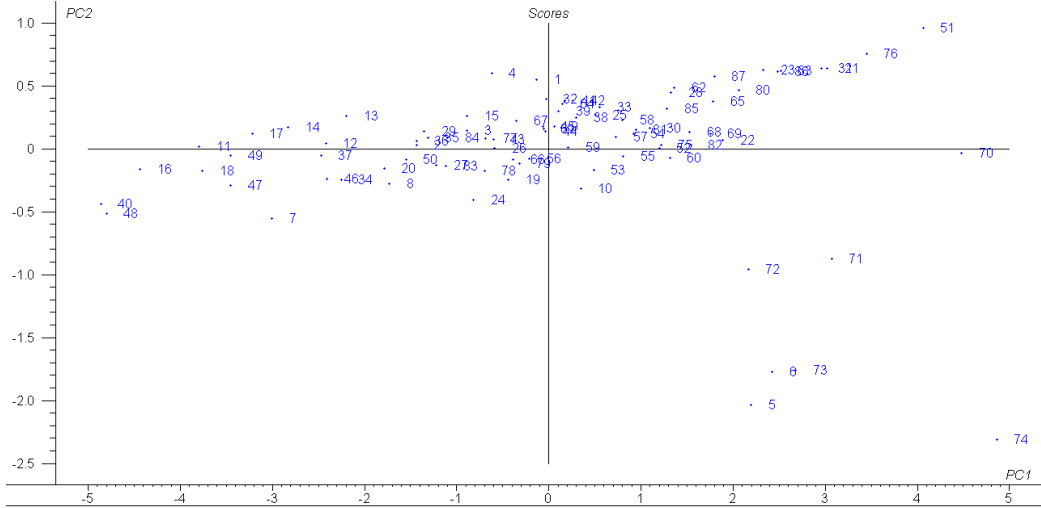
Spektral İşlem**	BİREBİR DOĞRULAMA				TAHMİN*		
	$R^{2†}$	RMSEC [∞]	$R^{2‡}$	RMSEP ^β	$R^{2α}$	RMSEP ^μ	RPD [±]
Ham yansıma	0.99	1.011	0.89	5.74	0.69	8.16	1.82
Birincil türev	0.92	4.95	0.80	7.48	0.81	6.97	2.12
10 nm de bir ortalaması alınmış ham yansımalar	0.98	2.45	0.91	5.00	0.60	9.46	1.57

* Bağımsız data seti kullanarak yapılan tahminler; † Toprak yansımalarının tabii tutulduğu ön işlemler; ‡ Kalibrasyon modeli karar verme katsayısı; ∞ Kalibrasyon modeli hata kareler ortalamasının karakökü; † Birebir doğrulama tespit katsayısı; β Birebir doğrulama Hata Kareler ortalamasının karakökü; α Bağımsız data seti kullanarak elde edilen karar verme katsayısı; μ Bağımsız data seti kullanarak doğrulama hata kareler ortalaması karakökü; ± Performansın sapmaya oranı değerleri (Ratio of Performance to deviation).

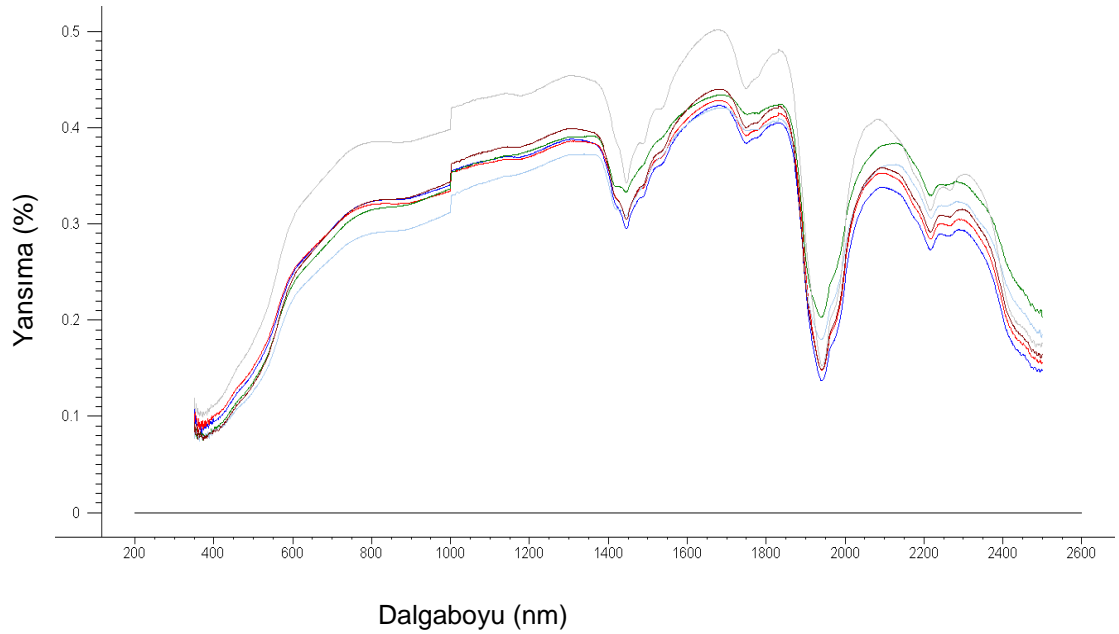


b)

Şekil 4. a) Toprak örneklerine ait ham yansımalar ve b) yansımaların birincil türevleri



a)



b)

Şekil 5. a) Temel Bileşenler analiz sonucu ve b) Jips minerali içeriğince yüksek olan topraklara ait yansımalar

Elektromanyetik İndüksiyon Tekniği (EM) ile Toprak Tuzluluk Değerlerinin Tahmini

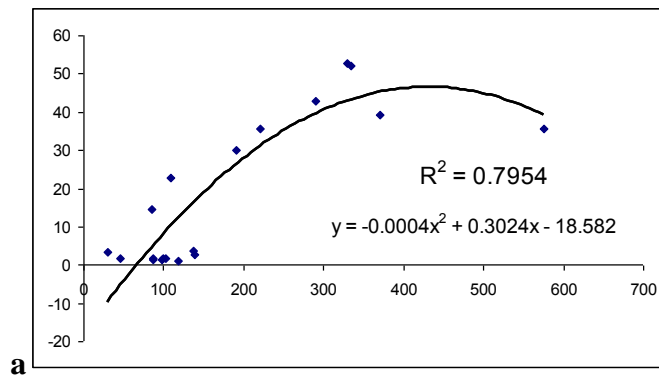
EM tekniğiyle toprak tuzluluk değerlerinin tahmini için 3 farklı günde (1.,2. ve 3. gün) arazi örnekleme EM-38 aleti kullanarak arazide toprak örnekleme ile aynı anda gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle çalışmada iki farklı model yaklaşımı test edilmiştir.

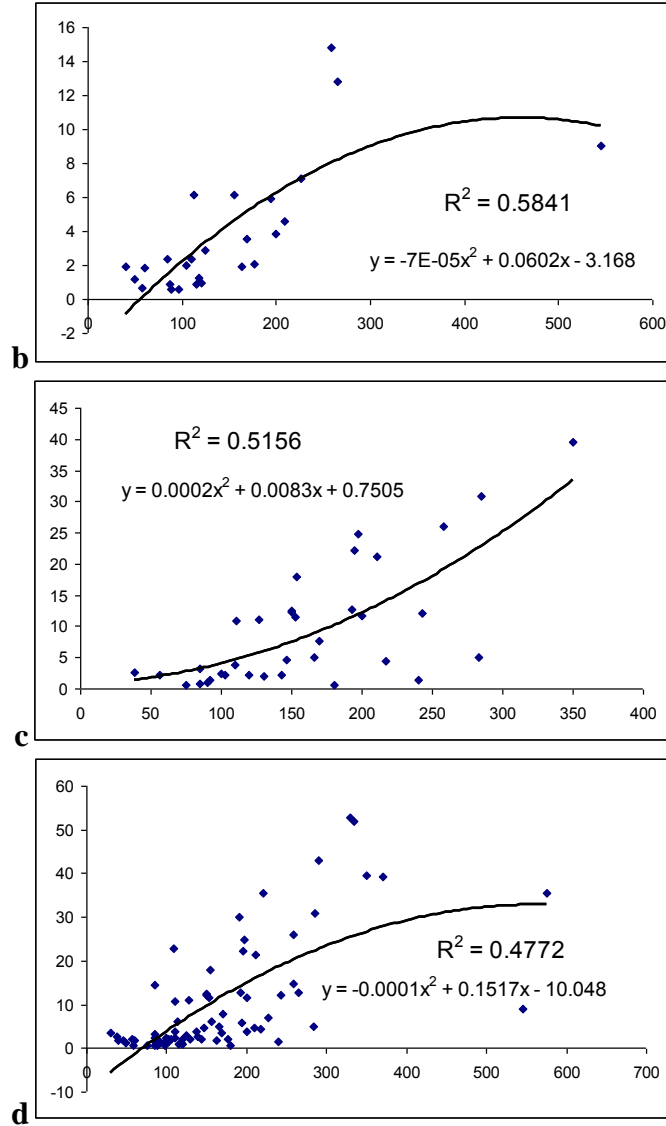
İlkinde tüm günlerden (1, 2 ve 3. gün) elde edilen ölçümlerin birlikte değerlendirildiği model yaklaşımı ve ikincisinde her bir gün için ayrı ayrı modeller oluşturulmuştur (1. gün toplanan örnekler için ayrı model, 2. gün toplanan örnekler için ayrı model ve 3. gün toplanan örnekler için ayrı bir model). EM-38 okumaları sonucu elde edilen izafi toprak iletkenlik değerleri (ECa) ile laboratuvar analizleri sonucu elde edilen

elektriksel iletkenlik (ECe) değerleri arasındaki ilişkiler ve toprak tuzluluğunun tahmini doğrusal olmayan regresyon tekniği ile modellenmiştir. Elde edilen model sonuçlar ve modellerin doğruluğunu gösteren karar verme katsayı değerleri (R^2) Şekil 6' da gösterilmektedir. R^2 değerleri 0.47 ile 0.79 arasında değişim göstermiştir. Her bir örnekleme günü için ayrı modeller oluşturma yaklaşımı daha yüksek R^2 değerleri ($R^2=0.51-0.79$) sağlayarak tüm günlerin birleştirilmesi ile elde edilen data için yapılan modelden daha yüksek doğruluk ($R^2=0.47$) göstermiştir. Daha önce Antalya-Köprüçay sulama sahasından rastgele seçilen 22 noktadaki (0-1 m derinlikte ortalama ECe değeri= 5.40 dS m⁻¹) EM-38 okumaları ile laboratuvar analizleri sonuçlarıyla elde edilen toprak elektriksel iletkenlik (ECe) değerleri arasında farklı toprak derinlikleri (1 m ve 2 m) için oluşturulan doğrusal regresyon modellerinden araştırmacılar sırasıyla R^2 değerleri 0.82 ve 0.91 elde etmişlerdir (Kaman ve ark. 2012). Bu araştırmacılar tarafından elde edilen sonuçlarının doğruluğunun mevcut çalışmadaki modellerdeki sonuçlardan daha yüksek olması, bu araştırmacıların daha homojen ve dar bir alanda ve düşük bir örnekleme sayısı ile (n=22) çalışmasına, buna rağmen mevcut çalışmalar ise daha

büyük bir çalışma alanında daha fazla toprak tiplerinin data setinde yer aldığı daha fazla toprak örneği ile (n=90) çalışılmış olmasına bağlanabilir.

