



TRAKYA UNIVERSITY



JOURNAL OF NATURAL SCIENCES

17 Cilt
Volume

2 Sayı
Number

Aralık
December

2016

TRAKYA
UNIVERSITY
JOURNAL OF
NATURAL
SCIENCES

TUJNS

Trakya Univ J Nat Sci

ISSN 2147-0294

e-ISSN 2528-9691

**Trakya University
Journal of Natural Sciences**

Cilt: 17

Sayı: 2

Aralık

2016

**Trakya University
Journal of Natural Sciences**

Volume: 17

Number: 2

December

2016

Trakya Univ J Nat Sci

<http://dergipark.gov.tr/trkjnat>

e-mail: tujns@trakya.edu.tr

ISSN 2147-0294
e-ISSN 2528-9691

Dergi Sahibi / Owner

Trakya Üniversitesi Rektörlüğü
Fen Bilimleri Enstitüsü Adına
On behalf of Trakya University Rectorship, Graduate
School of Natural and Applied Sciences
Prof. Dr. Murat YURTCAN

Editör / Editor

Doç. Dr. Kadri KIRAN

Başkan / Chairman

Prof. Dr. Mustafa ÖZCAN

Dergi Yayın Kurulu / Editorial Board

Abdel Hameed A. AWAD	National Research Center, Dokki Giza	Egypt
Bálint MARKÓ	Babeş-Bolyai University	Romania
Celal KARAMAN	Trakya Üniversitesi	Edirne (Sayfa Editörü/Copyeditor)
Herdem ASLAN	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi	Çanakkale
İnanç ÖZGEN	Fırat Üniversitesi	Elazığ
İskender KARALTI	Yeditepe Üniversitesi	İstanbul
Medine SİVRİ	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	Eskişehir (Türkçe Dil Editörü/Turkish Language Editor)
Mustafa YAMAÇ	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	Eskişehir
Mutlu ÇOLAKOĞULLARI	Trakya Üniversitesi	Edirne (Dizgi/Design)
Necmettin Güler	Trakya Üniversitesi	Edirne
Necmi AKSOY	Düzce Üniversitesi	Düzce
Volkan AKSOY	Trakya Üniversitesi	Edirne (İngilizce Dil Editörü/English Language Editor)
Yeşim SAĞ	Hacettepe Üniversitesi	Ankara
Yıldız AYDIN	Marmara Üniversitesi	İstanbul

Yazışma Adresi / Correspondence Address

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Binası, Balkan Yerleşkesi – 22030 Edirne / TÜRKİYE

e-mail: tujns@trakya.edu.tr

Tel: +90 284 2358230

Fax: +90 284 2358237

Bu dergi hakemli bir dergidir, CiteFactor, DOAJ (Directory of Open Access Journal), DRJI (Directory of Research Journal Indexing), ResearchBib, Google Akademik, Science Library Index, SIS (Scientific Indexing Services), TUBITAK-ULAKBIM Yaşam Bilimleri Veri Tabanı (TR Dizin) ve Zoological Record (Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi olarak) tarafından dizinlenmektedir.

This Journal is a peer reviewed journal and is indexed by CiteFactor, DOAJ (Directory of Open Access Journal), DRJI (Directory of Research Journal Indexing), ResearchBib, Google Scholar, Science Library Index, SIS (Scientific Indexing Services), TUBITAK-ULAKBIM Life Sciences Database (Turkish Journal Index) and Zoological Record (as Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi).