Hem VNIRS hem de EM tekniğinin araştırma alanlarında toprak tuzluluğunun tahminlerinde orta seviyede başarılı bulunmuştur. VNIRS ile elde edilen tahmin sonuçlarının başarısı genel olarak uygulanan farklı spektral işlemlere bağlı olarak farklılık göstermiştir ve en iyi sonuçlar birncil türevleri alınan ve her 10 nm aralıkta ortalaması alınan spektral yansımaların kullanıldığı modellerden elde edilmiştir. EM tekniğinin başarısı örnekleme zamanına bağlı olarak farklılık göstermiştir ve en iyi tahmin sonuçları farklı örnekleme günlerinde elde edilen sonuçlarının birleştirilmesinden ziyade her örnekleme günü için ayrı modellerin kurulmasından elde edilmiştir. Her iki metotla elde edilecek sonuçların başarısının artırılması için farklı toprak karakteristiklerine sahip toprak yapıları için farklı modellerin kurulması ile elde edilebilir. Sonuç olarak bu metotların kullanılması ile Harran Ovası ve benzeri şekilde tuzluluktan etkilenmiş alanlarda toprak tuzluluğunun karakterize edilmesi ve arazide haritalanması daha hızlı ve ekonomik olabilecektir.





Şekil 6. EM – 38 okuma sonucu elde edilen ECa değerleri ve ECe değerleri arasındaki doğrusal olmayan regresyon modelleri a) 1. gün için b) 2. gün için c) 3. gün için ve d) Tüm günler için kurulan modeller

Teşekkür

Bu çalışma Harran Üniversitesi ve Japonya RIHN enstitüsü arasındaki "Designing local framework of integrated water resources management" projesi ve Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Kurulu (HÜBAK) tarafından desteklenmiştir. Ayrıca EM – 38 tekniğiyle ilgili yardımlarından dolayı Adıyaman Üniversitesi öğretim üyesi Doç. Dr. Erhan Akça'ya, makaleye olan katkılarından ve

değerli yorumlarından dolayı hakemlere teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Andrews, S. S., and Karlen, D. L. ve Cambardella, C. A. 2004. The Soil Management Assessment Framework: A quantitative soil quality evaluation method. *Soil Science Society of America Journal*, 68: 1945–1962.
- Aydemir, S. 2001. Properties of palygorskite-influenced vertisols and

- vertic-like soils in the Harran Plain of Southeastern Turkey. PhD Thesis, Texas A&M Uni., Soil and Crop Sciences Dep., College Station, TX 77843, USA.
- Aydemir, S. and Sönmez, O. 2008. Ameliorative effect of indigenous calcite on sodium-saturated clay sytems. *Soil Science*, 173: 96–107.
- Bilgili, A.V., Cullu, M.A., van Es, H., Aydemir, A. ve Aydemir, A. 2011. The Use of Hyperspectral Visible and Near Infrared Reflectance Spectroscopy for the Characterization of Salt-Affected Soils in the Harran Plain, Turkey. *Arid Land Research and Management*, 25:19-37.
- Bowers, S.A. ve Hanks, R.J., 1965. Reflection of radiant energy from soils. *Soil Science*, 100: 130–137.
- Chang, C.W., Laird, D.A., Mausbach, M.J., Maurice, J. ve Hurburgh, J.R. 2001. Near- Infrared reflectance spectroscopy – principal components regression analyses of soil properties. *Soil Science Society of America Journal*, 65: 480–490.
- Corwin, D. L. ve Lesch, S. M. 2003. Application of Soil Electrical Conductivity to Precision Agriculture: Theory, Principles, and Guidelines. *Agronomy Journal*, 95: No:3. Symposium Papers.
- Crowley, J. K. 1991. Visible and near-infrared (0.4–2.5 nm) reflectance spectra of playa evaporite minerals. *Journal of Geophysical Research*, 96:231–240.
- Çullu, M. A. 2003. Estimation of the effect of soil salinity on crop yield using remote sensing and geographic information system. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 27: 23–28.
- Çullu, M.A., Aydemir, S., Bilgili, A.V., Almaca, A. Ozturkmen, A.R., Aydemir, A., Sakin, E., Aydoğdu, M., Şahin, Y. 2010. Harran Ovası Tuzluluk Haritasının Oluşturulması ve Tuzlulaşmanın Bitkisel Verim Kayıplarına Etkisinin Tahmini. Proje sonuç raporu.
- Dinç, U., Kumova, Y., Bahtiyar, M., Çevik, B., Çullu, M.A., Bahçeci, İ., Özer, N. ve Yanar, M. 1999. Toprak Tuzlulaşması. Workshop. 7 Ekim 1998, Şanlıurfa.Tema Vakfı Yayınları No:30. İstanbul, 1999.
- Esbensen.K. H. 2010. Multivariate Data Analysis – in practice. Camo Software. 5th edition. Esbjerg, Danimarka, 598 s.
- Farifteh, J., A. Farshad, and R. J. George. 2006. Assessing salt affected soils using remote sensing, solute modeling, and geophysics. *Geoderma*, 130:191–206.
- Ghassemi, F., Jackeman, A. J. ve Nix, H. A. 1995. Salinization of land and water resources: Human causes, extent, management and case studies. CAB International, Wallingford Oxon, UK.
- Günel, H., Erşahin, S., Akbaş, F. ve Budak, M. 2007. Toprak Biliminde Kızıl Ötesi Spektrometrenin Potansiyel Kullanımı. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 22(2):219-226.
- Howari, F. M., Goodell, P. C. ve Miyamoto, S. 2002. Spectral properties of salt crusts formed on saline soils. *J. Environ. Quality*, 31:1453–1461.
- Isaaks, H.E. ve Srivastava, R.M. 1989. Applied Geostatistics. Oxford University Press, Inc., New York, 561 s.
- Kaman, H., Kurunç, A., Çetin, M., Sönmez, N.M. 2012. Elektromanyetik Teknik Kullanılarak Toprak Tuzluluğunun Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5 (2): 61-63.
- Muhammad, S., Muller, T., ve Joergensen, R. G. 2008. Relationships between soil biological and other soil properties in saline and alkaline arable soils from the Pakistani Punjab. *Journal of Arid Environments*, 72: 448–457.
- Richard, L. A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and malkali

- soils. Washington, D.C. United States Department of Agriculture. Hand book 60.
- Şenol, H. ve Akgül, M. 2013. Yakın Kızılötesi Yansıma Spektroskopisi (NIRS) ile Bazı Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 18: 197-213
- Tekin, Y. ve Tümsavaş, Z. 2012. Toprak Özelliklerinin Belirlenmesinde Spektrofotometrik Yansılardan Yararlanma Olanakları. *U.Ü.Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26 (2): 37-45.
- Yegül, U. 2010. Traktörle Çekilir Elektromanyetik (EM) Elektriksel İletkenlik Sensörü ile Bazı Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 2010.

Meyvelerde 1-MCP (1-methylcyclopropene)' nin Kullanım Olanakları

Ebru Sakar^{1*}, Hülya Ünver², Akgül TAŞ¹, Bekir Erol AK¹

Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, ŞANLIURFA¹
Ankara Üniversitesi Kalecik Meslek Yüksekokulu, Kalecik/ANKARA²
İletişim: ebru.sakar09@gmail.com

Özet

Etilenin meyve olgunlaşmasındaki rolünün bilinmesi, olgunluk sürecinin kontrol edilmesinde, etilen engelleyici maddelerin kullanımını gündeme getirmiştir. Bugün bu amaç için meyvecilik sektörünün geliştiği ülkelerde, bitkilere dışarıdan uygulandığı zaman, etilen sentezini engelleyen bileşikler meyve kalitesini korumak ve geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır. Etilen engelleyici olarak bilinen 1-metilsiklopropen (1-MCP) meyve, sebze ve süs bitkilerinde olgunlaşma ve/veya yaşlanmayı etkileyebilmektedir. 1-MCP'nin bulunuşundan bu yana 1-MCP'nin etki mekanizması, uygulanması ve etilenin etkilerinin kısmen veya büyük ölçüde ortadan kalkmasına yönelik çok sayıda çalışma yapılmış ve yapılmaktadır. Bu makalede 1-MCP ile ilgili yapılan çalışmalar derlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Meyve, 1-MCP, fizyoloji

Use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) in Fruits

Abstract

The recognition of the role of ethylene in fruit ripening , in controlling the maturity process has brought the use of ethylene inhibitor on the agenda. Today,in countries where the fruit industry is progressed for this purpose , when applied externally to the plant,compounds that preventing the ethylene synthesis is used in order to improve and protect of the fruit quality. 1 -methylcyclopropene (1 -MCP) is known as Ethylene inhibitors, may affect maturation and / or aging in fruits, vegetables and ornamental plants. Since presence of 1 – MCP, there are numerous studies made and still gonig on partially or largely so as to eliminate the effects of ethylene and it's implementation, action mechanism of 1 – MCP. The studies related to 1 -MCP has been compiled in this article.

Key words: Fruit, 1-MCP, physiology.

Giriş

Pazar isteklerine uygun kalitede ürün yetiştirmek ve hasattan sonra meyve kalitesini muhafaza etmek için yetiştiriciler, kalite parametrelerini olumlu yönde etkileyen bazı büyüme düzenleyici [AVG, gibberellinler, jasmonatlar, pro-ca (prohexadione calcium), sentetik oksinler (klorofenoksiasetik asit), salisilik asit ve 1-metilsiklopropen (1-MCP)] maddeleri kullanmaktadırlar (Stern ve ark., 2007).

Bitki büyüme düzenleyiciler, bir bitkide bir veya daha fazla fizyolojik olaya etki eden doğal ya da sentetik bileşiklerdir.

Kirazda meyve iriliğini ve kalitesini arttırmak için giberellik asit (GA3), 2,4-diklorofenoksi propionik asit (2,4-DP), 3,5,6-trikloro-2-pyridyoksi asetik asit (3,5,6-TPA), 2,4-diklorofenoksi asetik asit (2,4-D), 2,4,5 triklorofenoksi propiyonik asit (2,4,5 TP), etephon, paclobutrazol (PP333), naftalen asetik asit (NAA) gibi farklı sentetik oksinler, 1-metilsiklopropan (1-MCP) ve aminoetoksivinilglisin (AVG)

kullanılmaktadır (Webster ve ark., 2006; Stern ve ark., 2007).

Etilenin meyve olgunlaşmasındaki rolünün bilinmesi, olgunluk sürecinin kontrol edilmesinde, etilen engelleyici maddelerin kullanımını gündeme getirmiştir. Bugün bu amaç için meyvecilik sektörünün geliştiği ülkelerde, bitkilere dışarıdan uygulandığı zaman, etilen sentezini engelleyen bileşikler meyve kalitesini korumak ve geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır (Webster ve ark., 2006; Singh ve Khan, 2010).