Baskı / Publisher

Trakya Üniversitesi Matbaa Tesisleri / Trakya University Publishing Centre

TRAKYA UNIVERSITY JOURNAL OF NATURAL SCIENCES

Cilt (Volume) 17

Sayı (No) 2

Aralık (December) 2016

İnceleme ve Değerlendirmeye Katkıda Bulunanlar (*Scientific Advisory Board*)

Aslıhan CESUR TURGUT (Burdur)

Duygu GÖKSAY KADAİFÇİLER (İstanbul)

Ebru ATAŞLAR (Eskişehir)

Erol Atay (Adana)

Ersin DEMİREL (Hatay)

Fadul ÖNEMLİ (Tekirdağ)

Gazi GÖRÜR (Niğde)

Gülcan TARLA (Uşak)

Hayati Arda (Edirne)

Hülya TORUN (Düzce)

İlia GJONOV (Bulgaristan)

Ramazan Süleyman GÖKTÜRK (Antalya)

Yusuf Hüseyinoğlu (Mersin)

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Araştırma Makalesi/Research Article

1. *Mehmet AYBEKE* 87-104
Root Anatomical Plasticity in Response to Salt Stress under Real and Full-Season Field Conditions and New Efficient Screening Techniques for Breeding Salt-Resistant Rice (*Oryza sativa* L.)
Gerçek ve tam zamanlı tuz stresi koşullarında çeltikte (*Oryza sativa* L.) değişken kök anatomisi özellikleri ve tuza dayanıklı çeltik ıslahına dönük yeni anatomik seleksiyon karakterlerinin tespiti
2. *Ali KARANFİL, Burçin SOYLU, Savaş KORKMAZ* 105-110
Çanakkale İli ve İlçelerindeki Soğanlı Süs Bitkilerinde Hıyar Mozaik Virüsü Enfeksiyonunun Serolojik ve Moleküler Yöntemler ile Araştırılması
Investigation of Cucumber Mosaic Virus Infection by Serological and Molecular Methods on Ornamental Bulbous Plants in Çanakkale Province and Its Districts
3. *Mehmet AYBEKE* 111-115
***Ammannia auriculata* var. *arenaria* (Lythraceae)'nın Temel Anatomik Özellikleri**
Basic anatomical properties of *Ammannia auriculata* var. *arenaria* (Lythraceae)
4. *Gülhan TARAÜŞ, Zühal OKYAR* 117-122
Türkiye Trakyası İçin 20 Yeni Gece Kelebeği (Noctuidae: Lepidoptera) Kaydı
Records of 20 new moth (Noctuidae: Lepidoptera) species for Turkish Thrace
5. *Ahmet DURSUN, Meral FENT* 123-128
Contributions to The Cicadomorpha and Fulgoromorpha (Hemiptera) Fauna of Turkish Thrace Region
Trakya Bölgesi Cicadomorpha ve Fulgoromorpha (Hemiptera) Faunasına Katkılar

Derleme/Review

6. *Sergun DAYAN* 129-133
History of *in vitro* Culture Studies on *Helianthus annuus* L. in Turkey
Türkiye'de *Helianthus annuus* L. Üzerine Yapılan *in vitro* Kültür Çalışmalarının Tarihi

Kitap Tanıtımı/Book Review

1. *Hakan BOZDOĞAN*
Insect Behavior

135-136

ROOT ANATOMICAL PLASTICITY IN RESPONSE TO SALT STRESS UNDER REAL AND FULL-SEASON FIELD CONDITIONS AND DETERMINATION OF NEW ANATOMIC SELECTION CHARACTERS FOR BREEDING SALT-RESISTANT RICE (*Oryza sativa* L.)

Mehmet AYBEKE

Trakya University, Faculty of Science, Department of Biology, Balkan Campus, 22030, Edirne,
e-mail: mehmetaybeke@trakya.edu.tr

Received (Alınış): 28 October 2015, Accepted (Kabul Ediliş): 12 May 2016, Published (Basım): 15 December 2016

Abstract: Specific understanding of root anatomy plasticity under salt stress is lacking and requires creation of efficient screening techniques for stress condition s. To fill this gap, this study aimed to determine the anatomical plasticity in root characteristics of 31 different rice cultivars (from 'Best' to 'Low' yielding) grown under real field conditions (saline and non-saline) from planting to harvesting and to reveal detailed root anatomical parameters that can be used to select and breed salt-tolerant rice. Anatomical and histochemical features of all cultivars and thin structures of the apoplastic barriers were investigated. The amount of silica (Si), 35 different anatomical characteristics, anatomical plasticity characteristics, plasticity rates, plasticity trends and changes and strategies of each group under saline and non-saline conditions were compared. The results showed that protective anatomical characters improved/remained equal to, and worsened/remained equal to those of the controls, in the 'Best' and other groups, respectively, from non-saline to saline conditions. Anatomical plasticity is essentially directly related to apoplastic barrier features. High genotypic variation was observed in root anatomy in all cultivars, but foremost traits were as follows: (1) cell size, (2) Si presence, (3) Si accumulation shape, (4) Si distribution towards root stele, (5) xylem arch features, (6) lignification-suberization properties in apoplastic barriers and their degrees, (7) presence/absence of idioblast cells filled with gummic and phenolic substances and (8) moderate anatomical plasticity. Cultivars with the most stabile anatomy under saline and non-saline conditions should be used to select and breed salt-resistant rice.

Key words: *Oryza*, rice, salt stress, anatomy, breeding, selection

Gerçek ve Tam Zamanlı Tuz Stresi Koşullarında Çeltikde (*Oryza sativa* L.) Değişken Kök Anatomisi Özellikleri ve Tuza Dayanıklı Çeltik Islahına Dönük Yeni Anatomik Seleksiyon Karakterlerinin Tespiti

Özet: Kök anatomisinin tuz şartlarında kullanılabilirliğine dair bilgiler eksiktir ve bu anlamda etkin anatomik seleksiyon karakterlerinin tespit edilmesi, çalışmanın esas amacını oluşturmaktadır. Bunun için 31 değişik çeltik çeşidinin (verim değerlerine göre "En iyi"den "en düşük"e kadar) tuz şartları ve kontrol şartlarında, çimlenmeden hasada kadar, karşılıklı olarak kök anatomik özellikleri karşılaştırılmış ve detaylı anatomik özellikleri çıkarılmıştır. İlaveten histokimyasal yöntemlerle apoplastik yapılar araştırılmıştır. Si elementi değerleri, anatomik değişken değerleri, plastisite oranları, plastisite eğilimleri ve her grubun tuz stresi altındaki stratejik anatomik değişim yönelimleri tespit edilmiştir. Sonuçta; koruyucu anatomik karakterlerin "En iyi" grupta ya aynı kaldığı (kontroldeki gibi) ya da kısmen iyi yönde artış gösterdiği, diğer gruplarda ise aynı kaldığı (kontroldeki gibi) ya da daha kötü yönde değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Anatomik plastisite özelliğinin temelde apoplastik bariyer karakterleri ile doğrudan ilişkili olduğu ortaya çıkarılmıştır. Her ne kadar tüm çeşitlerde tuz stresi altında az ya da çok anatomik değişkenlik görülse de en önde gelen anatomik karakterler şunlardır: (1) hücre boyutları, (2) Si varlığı, (3) Si birikim şekli, (4) Si'un kök stelar kısma doğru dağılımı, (5) ksilem ark yapısı, (6) apoplastik bariyerlerin lignifikasyon-suberinizasyon özellikleri ve dereceleri, (7) zambak ve fenolik içerikli idioblastik hücrelerin varlığı/yokluğu, (8) orta derecede anatomik değişkenlik. Özetle; tuzlu ve normal şartlar altında koruyucu modifikasyonlarını en stabil tutan çeşitlerin, seleksiyon ve ıslah açısından en fazla dikkate değer olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Oryza*, pirinç, tuz stresi, anatomi, ıslah, seleksiyon

Introduction

Rice (*Oryza sativa* L.) is the most salt-sensitive crop because it is ineffective in controlling the influx of salt (Na^+) into the roots, causing rapid salt accumulation at toxic concentrations in the plant (Singh & Flowers 2011). The effects of salinity on rice include reduced seed germination