Gaz halinde doğal bir bitki büyüme düzenleyicisi olan etilen, özellikle klimakterik meyve türlerinde olgunlaşmayı hızlandırmaktadır. Meyve türlerinde olgunlaşma hızı ortamdaki etilen konsantrasyonu ile doğru orantılıdır. Meyvenin etilen algılamasını önlemede; sıcaklığı mümkün olan en düşük dereceye düşürmek, CO₂ konsantrasyonunu yükseltmek, kontrollü atmosferde muhafaza, derim sonrası sıcaklık uygulamaları yanında bazı gümüş tiyosülfat ve 1-methylcylopropene (1-MCP) gibi kimyasal madde uygulamaları kullanılmaktadır. Özellikle 1-MCP uygulamalarının elmalarda soğukta muhafaza sırasında meyve eti sertliğindeki düşüşü ve kabuk yanıklığı oranını azalttığı, ağırlık kayıplarını engellediği pek çok çalışmada belirtilmiştir (Dongfang vd. 2003).

Mcp'nin Özellikleri

1-MCP bitkisel ürünlerin kalitesini ve raf ömrünü uzatmaya yarayan, genel anlamda etileni inhibe eden ve yaşlanmayı geciktiren bir madde olarak bilinmektedir. Standart sıcaklık ve basınçta, molekül ağırlığı 54, formülü C₄H₆ olan bir gazdır. 1-MCP, bitkiye uygulandığında, etilen alıcılarına bağlanarak, etilenin bu bölgeye bağlanmasını engellemekte ve bu nedenle etilenle ilişkili biyokimyasal tepkimelerin hızını yavaşlatmaktadır (Sisler ve Serek 1997, Watkins 2006).

1-MCP Kuzey Carolina Üniversitesi'nden Edward Sisler ve Sylvia Blankenship adlı araştırmacılar tarafından bulunmuş, 1996'da patenti alınmıştır (Blankenship ve Dole, 2003). Bu iki araştırmacı yaptıkları çalışmalar sonucunda 1996 yılında 1-MCP, siklopropan (CP), 3-metilsiklopropan (3-MCP) ve 3,3-dimetilsiklopropan (3,3-DMCP)'nin etilen aktivitesini engellediğini ve bunlardan 1-MCP'nin 3-MCP ve 3,3-DMCP'den daha aktif ve stabil olmasından dolayı en iyi sonucu verdiğini belirlemişlerdir (Sisler ve ark., 2001). 1-MCP'nin ticari boyutta ilk uygulaması Florolife anonim şirketi lisansı ile üretilen α -cyclodextrin ile süs bitkilerinde yapılmıştır.

1-MCP'nin ticari olarak gaz formunda pazarlanan ürünü, SmartFresh, sıvı formda pazarlanan ürünü ise Harvista'dır. SmartFresh'in genellikle hasattan sonra meyvelere uygulandığı ve meyvelerde hasat sonu raf ve depo ömrünün uzamasına neden olduğu bildirilmektedir (Singh ve Khan, 2010). Harvista ise elmalarda hasat öncesi uygulamaları ile hasat öne dökümü ve hasat sonrası raf ve depo ömrünün artmasına neden olmaktadır (Watkins ve ark., 2010). Ancak bu ürünlerden Harvista, yalnızca ABD ve bazı Latin Amerika ülkelerinde tescillidir.

1-MCP ile ilgili olarak zehirlilik testleri yapılmış, hayvanlara ağız ve cilt yoluyla temas ettirilerek uygulanmış, göz ve deride patolojik veya ölümcül hiçbir etkiye rastlanmamıştır. Kapalı bir yerde farelere uygulanan 1-MCP'nin, solunum açısından zehirlenmeye sebep olmadığı bildirilmiştir (Hacker 2002). 1-MCP, belirlenebilir kalıntı bırakmayan güvenli bir ürün olup küçük veya büyük miktarlardaki ürün grupları için rahatlıkla kullanılabilir (Blankenship 2001).

1-MCP; ABD, Kanada, Avustralya, İngiltere, İspanya, İtalya, Almanya, Fransa, Çin, İsrail, Türkiye, Hollanda gibi 30'a yakın ülkede meyve yetiştiriciliği ve muhafazasında kullanılmaktadır. Özellikle elma, kayısı, avokado, kivi, mango, nektarin, papaya, şeftali, armut, Trabzon

hurması, erik ve ananas için hasat sonrası kullanımı onaylanmış olup elma, kivi, muz ve Trabzon hurmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (Watkins, 2006).

Watkins (2002), bu maddenin etilenin fizyolojisi ile ilişkili olarak meyve ve sebzelerin üzerine olan etkilerini özetlemiş ve 1-MCP'nin kimyasal anlamda etilen reseptörlerini tuttuğunu ve etilen bağlanması engellenerek aktivasyonu gerçekleşmediğini ifade etmiştir.

1-MCP, ürünlere uygulandığında, etilen alıcılarına (Reseptörlerine) bağlanarak, etilenin bu bölgeye bağlanmasını engellemekte ve bu nedenle etilen ile ilişkili biyokimyasal tepkimeleri yavaşlatmaktadır. Araştırmacılar 1-MCP'nin reseptörler ile uyuşmasının, etilenden yaklaşık 10 kat daha fazla olduğunu (Blankenship ve Dole, 2003) ve etilen ile kıyaslandığında çok daha düşük konsantrasyonlarda bile aktif olabildiğini, ayrıca birçok türde etilen biyosentezini etkilediğini (Sisler ve Serek, 1997) belirtmişlerdir.

Mcp'nin Meyvelerde Kullanımı

1-MCP, etilenin etkisini engelleyen bir bileşik olduğu için, etkisi öncelikle yoğun etilen üreten elma, armut, avokado ve muz gibi meyve türlerinde araştırılmış; sebzelerdeki etkisine yönelik çalışmalar ise, etilen üretimi orta düzeyde olmasına karşılık, etilene duyarlılığı yüksek olan domateslerle başlamış ve daha sonra brokoli, hıyar, kavun ve yapraklı sebzeler gibi etilene karşı duyarlılığı yüksek olan türlerle devam etmiştir (Watkins 2006).

1-MCP kullanımı, tüketici için kaliteyi koruma açısından elma depolama teknolojilerinde bir atılım olarak görülmektedir. 1-MCP'nin nispeten kısa sürelerle (2-24 saat) gaz halinde uygulandığı, çok düşük konsantrasyonlarda bile etkili olduğu, toksik olmadığı ve neredeyse hiç kalıntı bırakmadığı belirtilmiştir (Huber vd. 2003).

1-MCP'nin, meyve, sebze ve süs bitkilerinde olgunlaşma ve yaşlanmanın yanı sıra etilen üretimi, solunum şiddeti, renk değişimi ve yumuşamayı geciktirdiği bilinmektedir (Watkins ve Miller 2005). Elmalarda meyve eti sertliği, şeker ve titre edilebilir asitlik kapsamı gibi kalite kriterlerinde muhafaza süresince oluşan değişimleri yavaşlatmaktadır (Huber vd. 2003).

1-MCP'nin koruyucu etkileri tür, çeşit ve hatta bitki kısımlarına, uygulama süresine, sıcaklığa ve uygulanacak metoda bağlı olarak değişiklik göstermektedir. 1-MCP, bazı ürünlerde etilen üretimini azaltırken (kayısı, çilek, erik ve avokado) bazı ürünlerde (Fuji, Red Delicious ve Granny Smith elma çeşitlerinde) inhibe ettiği ifade edilmiştir. (Dong ve ark., 2002).

Tam bir etki elde edilebilmesi için 1-MCP'nin yeterli uygulama süresinin 12 ile 24 saat arasında tutulması gerektiği belirtilmektedir. Fan ve Ark. (1999), 1-MCP'nin etkili konsantrasyonunun düşük ve etilenin etkisinin engellenmesi için gerekli minimum gaz konsantrasyonunun ise elmalarda 1 µl 1-1 olduğunu ifade etmişlerdir. Şen ve Türk (2008) ise 5 ve 50 nl 1-1 konsantrasyonunda 1-MCP uygulamasının olgunlaşmamış muzlar üzerinde herhangi bir etkisi olmazken, 500 nl 1-1 konsantrasyonunun olgunlaşmayı geciktirdiğini belirlemişlerdir.

1-MCP uygulamaları ile ilgili yapılan çalışmaların birçoğunda uygulamanın ürünlerdeki solunum oranını azalttığı görülmektedir. Çilekte erken hasat edilmiş meyvelerde solunum, uygulamayla birlikte yavaşlamıştır (Tian ve ark., 2000). Avokado'da ise solunumun artması 1-MCP ile birlikte 6 gün kadar geciktirilmiş ve solunum oranı %40 kadar azalmıştır. Aynı şekilde eriklerde de 1-MCP klimakterik solunumu geciktirmiştir (Dong ve ark., 2002).

Meyve dökümünü önlemede etkili olan maddelerin kullanımının sınırlandırılması ve NAA'den istenen

düzye de sonuçların alınamaması, araştırıcıları alternatif maddeler aramaya yöneltmiştir. Bu konuda, etilenin meyvelerde olgunluğu ve absiyonu teşvik ettiği bilindiği için (Bangerth, 1978; Schupp ve Greene, 2004), daha çok etilen sentezini engelleyen maddeler üzerindeki araştırmalara hız verilmiştir.

Elfving ve ark. (2006), AVG, 1-MCP ve etephon uygulamalarının 'Bing' kirazının kopma direnci ve et sertliği üzerine etkilerini inceledikleri araştırmada; AVG uygulamalarının kopma direncini ve diğer kalite özelliklerini etkilemediğini, ancak yalnızca etephon ve 1-MCP uygulamasına ilave olarak uygulanan etephonun kopma direncini azalttığı, et sertliğini muhafaza ettiği tespit edilmiştir. 1-MCP uygulaması ile et sertliği önemli düzeyde muhafaza edilmiştir.

Düşük sıcaklıkların antosiyanin birikimini uyarması sebebiyle sıcak bölgelerde meyve hasadının, etilen engelleyici bir takım büyümeyi düzenleyici maddelerin kullanımı ile geciktirildiği ve bu büyümeyi düzenleyici maddelerin, renklenme üzerine (ReTain, Daminozit ve NAA) dolaylı bir etki yaptığı bilinmektedir. AVG ve 1-MCP gibi etilen engelleyiciler, olgunlaşmayı geciktirerek, meyvenin ağaç üzerinde kalma süresini uzatarak, ışıklanma süresini de uzatmakta ve renklenmeyi dolaylı olarak arttırmaktadırlar (Stover ve ark., 2003; Greene, 2006).

Fan ve Mattheis (1999), Fuji elmasına uygulanan MeJA ve 1-MCP'nin, meyve renklenmesi ve olgunlaşması üzerine etkilerini tespit etmeyi amaçlamıştır. Etilen üretimi, solunum oranı ve renk değişiminin 1-MCP uygulaması ile azaldığı, fakat MeJA uygulaması ile etilen üretiminin dalgalı bir değişim gösterdiği, solunum oranının ve renklenmenin ise, daha önceden 1-MCP uygulansa dahi arttığını tespit etmişlerdir.