(Hakim et al. 2010), decreased growth and survival of seedlings, damage to the structure of chloroplasts (Yamane et al. 2008), reduced photosynthesis (Moradi & Ismail 2007) and decreased seed set and grain yield (Asch et al. 2000). To cope with salinity, salt-tolerant rice cultivars are

needed to be developed (Rajendran et al. 2009), which requires the development of efficient techniques for identifying the components related to salt tolerance (Ashraf & Akram 2009). When rice plants are exposed to salt stress, they generally respond to this stress at morphological, anatomical, cellular and molecular levels (Ashraf 2004). On the other hand, some studies have reported that salt resistance can be achieved by physiological factors without considering anatomical parameters (Hwang & Chen 1995). However, in a previous study evaluating factors involved in overcoming drought stress in rice, effective root anatomical parameters were revealed and substantial genotypic variations in the root system were observed, which can be used to enhance the water capture ability and improve the drought tolerance of rice (Fukai & Cooper 1995, Meyer et al. 2009). In addition, structural variations were observed when roots were treated with different drugs (Fang et al. 2007, Suralta & Yamauchi 2008, Meyer et al. 2009, Lynch et al. 2014). These findings observed under different stress conditions suggested that root anatomical variations under saline conditions could be used as a great opportunity for salt-resistant rice breeding. The lack of efficient root anatomical screening techniques has delayed progress research on salinity resistance in rice (Singh et al. 2013, Lynch et al. 2014).

On the other hand, because of the complexity of environmental interactions such as soil–water interactions, real and full-season studies that integrate in vivo approaches, such as root function and/or anatomy assays, will be important tools in concert with empirical studies. This change will require expertise in plant biology and breeding studies. Most importantly, this challenge calls for renewed emphasis on understanding the plant root phenomena in the context of salt stress (Lynch et al. 2014). In summary, there has been a lack of studies detailing rice root anatomical parameters across many cultivars under full-season and real salt-stress conditions. In addition, more effective and practical root anatomical parameters involved in the response of rice plants to salt stress have not been determined. In this study, we examined rice root anatomy under real salt-stress environmental conditions and specifically noted which parameters exhibited changes, if any, and to what degree could they be used in screening for salinity resistance. In summary, this study had the following aims: (1) to examine root anatomical parameters of different rice cultivars which were categorized into 4 different groups (Best, Good, Middle and Low) according to their yields and salt tolerance under saline and non-saline (control) conditions; (2) to determine the extent of anatomical modifications (plasticity) of 31 different rice cultivars grown under saline and non-saline real field conditions and in all soil–water interactions from germination to harvest; (3) to measure strategic responses of root anatomy under natural salt-stress conditions and (4) to develop an effective screening procedure for rice resistance to salinity based on the results.

Materials and Methods

All experiments were conducted simultaneously in Edirne, TURKEY, in Thrace Agricultural Research Institute's fields (control) along Meriç River and in a field with salty water and soil conditions in Salarlı village along Ergene River, Uzunköprü (Fig. 1, 2). The average temperature data of the fields' area and all water + soil analysis averages were obtained from official meteorological state and regional agricultural research institute routine laboratory, respectively. The day temperature ranged from 25°C to 34°C, while the night temperature fluctuated between 22°C and 31°C. The humidity ranged from 50% to 75% during the growing period. Chemical characteristics of the soil and water were as follows; **Ergene basin, saline conditions;** soil pH: 7.47 (light alkali); 1.591.00 mmhos/cm; water pH: 7.96; ECx108: 3580 micromhos/cm; sodium absorption ratio (SAR): 18.71; and irrigation water class: C4S3 (very high salt concentration, not suitable for irrigation). **Meriç non-saline conditions;** soil pH: 7.05 (neutral); water pH: 7.49; ECx108: 630 micromhos/cm; SAR: 5.64; and irrigation water class: C2S1 (a good level of irrigation water, can be used as irrigation water in almost all plants).

Thirty-one different rice cultivars with varying salt resistance (categorised as Best, Good, Middle and Low) and yield (Aybeke & Demiral 2012) were used in this study (Table 1). Roots were washed with the same river water after removing the soil. The silica (Si) concentration in the roots was determined following nitric–perchloric acid digestion using inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP atomic emission spectrometer, Perkin-Elmer Co., Norwalk, CT, USA) (see also Aybeke & Demiral 2012) and Si content was represented by its concentration (% weight) in the roots. In all trials, 85-day and 14-leafed mature flowering plants were used (Sürek 2002). In the field, upper one third parts of adventitious roots were cut by using lancet and fixed in formalin-acetic acid–alcohol mixture (Aybeke 2004). These samples were washed and stored with 96% and 70% alcohol, respectively. Their paraffin sections were made with a Leica RM2255 microtome and three different staining methods were applied (Hematoxylin-Eosin, Alcian Blue-Safranin and Sartur staining for ergastic substances). The sections were incubated for 3-5 minutes in hematoxylin and washed with tap water before stained with eosin for 10-15 seconds. For Safranin-Alcian Blue method, paraffin sections were treated with 6 parts Safranin-4 parts Alcian Blue dye mixture for 3 minutes and washed with rising alcohol serie. For Sartur dye method (Çelebioğlu & Baytop 1949) sections were directly examined by using 1-3 drops of the dye under a microscope for ergastic substance detection. All dyed sections, except Sartur, were mounted on glass slides with Entellan after passing the xylene series. Microphotographs were taken with an Olympus BH-2 photomicroscope and anatomical investigations were made under an Olympus BH-2 photomicroscope. Thirty-five different qualitative anatomical parameters of the roots were determined (Table 1). Anatomical plasticity trends of each cultivar were calculated by collection of differences

(improved/ worsened/remained unchanged, as symbols ▲, ▼, # in Table) in anatomical traits across treatments. This characterized the strategies of each group under salt stress. Anatomical change rates of each group were found by comparing anatomical changes under stress conditions in different root tissues. No statistical analysis was performed because all parameters were qualitative (not quantitative). In addition, root apoplastic barrier properties and Si content of some cultivars were investigated by EDX facilitated scanning electron microscopy (SEM). For SEM preparation, the method of Aybeke (2007) was used with some modifications. Root sections were directly observed and photographed with a Zeiss EVO LS10 scanning electron microscope after paraffin dissolution.

ABBREVIATIONS: **A:** Arches, **C:** Cortex, **E:** Exodermis, **ED:** Endodermis, **EI:** Exodermis inner, **EM:** Exodermis middle, **EO:** Exodermis outer, **IC:** Inner cortex, **M:** Medulla, **OC:** Outer cortex, **P:** Pericycle, **PH:** Phloem, **Prt:** Protoxylem, **Uth:** 'U' thickening, **Xy:** Xylem.

Results

Epidermis was generally quietly damaged, mostly lost, 3-layered exodermis (outer layer, lignified middle layer, partially or non-lignified inner layer), outer cortex (OC) present or not, as a continuous or alternating with Exodermis inner (EI), aerenchymatic middle cortex, 1-2-layered, Inner cortex (IC) sometimes absent, non-lignified or slightly and partially lignified, and thin-walled, not usually "U" form of thickening (Uth) in the Endodermis (ED), if it exist, thin; Pericycle (P) as a continuous line, Phloem (PH) usually in the form of small island between arches, parenchyma intact, robust, protoxylem and arces were generally regular, Arches (A) 3-4, Medulla (M) thin, slightly thick-walled and lignified (Fig. 3a).

General anatomical features of the groups

In Meriç conditions:

Exodermis;

Best group: EO: 1 row; EM: regular, quite thick-walled; EI: 1 row and large (Fig.3b).

Good group: EO: 1 row, more or less damaged; EM: 1-2-layered, in which all walls lignified; EI: 1 row, thin-walled or relatively thick-walled, lignified to different degrees.

Middle group: EO: 1 row, regular, sometimes large-celled; EM: 1-2-layered in rows; EI: 1 row, lignified in various thicknesses.

Low group: EO: 1 row, rarely 2-rowed or damaged (Fig. 3c); EM: 1-2 rows, with walls varying in thickness; EI: 1-2 rows, absent or alternating with OC, with or without lignification.