Elma ve armut meyvelerinin 1-MCP ye tepkisini etkileyen faktörler; 1-MCP konsantrasyonu, uygulama süresi, meyve olgunlaşması, uygulama zamanında

sıcaklık, hasat ve uygulama arasındaki süredir. 1-MCP'nin teşvik ettiği tepkilerin süresi, meyve olgunlaşma ve uygulama konsantrasyonu arasındaki interaksyondan etkilenebilmektedir. Olgunlaşmamış meyve, 1-MCP teşvikli tepkilerin maksimum süresine erişmek için etkili aralığın sonundaki üst konsantrasyon (1ppm) kullanımını içeren uygulamaya ihtiyaç duyabilmektedir. 1-MCP'nin kontrollü atmosferde fark edilir bir tepkiyi teşvik edebilmesi için 0,625 ppm'i aşan konsantrasyonuna ihtiyaç duyulduğu ifade edilmiştir (Mattheis ve ark., 2000).

Ülkemiz armut üretiminde ve üretilen ürünlerin pazarlanması aşamasında uygun hasat zamanının ve özellikle çeşitlerin hasat sonrası fizyolojik özelliklerinin yeterince bilinmemesi ve çağdaş teknolojinin gerektirdiği şekilde uygulanamaması sonucu soğuk zincir boyunca çeşitli nedenlere dayanan bozulmalar büyük kayıplar meydana getirmekte ve üretimin yaklaşık % 25-30 unu kullanmadan alıp götürmektedir.

Marmara bölgesinde önemli bir üretime sahip olan "Deveci" armut çeşidinde hasat sonrası 1-Methylcyclopropane (1-MCP) uygulamalarının muhafaza süresince kaliteye olan etkileri incelenmiştir. Bu amaçla Çanakkale Biga bölgesinden hasat edilen armut meyvelerinde sırasıyla 312,5 ppb, 625 ppb ve 1.250 ppb dozlarında 1-MCP uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, depolama süresi uzadıkça tüm meyvelerde farklı düzeylerde olmak üzere kalite kayıpları meydana geldiği ve söz konusu kalite özelliklerinin depolama ve raf ömrü süresince korunabilmesi açısından etkili uygulamaların 625 ppb ve 1.250 ppb dozunda 1-MCP uygulamaları olduğu belirlenmiştir (Sakaldaş, 2014).

Çanakkale koşullarında Fuji Kiku elma çeşidinde hasat sonrası depolama periyodunda 1-Methylcyclopropane (1-MCP) uygulaması ile meyve kalite özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği

çalışmada ise meyvelere 625 ppb ve 1250 ppb dozlarında 1-Methylcyclopropane (1-MCP) uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Uygulama yapılan ve yapılmayan meyveler 0°C ve 2°C sıcaklıkta %90-95 oransal nem koşullarında 180 gün süreyle muhafaza edilmişlerdir. Araştırma sonucunda 1-MCP uygulaması ile farklı sıcaklıklarda yapılan depolamayla olası enerji tasarrufu olanakları incelenerek, yüksek sıcaklık koşullarında depolamayla, kalite kaybının olmadığı ve ticari anlamda bu uygulamayla, ülkemiz için enerji tasarrufuna katkı sağlanabileceği ifade edilmiştir (Kuzucu ve Aydın, 2014)

Sakalbaş ve Kaynaş (2011), Pink Lady elma çeşidinde 1-MCP'nin depolama süresince toplam fenolik bileşik miktarındaki değişimi üzerine etkisini incelemişlerdir. Uygulama sonucunda en yüksek değerlerin 625 ppb dozunda 1-MCP uygulamasına tabi tutulan meyvelerde görüldüğünü ve 1.250 ppb dozunda 1-MCP uygulamalarının bu parametredeki artışı daha düşük seviyede tuttuğunu belirlemişlerdir.

Hasat ile 1-MCP uygulaması arasındaki zamanın önemi, ürün türlerine göre farklılık göstermektedir. Genellikle ürün ne kadar çabuk bozuluyorsa 1-MCP hasattan sonra o kadar kısa sürede uygulanmalıdır (Able et al., 2002). Etilen uygulanarak olgunlaştırılmış muzlarda olgunlaşmayı geciktirmek için 1-MCP ile meyvelerin 24 saat içinde buluşması gerekmektedir (Jiang et al., 1999). Olgunlaşan kayısı ve eriklerde etilen üretimi, yumuşama ve içsel kahverengileşme, 1-MCP'nin depolanmadan önce değil ancak depolanmadan sonra meyvelere uygulanması ile baskılanmıştır (Dong ve ark., 2002).

1-MCP'nin bitkisel ürünlerde difüzyonu hızlı olduğu, uygulamadan 8 saat sonra elmanın çekirdek bölgesinde 1-MCP'nin varlığına rastlanmadığı, muzlara 1 µl 1-1 konsantrasyonda 1-MCP uygulamasından 15 gün sonra deliksiz

polietilen torbalarda 1-MCP ölçülemediği ifade edilmiştir (Jiang et al., 1999).

1-MCP'nin birden fazla uygulanması bazı ürünlerde etkiyi arttırırken bazılarında önemli bir etki yapmamaktadır. 1-MCP'nin Redchief elma çeşidi (Mir et al., 2001) ve Avokadoda (Pesis et al., 2002) birden fazla uygulaması tek başına uygulamadan daha fazla etkili olmuştur.

1-MCP uygulamasının dezavantajı, etilen duyarlılığını elemine etmeyle birlikte uçucu bileşiklerin üretimini azaltmasıdır. Bu bileşikler, meyveye önemli derecede lezzet ve aroma katicıdır. Bu, KA' de uzun depolamanın etkisine benzer olarak meyvede uçucu bileşiklerin kapasitesini azaltmaktadır. Bununla birlikte, yapılan bir çalışmada 'Bartlett' ve 'd'Anjou' armutlarında 1-MCP'nin etkisi oluştuğunda uçucu üretimi yeniden başlamıştır. Armutlara 1-MCP uygulamasının en önemli faydalarından biri, fizyolojik bozulmaları azaltmasıdır. Örneğin; 0,625 ppm 1-MCP'nin uygulanması 180 gün süresince yüzeysel yanıklığın gelişmesini engellemiş, uygulanmış meyvelerin yaklaşık %80'i sağlıklı bulunmuştur. Meyve olgunlaşmış olsa bile 1-MCP'nin etkisi, kabuk kahverengileşmesine, çürümeye ve meyve kabuğunda kalıntı kalması gibi olumsuzlukları önlemiştir. Bu etki, kullanım esnasında olgunlaşan armutların pazarlanması ve tüketiciler tarafından taşıma sırasında önemli derecede rastlanan kayıpları azaltmıştır. 1-MCP'nin kullanımı, armutların depolanması için etkin bir yöntem olabileceği ifade edilmektedir (Mattheis ve ark., 2000).

Sonuç ve Öneriler

1-MCP ve meyvelerin hasat sonrası fizyolojileri üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır. Sonuçlar genel anlamda değerlendirildiğinde 1-MCP'nin özellikle klimakterik özellik gösteren bahçe ürünlerinde etilen aktivasyonunu önemli oranlarda engellediği ve yaşlanmayı

geciktirdiği tespit edilmiştir (Sakaldaş ve ark., 2007).

Yaş meyveler içerisinde çeşitler bazında en uygun hasat sonrası koşullarının belirlenmesi ile kayıplara ilişkin çözümler, yaş meyvelerdeki kayıp oranlarının düşürülmesine yardımcı olacaktır.

Kaynaklar

- Able, A.J., L.S. Wong, A. Prasad and T.J. O'Hare. 2002. 1-MCP is more effective on a floral brassica (*Brassica oleracea* var. *italica*) than a leafy brassica (*Brassica rapa* var. *chinensis*). *Postharvest Biol. Technol.* 26, 147-155.
- Bangerth, F., 1978. The effect of a substituted amino acid on ethylene biosynthesis, respiration, ripening and preharvest drop apple of fruits. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 103, 401-408.
- Blankenship, S., 2001. Ethylene Effects and the Benefits of 1-MCP. *Horticultural Science North Carolina State University*. Raleigh. NC. *Perishables Handling Quarterly*, Issue No:108, p. 2-4.
- Blankenship S.M., Dole J.M., 2003. 1-methylcyclopropene: a review. *Postharvest Biol Technol* 28 1-25.
- Dong, L., Lurie, S., Zhou, H., 2002. Effect of 1-methylcyclopropene on ripening of Canino apricots and Royal Zee plums. *Postharvest Biol. Technol.* 24, 135-145.
- Dongfang, H.M.A., Shushang W., Ying D.X. and Aoying W., 2003. Effect of 1-MCP Treatment on Ethylene Production on Quality Retention of 'Delicious' Apples. *Acta Horticulturae Sinica.* 30(1):11-4.
- Elfving, D.C., Reed, N.R., Visser, D.B., 2006. Effects Of Preharvest Sprays Of Mcp And Ethephon On Bing Sweet Cherry Fruit Loosening And Fruit Quality. *Proceedings 33rd PGRSA Annual Meeting.* 86.
- Fan, X., Mattheis, J.P., 1999. Impact of 1-methylcyclopropene and methyl jasmonate on apple volatile production. *J. Agric. Food Chem.* 47, 2847-2853.
- Fan, X., Blankenship, S.M., Mattheis, J.P., 1999. 1-MCP inhibits apple ripening. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 124, 690-695.
- Greene, D.W., 2006. An update on preharvest drop control of apples with aminoethoxyvinylglycine (ReTain). *Acta Horticulturae*, 727, 311-319.
- Huber, DJ., Jeong J. and LC., 2003. Softening of Ripening Fruits in Response to 1-Methylcyclopropene Applications. *Acta Hort.* 628; 193-202.
- Jiang, Y., D.C. Joyce and A.J. Macnish. 1999. Extension of the shelf life of banana fruit by 1-MCP in combination with polyethylene bags. *Postharvest Biol. Technol.* 6, 187-193.
- Kuzucu, F.C., Aydın, M.N., 2014. 1-Methylcyclopropene Uygulamalarının ve Farklı Depolama Sıcaklıklarının "Fuji Kiku" Elma Çeşidinin Meyve Kalitesine Etkileri. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2 (1):101-108.
- Mattheis, J., Fan, X. and Argenta, L., 2000. Responses of Apple and Pear Fruit to 1-Methylcyclopropene. 16 th Annual Postharvest Conference. Tree Fruit Research and Extension Center. Washington State University. USA.
- Mir, N. A., Curell, E., Khan, N., Whitaker, M. and Beaudry, R. M., 2001. Harvest Maturity, Storage Temperature, and 1-MCP Application Frequency Alter Firmness Retention and Chlorophyll Fluorescence of 'Redchief Delicious' Apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science* Vol: 126 (2001); 618-624.
- Pesis, E., Ackerman, M., Ben-Aire, R., Feygenberg, O., Feng, X., Apelbaum, A., Goren, R., Prusky, D., 2002. Ethylene involvement in chilling

- injury symptoms of avacado during cold storage. *Postharvest Biol. Techno.* 24, 171-181.
- Sakaldaş, M., Kaynaş, K., Kuzucu, F., 2007. Hasat Sonrası 1-MCP Uygulamalarının Bahçe Ürünlerinin Muhafazası Üzerine Etkileri. *Soğuk Zincir ve Lojistik* 2(6): 3– 8.
- Sakaldaş, M., Kaynaş, K., 2011. Pink Lady Elma Çeşidinde Kontrollü Atmosfer Depolama ve Hasat Sonrası 1-Methylcyclopropane Uygulamasının Bazı Kalite Özelliklerine Etkileri. *Türkiye VI. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi.* 04–08. Ekim. 2011, Şanlıurfa (Basımda).
- Sakaldaş, M., 2014. Çanakkale Yöresinde Yetiştirilen “Deveci” Armut Çeşidinde Hasat Sonrası 1-Methylcyclopropane Uygulamalarının Depolama Süresince Kaliteye Olan Etkileri *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2 (1): 109–116.
- Schupp, J.R. ve Greene, D.W., 2004. Effect of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on preharvest drop, fruit quality, and maturation of ‘McIntosh’ apples. I. concentration and timing of dilute applications of AVG. *HortScience*, 39, 1030–1035.
- Singh, Z. ve Khan, A.S., 2010. Physiology of plum fruit ripening. *Stewart Postharvest Review*, 2, 3.
- Sisler, E.C., Serek, M., 1997. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level; recent developments. *Physiol. Plant.* 100, 577–582.
- Sisler, E.C., M. Serek, K.A. Roh and R. Goren. 2001. The effect of the chemical structure on the antagonism by cyclopropenes of ethylene responses in banana. *Plant Growth Regul.* 33, 107-110.
- Stern, R.A., Applebaum, S., Flaishman, M., Ben-Arie, R., 2007. Effect of synthetic auxins on fruit development of Bing cherry. *Scientia Horticulturae* 114: 275-280.
- Stover, Ed., Fargione, M.J., Watkins, C.B. ve lungerman, K.A., 2003. Harvest management of Marshall ‘McIntosh’ apples: Effects of AVG, NAA, ethephon, and summer pruning on preharvest drop and fruit quality. *HortScience*, 38 (6), 1093–1099.
- Şen ve Türk, 2008. Bahçe ürünlerde 1-metilsiklopropen (1-MCP) kullanımı *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 2008, 45 (3): 221-228 ISSN 1018 – 8851
- Tian, M.S., Prakash, S., Elgar, H.J., Young, H., Burmeister, D.M., Ross, G.S., 2000. Responses of strawberry fruit to 1-MCP and ethylene. *Plant Growth Regul.* 32, 83– 90.
- Watkins, C.B., James, H., Nock, J.F., Reed, N. ve Oakes, R.L., 2010. Preharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) to control fruit drop of apples, and its effects on postharvest quality. *Acta Horticulturae*, 877, 365–374.
- Watkins, C.B., 2002. Ethylene synthesis, mode of action, consequences and control. In: Knee, M. (Ed.), *Fruit Quality and its Biological Basis.* Sheffield Academic Pres, pp.180–224.
- Watkins, C.B. and Miller, W.B., 2005. 1-Methylcyclopropene (1-MCP) Based Technologies for Storage and Shelf life Extension. *Acta Hort.* 687; 217-224.
- Watkins, C.B., 2006. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. *Biotechnology Advances.* 24; 389-409.
- Webster, A.D., Spencer, J.E., Dover, C., Atkinso, C.J., 2006. The influence of sprays of Gibberellic acid (GA3) and Aminoethoxyvinylglycine (AVG) on fruit abscission, fruit ripening and quality of two sweet cherry cultivars. *Acta Hort.* 727:467–472.

Prerequisites for Diet Selection in Poultry

Şahin ÇADIRCI¹

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Harran University, Sanliurfa, Turkey¹
Communication: scadirciuk@yahoo.co.uk

Abstract

Individual birds in a flock of poultry have the ability to select from various feed ingredients offered and make up their own diet according to their actual needs and production capacity. For this, animals must be able to differentiate between foods with different nutrient compositions by vision, taste, olfaction and texture, moreover, they need to be taught to associate the sensory properties of foods with their yields of nutrients. Birds can improve the balance between their nutrient requirements and their nutrient intake if they are taught to select an appropriate diet.

Key words: Diet selection, poultry, sensory differences, learning

Tavukçulukta Seçmeli Yemlemenin Ön Koşulları

Özet

Kanatlı hayvanlara çeşitli yem hammaddeleri sunulduğunda, sürüdeki bireyler bunlardan belli düzeylerde seçerek üretim kapasiteleri ve gerçek ihtiyaçlarına göre kendi rasyonlarını yapma kabiliyetine sahiptirler. Bunun için, farklı besin içerikleri ihtiva eden yem hammaddeleri hayvanlar tarafından görünüş, tad, koku ve yapı özellikleriyle ayırt edilebilmeli, dahası, yem hammaddeleri duyuşal özellikleri ile bunlara ait besin içeriklerini hayvanların ilişkilendirip öğrenmesine ihtiyaç vardır. Eğer hayvanlar uygun rasyonu seçmeyi öğrenirse, besin maddesi ihtiyaçları ile besin maddesi alımları arasındaki dengeyi iyileştirebilirler.

Anahtar sözcükler: Yem seçimi, kanatlı hayvan, duyuşal farklılıklar, öğrenme

Introduction

Poultry can be managed under different feeding systems, depending on the husbandry skills and the feed available. Under natural conditions, animals face many foodstuffs and as not all of these are balanced nutritionally, animals need to be able to select appropriate amounts of each food, in order to ingest an adequate diet. In the case of hens, Kempster (1916) and Rugg (1925) found evidence for diet selection. They observed that hens, given a choice between foods

could balance their own diets and produce more eggs than those fed a single food. Most experiments (e.g. by Funk, 1932; Graham, 1932; Forbes and Shariatmadari, 1994; Delezie et al., 2009; Kim, 2014) demonstrate that broilers and laying hens are able to select an adequate diet from a choice of two foods which are individually inadequate (e.g. one food is higher in protein content than required and the other one is lower). However, Ahmed (1984) showed that broilers selected a nutritionally balanced diet from as many as nine different foodstuffs. This

diet provided nutrients in similar proportions to those normally recommended by NRC, (1994). Similarly, when Banta (1932) gave Rhode Island Red yearling hens access to 13 feedstuffs, the birds did not eat at random but they selected a diet similar to the recommendation at that time, and their performance was satisfactory.

Chickens were domesticated from a wild progenitor by natural selection for making the best possible use of the resources available to them. However, against all this background, there are many examples of birds that appear not to be making appropriate choices. These instances can often be explained by shortcomings in the experimental design or a failure to meet the necessary principles and conditions set by the choice-feeding paradigm. The need to adhere to these conditions in order to demonstrate successful diet selection might represent limitations in the implementation of the choice-feeding system to commercial practice. The present paper therefore concentrates on prerequisites for successful diet selection.

Sensory Discrimination

For animals in order to differentiate between foods to compose an appropriate diet, sensory cues are very important. These can be, for instance, colour, smell, the taste or texture of the food. Birds rely primarily on their vision to identify foods, but they also use their sense of taste and “post-ingestional” factors and, possibly, both olfaction and temperature when

making the correct choice of food (Gentle, 1972; Forbes, J. M. 2010). With the use of sensory cues it is possible to envisage a learned appetite for an essential nutrient, thus if the hens can be taught an appetite then this can be used in a choice-feeding situation to improve the balance between their nutrient requirements and intake.

Vision: In common with most birds, both young and mature chickens have an acute sense of vision, therefore the look of the food is a very strong signal for them (Kilham et al., 1968). The most important parameters are shape, size and colour.

Newly hatched chickens have an innate preference for round objects (Frantz, 1957) and for solidity: they peck more at a solid hemisphere than at a flat disk, whether real or not, on a photograph (Dawkins, 1968). In contrast, the preference for size is learnt by experience. Hogan-Warburg and Hogan (1981) observed that young chicks, given a mixture of feed and sand, learn to ingest primarily feed but still ingest some sand. They suggest that an increase in feed ingestion is probably the result of an association between the visual-tactile-gustatory stimuli from the feed and the positive long-term effects of the feed ingestion. In addition, chickens’ preference for feed particle size has also been demonstrated. Portella et al., (1988) noted that feed particles were selected by broilers according to size. When offered one large and one small corn seed, chickens selected the larger seed (Frantz, 1957; Schreck et al., 1963; Dawkins, 1968; Van Prooije, 1978).

Moreover, as chickens age, their preferred particle size increases. When a mixture of particles of different sizes were offered to broilers, larger than 1.18 mm particles were selected by all ages of birds, while at 8 and 16 days old they favoured particles between 1.18 and 2.36 mm, and as they aged they preferred particles larger than 2.36 mm (Portella et al., 1988). The importance of preference for size on food consumption was demonstrated by Schreck et al., (1963). Reducing the size of the feed granules was associated with decreased body weight and even with increasing mortality.

It has been established that turkeys have an overall preference for green followed by red, yellow, blue and white in that order (Cooper, 1971). The literatures on the colour preference of chickens agree that they like natural, reddish colours. Hess and Gogel (1954) found that chickens prefer light-coloured foods, particularly pink, while Van Prooije (1978) concluded that chickens prefer yellow-white seed, followed by yellow, orange and finally orange-red. The red, red-blue and blue seeds were only chosen in exceptional circumstances (severe hunger). Kennedy (1980) also observed that adult chickens show a preference for red and natural coloured diets over black and green. Studies by Hess and Gogel (1956) showed that when chickens could pick at dots of various colours, they picked the most at colours from the orange and the blue region of the colour spectrum. An explanation for what induces colour preference is offered by Kennedy (1980). He demonstrated that the

colour of the food offered just after hatching determined the later colour preference of hatchling chicks. In addition, Hurnik et al., (1971) observed that the preferred food colour is not necessarily the preferred trough colour. The order of preference by adult White Leghorn hens for the feeder was red 29%, blue 27%, green 23% and yellow 21%, therefore red seems to be the most preferred feeder colour.

Responses to different patterns were also investigated (Hurnik et al., 1971), and the highest food intake was observed with the most complex pattern (blue, green, yellow and red), with green/yellow next whereas yellow alone resulted in the lowest intake.

Using transparent drinkers Wilcoxon et al., (1971) showed that colour can be a cue for drink as well. This observation was confirmed and applied by Cadirci et al., (2009) who fed laying hens with food deficient in methionine and offered drinking water with or without added methionine. The researchers demonstrated that layers fed methionine deficient diet were able to select for water supplemented with methionine in favour to pure water by using colour cue. The hens did not compensate methionine deficiency by drinking treated water when colour cue was not used. When, however, water bottles were coloured differently according to whether the water contained methionine or not, and the birds had learned the difference between the two, they balanced their diet for methionine, even when the position of the bottles was reversed.

However, as chickens usually spend very little time in contact with the visual properties of water, taste of the drink seems to have an importance, although colour cues are also noticed and attended to (Gillette et al., 1980).

Thus it appears that colour is a property which may be particularly useful in feeding practice. For instance by using coloured food or feeder or cage, food consumption could be increased (Hurnik et al., 1971, 1974), and also trace amounts of nutrient supplementation can be associated with colour cue (Kutlu and Forbes, 1993). However, it has been indicated that visual cues are not always necessary. For example, when a calcium-deficient diet is offered with calcite, the cues are obvious. But when the choice is between two mash diets differing only in the presence or absence of calcium, the cues are more subtle. The addition of calcium carbonate results in a paler diet, probably with a different taste. But if white flour is added to the deficient diet to give the same visual aspect, birds still exhibit a significantly greater preference for the calcium-enriched diet (Hughes and Wood-Gush, 1971a).