Cortex and endodermis;

Best group: OC: alternating with E or absent, aerenchyma lysigenous, less lignified or non-lignified; IC: 1-2 rows, partly lignified or non-lignified; ED: 'Uth' is thin or relatively thick.



Figure 1. The satellite map of the areas where the field trials were performed (the maps were obtained from Google Earth program. **a)** Control (non-saline) conditions (Meriç River), **b)** Saline conditions (Ergene River). Red stars indicate the experimental fields and yellow arrows indicate the rivers.

Good group: OC: absent or partly present, aerenchyma usually lysigenous and containing some amounts of Si; IC: absent or partially present, thin-walled; ED: absent or 1 row; 'Uth': unclear or obvious, generally thin-walled.

Middle group: OC: absent or present, aerenchyma lysigenous and sometimes lignified; IC: 1-2 rows, regular, lignified or non-lignified; ED: 'Uth' indistinct or clear.

Low group: OC: absent or alternating with IE, regular and crushed, aerenchyma lysigenous or partially schizogenous, lignified or non-lignified, rarely with Si; IC: 1-2 rows, damaged, regular, thin-walled, lignification variable; ED: 'Uth' irregular, very fine (Fig. 3d) and damaged.



Figure 2. Field view of 31 rice cultivars grown in saline Ergene conditions.

Table 1. Rice cultivars of which root anatomical qualitative parameters examined in the study. Abbreviations written in red and *italics* are additional characters specific to anatomical plasticity table and others (black) are characters that are common to anatomical properties and anatomical plasticity (changing) tables. *: yield values of each cultivar and categorizations of all of them were carried out according to Aybeke & Demiral (2012).

Cultivars and grouping in terms of yielding values*	Best: Kral, Kırkpınar Good: 7721, Sürek, Ece, Kros 424, Gala, Veneria Middle: Altınyazı, Durağan, Halilbey, Koral, N-41-T, Osmançık Low /very low: Akçeltik, Beşer, Edirne, Gönen, İpsala, Karadeniz, Kargı, Meriç, Neğiş, Plovdiv, Ranbelli, Rocca, Şumnu, Trakya, Tunca, Yavuz, Kızıltan
Exodermis	<p>1. EOL: Outer Exodermis layer number</p> <p>2. G: Greatness, G: big, GG: <i>layer number increased to 2, and both two layers robust, G-G: the outer deformed, inner one is most stable</i>, g: normal-small</p> <p>3. S: structure, +: regular, ++: <i>uniformity more increased</i>, -: damaged, ±: partially damaged/regular</p> <p>4. AW: Anticlinalwall, II: ant. walls erect, I<: erect-lobed; <: lobed</p> <p>5. S: silica, s+: present, s++: silica has increased even more so when, s-: absent, S+*: silica on outer periclinal walls, s+**: <i>silica on the corners of cells</i></p> <p>6. EML: Middle Exodermis layer number</p> <p>7. W: wall, w: thin, w-: <i>wall thin and more thinned under salinity</i>, W: thick, WW: fairly thick, w*: <i>silica on the corners</i></p> <p>8. S: structure, +: regular, -: damaged, ±: partially damaged / regular, +si: <i>both regular and bearing silica</i></p> <p>9. EIL: Inner Exodermis layer number, 0: absent/ damaged, 1,2: present, *: cells large, **: <i>become larger, s: become smaller, ↔: alternating with inner cortex</i></p> <p>10. L: lignified wall, -:absent, □: on all surface, ∩: on only outer periclinal and anticlinal walls, ∩▲: <i>lignification relatively more dense on outer periclinal and anticlinal walls</i>, ∩: only anticlinal walls, -: <i>nonlignified laterly</i></p> <p>11. W: wall, +: thick-walled, □: on all wall surface thick, ∩: outer periclinal walls and anticlinal walls thick, -: not thick(thin-walled), Ss: <i>with silica, ↔: alternating with outer cortex</i></p>
Cortex/Endodermis	<p>12. OC: Outer cortex, layer number (1,2), -: absent, ↔: alternating, B: <i>become larger, +: become more regular, L+:</i> <i>lignified more markedly</i></p> <p>13. AE: Aeranchyma, lz: lizigen, sl: schisolysigenous</p> <p>14. L: lignification, I+: present, I-: absent, I±: partially found, ∩: <i>outer periclinal walls and anticlinal walls lignified</i>, □: <i>on all wall surface lignified</i></p> <p>15. Si: silica, s+:present, s-:absent,</p> <p>16. IC: Inner cortex layer number (1,2), 0:absent</p> <p>17. L:lignification, I+:present, I-:absent, I±:partially present, ∩: only outer periclinall walls, □□: on all wall surface</p> <p>18. W: wall, w: <i>thin-walled</i>, W: <i>thick-walled</i>, WW: <i>more thick-walled</i>, w+s: both thin-walled and with silica, ∩: only outer periclinal walls thick, □: all wall surface thick,</p> <p>19. R: Regularity, +: regular, -: damaged, ±: regular-damaged in from places to place, ++: <i>while regular control, become more regular salt stress</i></p> <p>20. E: endodermis, 0: absent, 1: 1-layered,</p> <p>21. R: Regularity, +: regular, -: damaged, ±: regular-damaged in from places to place,</p> <p>22. U: thickening type (Figure 16-22)</p>
Pericycle, Phloem	<p>23. PS: pericycle structure, p+: regular, p-: unregular, p++: <i>while regular in control, but more regular in salt stress</i></p> <p>24. P#: pericycle layout, f: pericycle dotted with phloem, p: pericycle continuous, not dotted, f: <i>pericycle dotted the same manner as in non-saline conditions</i>, f-: <i>interruption reduced</i>, ff: <i>interruption increased</i>, L+: <i>lignified</i>, W: <i>thick-walled</i>, WW: <i>more thick-walled</i></p> <p>25. PH: phloem, fp↑: phloem located both on pericycle and in stele, f=: <i>phloem only on pericyyle</i></p> <p>26. PP: gap status in pericyyle, p0: pericycle includes gaps, p1: pericyyle is as an continuous layer, not gapped</p> <p>27. Si: silica, -: absent, 1: present, ±: present partly, id: <i>idiyoblast cells present</i></p> <p>28. PH: phloem ve parenchyma layout, altogether, PH+: regular, PH-: unregular, PH±: damaged place to place, PH++: <i>while regular, became more regular in salt stress</i>, L+: <i>additionnaly lignified under saline stress</i>, W: <i>thick-walled in saline conditions</i></p>

Table 1. Continued

Xylem	<p>29. A: arches number, ▼: decline, ▲: increased, = not changed</p> <p>30. AS: arches structures, a+: regular, a-: unregular, a±: partly damaged / regular, w: thin-walled, *: lignification occurred a little more than usual, W: thick-walled, L±: Lignified more or less, not quite</p> <p>31. M: medulla, w: thin-walled, W: thick-walled, WW: fairly thick-walled, WWW: extremely thick-walled, W±, w±: wall has been damaged in salt stress</p> <p>32. Si: silica, +: present, -: absent, ±: present place to place</p> <p>33. S: Stelar layout, L▲: lignification increased, L±: more or less lignified, W▲: thickness increased, -: unchanged, id: idioblast cells present, S▲: stele became more regular and robust</p> <p>34. Pr: protoxylem, -: absent, / little, 1: at normal density, 2: very dense, ▲: density increased</p> <p>35. PrL: protoxylem lignification, pr+: normal, lignified, pr±: partly lignified, pr-: non-lignified, L+: lignification increased, W: thick-walled, A: integrated with arches</p>
--------------	---

Pericycle and stele:

Best group: P: interrupted with PH (also in other groups); PH and Xy: parenchyma regular; M: normal or quite thick-walled, regular (Fig. 4a).