Taste: The sense of taste helps animals to select among feeds, to choose that which is palatable and to avoid those that are unpalatable or toxic. It also encourages the ingestion of nutrients. It has been demonstrated that chickens have taste buds (Lindermaier and Kare, 1959; Saito, 1966; Gentle, 1971a), and that they have a good sense of taste (Kare *et al.*, 1957; Kare and Medway, 1959; Kare and Pick, 1960; Gentle, 1971a, 1972).

The ability to taste, however, is not uniformly present in all chickens. Williamson (1964) found significant sex differences indicating a genetic difference in the ability of chicks to taste ferric chloride, and Gentle (1972) reported that some of them are 'taste blind'.

Taste plays a major role in the initial selection of feed and possibly in the motivation to eat (Gentle, 1971b). Therefore many flavours have been studied to improve feed consumption, weight gain and feed conversion (Berkhoudt, 1985). It has been shown (Jacobs and Scott, 1957; Williamson, 1964; Yang and Kare, 1968; Kare and Mason, 1986; Forbes, 2010) that birds can differentiate between the taste qualities of sweet, salt, sour and bitter. They have very strong preferences for some flavours; e.g. they will not drink solutions of saccharin, salt or quinine (El Boushy and Van der Poel, 1994), but like citric acid (Balog and Millar, 1989). Interestingly, in common with most avian species tested, chickens do not avidly select sugar solutions, when fed on an energy-balanced diet (Jukes, 1938; Kare and Medwat, 1959; Kare and Pick, 1960; Kare and Rogers, 1976). It has also been shown that even an unpleasant flavour, such as lactate in the case of a calcium source, can assist chickens in making the appropriate choice. But if the diet containing calcium is made less palatable by the addition of quinine, the aversion is so strong that the diet will be rejected even if the bird is deficient in calcium (Hughes and Wood-Gush, 1971b).

Changes in taste preferences of chickens readily occur following

experimental manipulation (Gentle, 1975). They also quickly become accustomed to aversive chemicals such as dimethyl anthraniline, and many times the natural concentration of bitter tasting substances in the food is required to depress food intake over long periods, compared with the amount which is selected against when choice is given (Kare and Pick, 1960).

Olfaction: Smell takes place in the olfactory organ, which consists of the nostrils, the taste buds which lie in the olfactory epithelium, and the olfactory bulbs in the brain (Bang, 1971). That birds lack the behaviour of sniffing indicates that they need moving air to effect contact between odour stimuli and receptors. Many birds have a well developed olfactory system; pigeons, for instance, use olfactory cues for navigation over long distances (Kare and Mason, 1986). There is no direct evidence for chickens using this olfaction in food selection, but Tucker (1965) has shown by electrical recording from the olfactory nerves - innervating the nasal cavity of birds - that they respond to amyl acetate. Chickens therefore appear to have a functional olfactory system and it seems likely that it is used. In addition, it has been suggested that they may regulate their behaviour in response to olfactory factors (Jones and Gentle, 1985).

Texture of food: The texture of food partly means a visual effect, partly a factor in the palatability of the food. The effects of the shape of the food (round/solid/granulated) have been mentioned above. When the food is swallowed, the texture is sensed by the

mouth/tongue. Forbes (2007) proposed that texture is a dynamic feature, as foods give changing sensations during grinding and swallowing. Not only the texture of the food changes but also its temperature, and as metabolic processes already begins in the mouth, its taste and smell change too. Hyde and Witherly (1993) proposed that all these changes during a meal, or even a swallow, have a big impact on a food's palatability. Thus Forbes (2007) suggests that texture should be considered as an additional cue in characterising a food, in conjunction with its sight, smell and taste. Pelleted forages are usually eaten more than the same ingredients in unpelleted form (Heaney et al., 1963). Although much of this increment is attributable to the reduction in particle size associated with pelleting, some improvement in palatability is also related (Van Niekerk et al., 1973).

Experience and nutritional needs: The experience and nutritional needs of the animal can alter its natural preferences and thus food consumption. Researches in recent years have made it clear that animals learn to associate the sensory properties of foods with the metabolic consequences of eating those foods. They are sensitive to a number of nutrients and can make appropriate choices, according to how they feel. Therefore, for instance, if a food is deficient or imbalanced for one or more essential nutrients, the animal is malnourished and feels ill. This influences how much it eats.

Colour has been shown to be a strong cue for learned aversions (e.g. Martin et al., 1977) and preferences (e.g. Kutlu and Forbes, 1993) in birds. Although chickens prefer light-coloured foods, particularly pink, preferences for other colours can be induced simply by prior exposure to them (Hess and Gogel, 1954; Taylor et al., 1969). Thus, for example, Capretta (1969) has managed to increase the birds' consumption of red-coloured food. Also, the innate preference of newly hatched chickens for round objects can be increased or decreased (Frantz, 1957).

Memories of grinding pressures and the number of swallows help to recall how much food to eat for satiety (Miller and Teastes, 1986). Memorable foods (additional cues, e.g.; sight, smell, taste, colour) are more easily learned with regard to their eventual metabolic properties, compared with bland foods. Adding spices to foods enhances palatability, even if not at the first exposure, by making the food subsequently more identifiable.

Post-ingestional effects also add to the animal's experience in choosing food. Capretta (1961) found that preferences for different coloured foods could be altered by noxious stimulation of the crop. Flavours, though initially able to influence intake and preference, soon lose this ability (Balog and Millar, 1989) if the birds learn that there is no nutritional implication of the different flavours.

The nutritional state of the birds can also change the preference behaviour. Kare and Maller (1967) observed that although chickens do not

naturally exhibit a marked preference for a sucrose solution, when fed on a diet low in energy their sucrose intake increased to balance the calorie intake. When a calorie-enriched diet was again given, the consumption of sucrose was not reduced.

The Role of Learning in Diet Selection by Poultry

Birds quickly learn to associate the sensory properties of a food with the metabolic consequences of eating it. The fowl, for example, often initially rejects the unfamiliar feed by recognition. This is because the chicks are not fed directly by the parents, therefore there is an elaborate system of innate behavioural patterns that protect the birds from ingesting noxious diets. However, new experiences or the influence of conspecifics subsequently modify these innate reflexes thus allowing the birds to exploit a variety of valuable feed sources. Therefore, not merely innate preferences/aversions, but also the bird's own experience and social factors play an important role when selecting from a choice of foods.

Prior experience: Only a limited number of experiments have been carried out to study the feeding behaviour of chickens on choice feeding, i.e. when they have the opportunity for diet selection. It is now understood that chickens are capable of rapidly modifying their feeding behaviour by experience. When their preferred grains were stuck to the floor, newly hatched feral, commercial layer and broiler chickens quickly

learned to avoid them (Adret-Hausberger and Cumming, 1985). However, previous observations (Dun, 1977) showed that introducing choice feeding to laying birds previously given complete foods causes a 5% decrease in rate of lay over the next four weeks. Also, the sudden change from one feeding system to another largely reduced the birds' feed intake and growth performance (Scholtyssek, 1982). These, and additional observations (Kennedy, 1980; Mastika and Cumming, 1987; Covasa and Forbes, 1993b) have made it clear that the characteristics of the previous diet affect feed intake and performance of choice-fed birds. Therefore, prior experience is very important for birds on choice feeding (Cumming, 1987), and it is necessary for birds to be given the opportunity to learn the difference between the two (or more) feeds on offer and hence to learn their nutritional characteristics. Mastika and Cumming (1981) noted that once imprinted, chickens can be introduced to choice feeding at any age. This observation implies that imprinted chickens have an effective memory for food type. It appears that for chickens the optimum age for imprinting is the second week after hatching (Covasa and Forbes, 1993a). Cumming (1987) noted that, whatever the age of introduction to the whole grain, chickens need a learning period of at least seven to ten days. In summary, training the birds by accustoming them to whole grains at an early age improves their ability to select foods to meet nutrient requirements at later stages of growth.

Training: In many cases birds will learn about two foods if they are introduced simultaneously but they may learn more quickly if each food is given in turn for a few days. During the learning period, an alternating method can be used if the birds are to distinguish between, for instance, the properties of different types of mash (Shariatmadari and Forbes, 1993). However, Forbes and Covasa (1995) noted that the same method in case of choice feeding and the use of whole grains is not useful because, although there are obvious visual differences between the foods offered, the digestive tract of birds fed whole grains has to adapt and it undergoes physical changes in order to facilitate digestion. Moreover, the bird can avoid eating grain by learning when to eat in relation to the time of day (Pinchasov et al., 1985) and wait until the normal food is on offer (Rose et al., 1994). In addition, Covasa and Forbes (1994b) reported that choice-fed birds exhibit better dietary selection than those fed alternately.

Social interactions: Animals living together in a group tend to copy from each other and they are more likely to learn about foods when they are in groups than in individual cages. There is also usually a leader that guides the others to the desired food. To peck at food, newly hatched chickens need to be stimulated by the sight and sound of the hen pecking (Savory et al., 1978), i.e. social facilitation plays an important role in the initiation of pecking (Strobel and McDonald, 1974). Also, visual cues are important in the synchronisation of feeding in

individually caged birds (Hughes, 1971). Joshua and Mueller (1979) found that within five days of being given a choice between a calcium-deficient food and calcite, broilers consumed enough calcium when kept in groups, however, individual caging inhibited this ability even when there was visual contact between the birds. When the birds were then caged individually after learning to eat calcium in a group, they took an adequate amount of calcium. Similar observations were made by Covasa and Forbes (1994c) who compared wheat consumption of pairs of birds to that of single-caged birds, and found a significant improvement despite the fact that individually caged birds could see each other.

It has been suggested (Mastika, 1987) that for the best result in selection, birds need to be in groups of at least eight. A larger number of birds seem to make no further difference in diet selection (Rose et al., 1986). It is now commonly accepted that group-housed animals are more successful in selecting a diet that meets their requirements than those caged singly (McDonald et al., 1963; Adret-Hausberger and Cumming, 1987).

As learning is influenced by the presence and behaviour of conspecifics (Nicol and Pope, 1993), it seems likely that the process of learning could be accelerated by using experienced birds as 'teachers' (Mastika and Cumming, 1987). However, Covasa and Forbes, (1994a) demonstrated that simply putting birds together encourages wheat intake, therefore it is not

necessary to use experienced birds as teachers.

Conclusion

Free-choice feeding might have great commercial potential for the free-range poultry production. This review aimed to highlight some of the factors important in the process of diet selection by poultry. These factors must be taken into account when practicing free-choice feeding. If given the appropriate conditions for animals, diet-selection methodology can provide a very powerful tool for nutritional and behavioural scientists.

References

- Adred-Hausberger, M., Cumming, R. B. 1985. Behavioural aspects of food selection in young chickens. In: *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia in 1985*. Ed. D. J. Farrell, University of New England, Armidale.
- Adred-Hausberger, M., Cumming, R. B. 1987. Social experience and selection of diet in domestic chickens. *Bird Behaviour*, 7:37-43.
- Ahmed, Z. 1984. Cited by Rose, S. P. 1984. Reducing feeding costs of growing poultry through choice-feeding: A summary of recent experiments. *Scottish Agricultural Colleges Research and Development Note no. 20*. Aberdeen: Scottish Agricultural College, U.K.
- Balog, J. M., Millar, R. I. 1989. Influence of the sense of taste on

- broiler chick feed consumption. *Poultry Science*, 68:1519-1526.
- Bang, B. G. 1971. Functional anatomy of the olfactory system in 23 orders of birds. *Acta Anatomy*, 58 (Suppl.) 1.
- Banta, L. 1932. What judgement does a hen use in selecting her food? *Poultry Science*, 11:365.
- Berkhoudt, H. 1985. Special sense organs: structure and function of avian taste receptors. In: *Form and Function in Birds, Vol. 3*. Eds. A. S. King & J. McLelland, 463-496. Academic Press Inc., London.
- Cadırcı S, Smith WK, Mc Devitt RM. 2009. Determination of the appetite of laying hens for methionine in drinking water by using colour cue. *Archiv Für Geflügelkunde*, 73:21-28.
- Capretta, P. J. 1961. An experimental modification of food preference in chickens. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 54:238-242.
- Capretta, P. J. 1969. The establishment of food preferences in chicks (*Gallus gallus*). *Animal Behaviour*, 17: 229-231.
- Cooper, J. B. 1971. Coloured feed for turkey poults. *Poultry Science*, 50:1892-1893.
- Covasa, M., Forbes, J. M. 1993a. The effect of food deprivation, time of exposure and type of feed on diet selection of broiler chickens. *Proceedings of the Nutrition Society*, 52:380A.
- Covasa, M., Forbes, J. M. 1993b. Exposure to choice feeding at different ages and the subsequent choice of broiler chickens. *Proceedings of the Nutrition Society*, 52:354A.
- Covasa, M., Forbes, J. M. 1994a. The effect of social interaction on selection of feeds by broiler chickens. *British Poultry Science*, 35:817.
- Covasa, M., Forbes, J. M. 1994b. The effect of prior training of broiler chickens on diet selection using whole wheat. *Animal Production*, 58:471A.
- Covasa, M., Forbes, J. M. 1994c. Performance of broiler chickens as affected by split time feeding and wheat-diluted diet. *Proceedings of the 9th European Poultry Conference, Vol. 1*, 457-458. World Poultry Science Association.
- Cumming, R. B. 1987. The effect of dietary fibre and choice feeding on coccidiosis in chickens. *Proceedings of the 4th AAAP Animal Science Congress*, 216. Hamilton, New Zealand.
- Dawkins, R. 1968. The ontogeny of a pecking preference in domestic chicks. *Tierpsychology*, 25:170-186.
- Delezie, E., Maertens, L., Huyghebaert, G., Lippens, M. 2009. Can choice feeding improve performances and N-retention of broilers compared to a standard three-phase feeding schedule? *British Poultry Science*, 50: 573-582.
- Dun, P. 1977. A Comparison of Mash Plus Cereal Feeding. EHF Report No. GT 2828, Gleadthorpe, Mansfield.
- El Boushy, A. R. Y., Van der Poel, A. F. B. 1994. Palatability and feed intake regulations. In: *Poultry Feed*

- From Waste Processing and Use*, 377-429. Chapman and Hall, London.
- Forbes, J. M. 2007. Learning about food: Conditioned Preferences and aversions. In: *Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals*, 117-143. CAB International, Wallingford, Oxon.
- Forbes, J. M. 2010. Palatability: principles, methodology and practice for farm animals. In: *Animal Science Reviews*, Eds. David Hemming, 229-243. CAB International, Wallingford, Oxon.
- Forbes, J. M., Covasa, M. 1995. Application of diet selection by poultry with particular reference to whole cereals. *World's Poultry Science Journal*, 51:149-165.
- Forbes, J. M., Shariatmadari, F. 1994. Diet selection for protein by poultry. *World's Poultry Science Journal*, 50:7-24.
- Frantz, R. L. 1957. Form preferences in newly hatched chicks. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 50:422-430.
- Funk, E. M. 1932. Can the chick balance its ration? *Poultry science*, 11:94-97.
- Gentle, M. J. 1971a. The lingual taste buds of *Gallus domesticus* L. *British Poultry Science*, 12:245-248.
- Gentle, M. J. 1971b. Taste and its importance to the domestic chicken. *British Poultry Science*, 12:77-86.
- Gentle, M. J. 1972. Taste preference in the chicken (*Gallus Domesticus* L.). *British Poultry Science*, 13:141-155.
- Gentle, M. J. 1975. Gustatory behaviour of the chicken and other birds. In: *Neural and Endocrine Aspects of Behaviour in Birds*. Eds. P. Wright, P. G. Caryl & D. M. Vowles, 305-318. Elsevier, Amsterdam.
- Gillette, K., Martin, G. M., Bellingham, W. P. 1980. Differential use of food and water cues in the formation of conditioned aversions by domestic chicks (*Gallus gallus*). *Journal of Experimental Psychology: Animal Behaviour Processes*, 6:99-111.
- Graham, W. R. 1932. Can we learn anything from a free-choice of feeds as expressed by chicks? *Poultry Science*, 11:365-366.
- Heaney, D. P., Pigden, W. J., Minson, D. J., Pritchard, G. I. 1963. Effect of pelleting on energy intake of sheep from forages cut at three stages of maturity. *Journal of Animal Science*, 22:752-757.
- Hess, E. H., Gogel, W. C. 1954. Natural preferences of the chick for objects of different colours. *Journal of Psychology*, 38:483-493.
- Hess, E. H., Gogel, W. C. 1956. Natural preferences of chicks and ducklings for objects of different colours. *Psychological Reports*, 2:477-483.
- Hogan-Warburg, A. J., Hogan, J. A. 1981. Feeding strategies in the development of food recognition in young chicks. *Animal Behaviour*, 29:143-154.
- Hughes, B. O. 1971. Allelomimetic feeding in the domestic fowl. *British Poultry Science*, 12:359-366.

- Hughes, B. O., Wood-Gush, D. G. M. 1971a. Investigations into specific appetites for sodium and thiamine in domestic fowls. *Physiology and Behaviour*, 6:331-339.
- Hughes, B. O., Wood-Gush, D. G. M. 1971b. A specific appetite for calcium in domestic chickens. *Physiology and Behaviour*, 6:490-499.
- Hurnik, J. F., Jerome, F. N., Reinhart, B. S., Summers, J. D. 1971. Colour as a stimulus for feed consumption. *Poultry Science*, 50:944-949.
- Hurnik, J. F., Piggins, D. J., Reinhart, B. S., Summers, D. J. 1974. The effect of visual pattern complexity of feeders on food consumption of laying hens. *British Poultry Science*, 15:97-105.
- Hyde, R. J., Witherly, S. A. 1993. Dynamic contrast: a sensory contribution to palatability. *Appetite*, 21:1-16.
- Jacobs, H. L., Scott, M. L. 1957. Factors mediating food and liquid intake in chickens. I. Studies on the preference for sucrose and saccharine solutions. *Poultry Science*, 36:8-15.
- Jones, R. B., Gentle, M. J. 1985. Olfaction and behavioural modification in domestic chicks (*Gallus domesticus*). *Physiology and Behaviour*, 34:917-924.
- Joshua, I. G., Mueller, W. J. 1979. The development of a specific appetite for calcium in growing broiler chicks. *British Poultry Science*, 20:481-490.
- Jukes, C. L. 1938. Selection of diet in chicks as influenced by vitamins and other factors. *Journal of Comparative Psychology*, 26:135-156.
- Kare, M. R., Maller, O. 1967. Taste and food intake in domestic and jungle fowl. *Journal of Nutrition*, 92:191-196.
- Kare, M. R., Mason, J. R. 1986. The chemical senses in birds. In: *Avian Physiology*, edn. 4th. Ed. P. D. Sturkie, 59-73. Springer Verlag, New York.
- Kare, M. R., Medway, W. 1959. Discrimination between carbohydrates by the fowl. *Poultry Science*, 38:1119-1127.
- Kare, M. R., Pick, H. L. 1960. The influence of the sense of taste on feed and fluid consumption. *Poultry Science*, 39:697-706.
- Kare, M. R., Rogers, J. R. Jr. 1976. Sense of organs. In: *Avian Physiology*. Ed. P. D. Sturkie, 29-52. Springer Verlag, New York.
- Kare, M. R., Black, R., Allison, E. B. 1957. The sense of taste in the fowl. *Poultry Science*, 36:129-138.
- Kempster, H. L. 1916. Food selection by laying hens. *Journal of the American Association of Institutions and Investigators in Poultry Husbandry*, 3:26-28.
- Kennedy, J. M. 1980. The development of dietary preferences in pigs and poultry. In: *Palatability and Flavour Use in Animal Feeds*. Ed. H. Bickel, 141-147. Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin.
- Kilham, P., Klopfer, P. H., Oelke, M. 1968. Species identification and colour preferences in chick. *Animal Behaviour*, 16:238-244.
- Kim, J. H. 2014. Diet selection for protein quality by growing broiler

- chickens. *International Journal of Poultry Science*, 13:461-466.
- Kutlu, H. R., Forbes, J. M. 1993. Self-selection of ascorbic acid in coloured foods by heat-stressed broiler chicks. *Physiology and Behaviour*, 53:103-110.
- Lindenmaier, P., Kare, M. R. 1959. The taste end-organs of the chicken. *Poultry Science*, 38:545-550.
- Martin, G. M., Bellingham, W. P. and Storlien, L. H. 1977. Effect of varied colour experience on chickens' formation of colour and texture aversions. *Physiology and Behaviour*, 8:415-420.
- Mastika, I. M. 1987. Some basic principles underlying free-choice feeding of growing chickens. PhD thesis, Department of Biochemistry and Nutrition, University of New England, Armidale, Australia.
- Mastika, M., Cumming, R. B. 1981. Performance of two strains of broiler chickens offered free choice from different ages. *Proceedings of the Fourth Australian Poultry and Stock Feed Convention*, 79-85. Perth, Australia.
- Mastika, M., Cumming, R. B. 1987. Effect of previous experience and environmental variations on the performance and pattern of feed intake of choice fed and complete fed broilers. In: *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia in 1985*. Ed. D. J. Farrell, 260-282. University of New England, Armidale.
- McDonald, D., Stern, J., Hahn, W. 1963. Effects of differential housing and stress on diet selection, water intake and body weight in the rat. *Journal of Applied Physiology*, 18:937-942.
- Miller, M. G., Teates, J. F. 1986. The role of taste in dietary self-selection in rats. *Behavioral Neuroscience*, 100:399-409.
- National Research Council. 1994. *Nutrient Requirements of Poultry*. edn. 9th, The National Academy of Sciences., National Academy Press, Washington, D. C.
- Nicol, C. J., Pope, S. J. 1993. Food deprivation during observation reduces social learning in hens. *Animal Behaviour*, 43:193-196.
- Pinchasov, V., Nir, I., Nitsan, Z. 1985. Metabolical and anatomical adaptations of heavy-bodied chicks to intermittent feeding. 1. Food intake, growth rate, organ weight and body composition. *Poultry Science*, 64:2098-2109.
- Portella, F. J., Caston, L. J., Leeson, S. 1988. Apparent feed particle size preference by broilers. *Canadian Journal of Animal Science*, 68(3):923-930.
- Rose, S. P., Burnett, A., Elmajeed, R. A. 1986. Factor affecting the diet selection of choice-chickens. *British Poultry Science*, 27:215-224.
- Rose, S. P., Fielden, M., Gardin, P. 1994. Sequential feeding of whole grain wheat to broiler chickens. *British Poultry Science*, 35:162-163.
- Rugg, W. C. 1925. Feeding experiments, free choice of feeds. Victoria, Australia, Department of Agriculture Bulletin. 54:36-56.

- Saito, I. 1966. Comparative anatomical studies of the oral organs of the poultry. V. Structures and distribution of taste buds of the fowl. Bulletin of the Faculty of Agriculture Miyazahi University, 13:95-102.
- Savory, C. J., Wood-Gush, D. G. M., Duncan, I. J. H. 1978. Feeding behaviour in a population of domestic fowls in the wild. Applied Animal Ethology, 4:13-27.
- Scholtyssek, V. S. 1982. Beitrag zur wahlfütterung von broilern (the free-choice feeding in broilers). Archivs fur Geflugelkunde, 46:243.
- Schreck, P. K., Sterritt, G. M., Smith, M. P., Stilson, D. W. 1963. Environmental factors in the development of eating in chicks. Animal Behaviour, 11:306-309.
- Shariatmadari, F. and Forbes, J. M. 1993. Growth and food intake responses to diets of different protein contents and a choice between diets containing two concentrations of protein in broiler and layer strains of chickens. British Poultry Science, 34:959-970.
- Strobel, M. G., McDonald, G. E. 1974. Induction of eating in newly hatched chicks. Journal of Comparative and Physiological Psychology, 86:493-502.
- Taylor, A. Sluckin, W., Hewitt, R. 1969. Changing colour preferences of chicks. Animal Behaviour, 17:3-8.
- Tucker, D. 1965. Electrophysiological evidence for olfactory function in birds. Nature, 207:34-36.
- Van Niekerk, A. I., Greenhalgh, J. F. D., Reid, G. W. 1973. Importance of palatability in determining the feed intake of sheep offered chopped and pelleted hay. British Journal of Nutrition, 30:95-105.
- Van Prooijs, A. 1978. The distribution, morphology and functional significance of taste buds in the chicken (*Gallus domesticus* L.). Internal Report, Zoological Laboratory, Leiden, The Netherlands.
- Wilcoxon, H. C., Dragoin, W. B., Kral, O. A. 1971. Illness-induced aversions in rat and quail: relative salience of visual and gustatory cues. Science, 171:826-828.
- Williamson, J. H. 1964. Genetic differences in the ability of chicks to taste ferric chloride. Poultry Science, 43:1066-1068.
- Yang, R. S. H., Kare, M. R. 1968. Taste response of a bird to constituents of arthropod defence secretions. Annual Entomology Society American, 61:781-782.

HARRAN TARIM ve GIDA BİLİMLERİ DERGİSİ

Yayın İlkesi ve Yazım Kuralları

Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi tarım alanındaki bilimsel çalışmalarını kısa sürede yayınlamak için tarım bilimcileri arasında iletişimi sağlamak amacıyla orijinal araştırma ve derleme makalelerini Türkçe ya da İngilizce olarak kabul etmektedir. Makaleler Microsoft Office Word uyumlu programlarda hazırlanmalı ve Yayın Kurulu'na elektronik olarak ulaştırılmalıdır. Hakem eleştirileri (varsa) doğrultusunda düzenlenen makaleler en kısa sürede elektronik olarak Yayın Kurulu'na gönderilmelidir. Yayınlamasına karar verilen eserlere yazar(lar)ca herhangi bir eklenti ya da çıkarma yapılamaz. Makale içerisinde dergi basıldığı haliyle görünen hataların sorumluluğu yazar(lar)a aittir. Yayın Kurulundan kaynaklanan basım hataları için düzeltme yayınlanabilir.

Dergimizin ulusal ve uluslararası düzelerde daha iyi bir yere gelebilmesi için konu ile ilgili web sitesinde bulunan arşiv (<http://ziraatdergi.harran.edu.tr/bhd/index>) kısmındaki makalelerden atıf yapılması önerilir.

Makalenin İlk Sunuşu

1. Makale taslağı editöre ilk gönderilirken, tüm makale çift satır aralığında, sayfanın tek yüzüne, 2.5 cm boşluk bırakılarak A4 (210X297) formunda, Microsoft Word programında, Times News Roman yazı karakterinde, 12 punto düz metin olarak hazırlanmalıdır. Her satıra ardışık olarak satır numarası verilmelidir.
2. Yazar(lar) makalenin ne türde bir yazı (Araştırma makalesi ve derleme) olduğunu belirtmelidir.
3. Metin genel olarak GİRİŞ, MATERYAL ve METOT, ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA, EKLER (**Yüksek lisans veya doktora tezi olduğu belirtilebilir; Hangi kurumlar tarafından desteklendiği açıklanabilir; Araştırmaya yardımcı olan kişi veya kurumlar burada ifade edilebilir**) ve KAYNAKLAR şeklinde olmalıdır.
4. Metin içerisinde kaynak gösterimi (Yazar, yıl) esasına göre yapılmalıdır. 2'den fazla yazarın bulunduğu kaynakların gösteriminde (ilk yazarın soyadı ve ark., yıl) kuralı uygulanmalıdır.
5. Ondalık rakamlar nokta ile ayrılmalıdır (123.87; 0.987 gibi).
6. Makalelerde fotoğraf, grafik, çizim vb. "Şekil", Tablolarda "Çizelge" olarak ifade edilmelidir. Ayrıca Çizelge ve Şekiller ardışık olarak numaralandırılmalıdır (Şekil 1. veya Çizelge 1.). "Şekil" ve "Çizelge" içerikleri 9 punto ile hazırlanmalıdır.
7. Özet: Türkçe ve İngilizce olarak 200 kelimeyi aşmamalıdır. Türkçe ve İngilizce özetlerin hemen altında en fazla 5 adet anahtar kelime bulunmalıdır.
8. Kaynak gösterimi, aşağıda yer verilen örnekler esas alınmalı ve kısaltma yapılmadan verilmelidir
 - a. Kaynak dergi ise,
Çelik, Ş., Türkoğlu, H. 2007. Ripening of traditional Örgü cheese manufactured with raw or pasteurized milk: Composition and biochemical properties. *International Journal of Dairy Technology*, 60 (4): 253-258.
 - b. Kaynak kitap ise,
Metin, M. 2001. Süt Teknolojisi. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 802s.
 - c. Kaynak kitaptan bir bölüm ise,

- Walstra, P., van Vliet, T., Bremer, C.G.B., 1990. On the fractal nature of particle gels.
“Alınmıştır: Food Polymers, Gels and Colloids. (Ed) Dickinson, E., The Royal Society of Chemistry, Norwich, UK, 369-382pp.
- d. Kaynak, yazarı bilinmeyen bir kaynak ise,
Anonim, 2005. Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği, Türk Gıda Kodeksi, Tebliğ No: 2005/19, Ankara.
- e. Kaynak, kongre / sempozyum / konferans kitabı ise,
Hayoğlu, İ., Çelik, Ş., Türkoğlu, H. 2010. Güneydoğunun vazgeçilmezi: Meyan Şerbeti. 1. Uluslararası Adriyatik'ten Kafkaslar'a Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 15- 17 Nisan, 1037-1038s. Tekirdağ.
- f. Kaynak Web sayfası ise,
Anonim, tarih. Web linki. Erişim: tarih
9. Makale yazımında “Uluslararası Birim Sistemi” (SI)'ye uyulmalıdır. Buna göre; g/l yerine $g\ l^{-1}$, mg/l yerine $mg\ l^{-1}$ ya da ppm kullanılmalıdır. Yüzde ifadeler açıklayıcı olmalıdır. Örneğin %3 yerine %3 (w/v), %3 (v/v), %3 (w/w) gibi.

Yayına kabul edilen makalelerin Son Düzeltmelerinde Dikkat Edilecek Hususlar

1. Makalenin Kenar boşlukları; sol- 4 cm, sağ, alt ve üst- 3 cm olmalıdır. Sayfa yapısı 21 cm*29.7 cm kağıt ebatlarına uygun ayarlanmalıdır.
2. Türkçe başlık 14 punto (koyu ve ortalı) küçük harflerle (kelimenin ilk harfi büyük) ve düz yazılmalıdır. İngilizce başlık 12 punto yazılmalıdır.
3. Yazar isimleri Türkçe başlık sonrası 12 punto (koyu, ortalı ve düz) ve bir boşluk bırakılarak yazılmalı, yazar isimlerinin sonuna adres için üst simge rakam verilmelidir. Adres satırı yazar isimleri sonrasında 1 boşluk bırakılarak 10 punto (normal, düz ve ortalı) yazılmalı ve adres satırının altına sorumlu yazar e-mail adresi belirtilmelidir.
4. Özet ile Anahtar kelimeler ve Abstarct ile Key words arasında tek satır boşluk (10 punto, düz ve tek sütün); sorumlu yazar e-mail adresi satırı ile Özet arasında, Anahtar kelimeler ile İngilizce başlık arasında iki boşluk bırakılarak (10 punto, tek satır, düz ve tek sütun) yazılmalıdır. Özet, Anahtar kelimeler, Abstract, ve Key words paragraf yapılmadan koyu yazılmalıdır. Anahtar kelimeler ve Key words düz ve sola dayalı yazılmalıdır.
5. Key words ile ana metin (Giriş) arasında iki satır boşluk bırakılmalıdır. Ana metin giriş ve bölümünden itibaren çift sütün ve sütun aralıkları 0.7 cm olmalıdır. Metin yazımında 11 punto Calibri yazı karakteri kullanılarak yazılmalı, satır başları ilk satır girintisi 0.5 cm olmalıdır. Metin ana başlıkları 11 punto Calibri (ilk harf büyük, koyu) kullanılarak yazılmalıdır. Alt başlıklar 11 punto italik ve normal yazılmalıdır. Metin ana başlıkları, metin başlangıcı ve sonunda olmak üzere 1' er boşluk bırakılmalıdır. Çizelge başlıkları çizelgenin üstünde şekil başlıkları ise şekil altında 11 punto (asılı), ilk harfleri küçük yazılmalıdır. Satır aralıkları 1.15 olmalıdır.
6. Çizelge-şekillerden önce ve sonra bir satır boşluk bırakılmalıdır.
7. Yayınlanmasına karar verilen eserler, sadece şekilsel olarak, yukarıda yer alan bilgiler doğrultusunda yeniden düzenlenmeli, yazar(lar)ca herhangi bir eklenti ya da çıkartma yapılmamalıdır. Makale içerisinde, dergi basıldığı haliyle, görünen hataların sorumluluğu yazar(lar)a aittir. Yayın Kurulundan kaynaklanan basım hataları için ise düzeltme yayınlanabilir.