Good group: P: quite crushed; PH: located in both P and stele, Si present sometimes, generally PH and parenchyma damaged or regular; A: very damaged or regular; M: thin or very thick-walled, lignified, included Si in some samples (Fig. 4b).

Middle group: PH and parenchyma regular or irregular, crushed, thin-walled; A: 4–5, arcs with Si partially available (Fig. 4c), protoxylem lignified.

Low group: P: irregular, damaged or relatively regular; PH and parenchyma: regular or irregular; A: 3–7, trachea partially or completely damaged, rarely with Si; M: thickness and lignification variable, sometimes include Si. In addition, all anatomical features of all cultivars under non-saline conditions (Meriç) are given in Table 2 in detail.

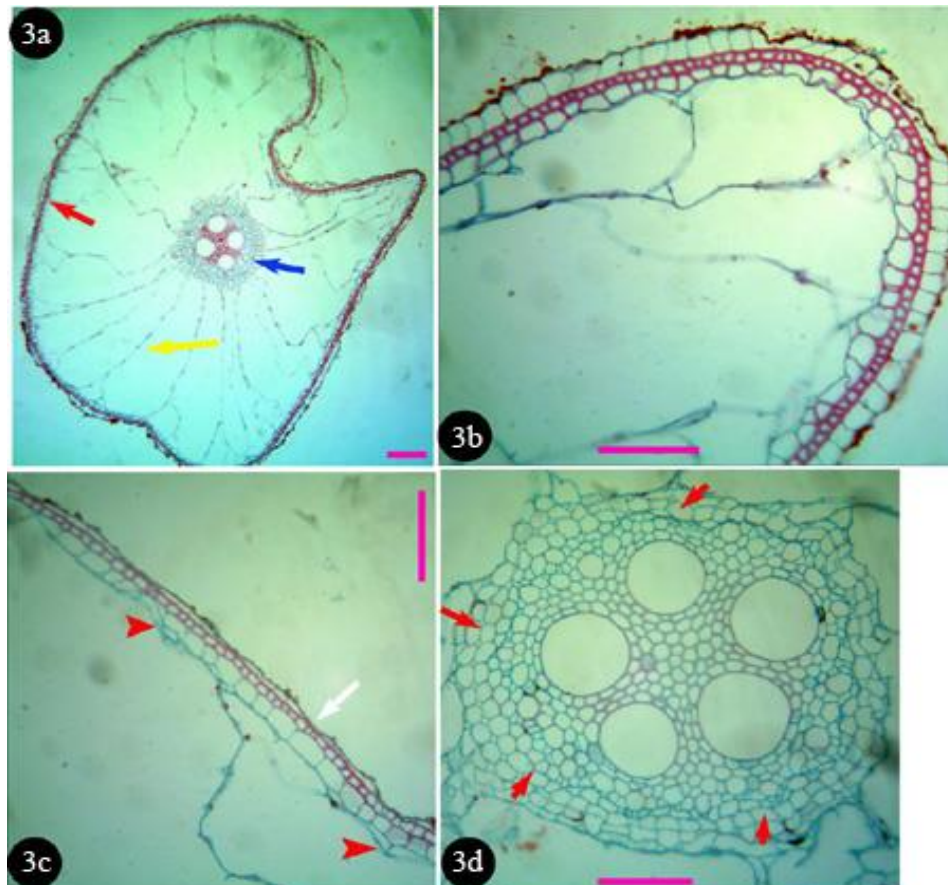


Figure 3. a) General anatomical features of rice root. Red, yellow and blue arrows indicate exodermis, aerenchyma and stele, respectively. b) Kirkpınar (Best) root exodermis in control conditions. All three exodermal layers are regular. The middle layer is small, clearly lignified and thick-walled, c) Ranbelli (Low) in control conditions. The outer exodermis is almost completely lost or fairly flattened (arrow) and the outer cortex is entirely absent or small-celled (arrow head), d) Ranbelli (Low) in control conditions. Low endodermal U thickness (arrow) is seen. **Bars:** 50µ in 3a and 20µ in 3b-d.

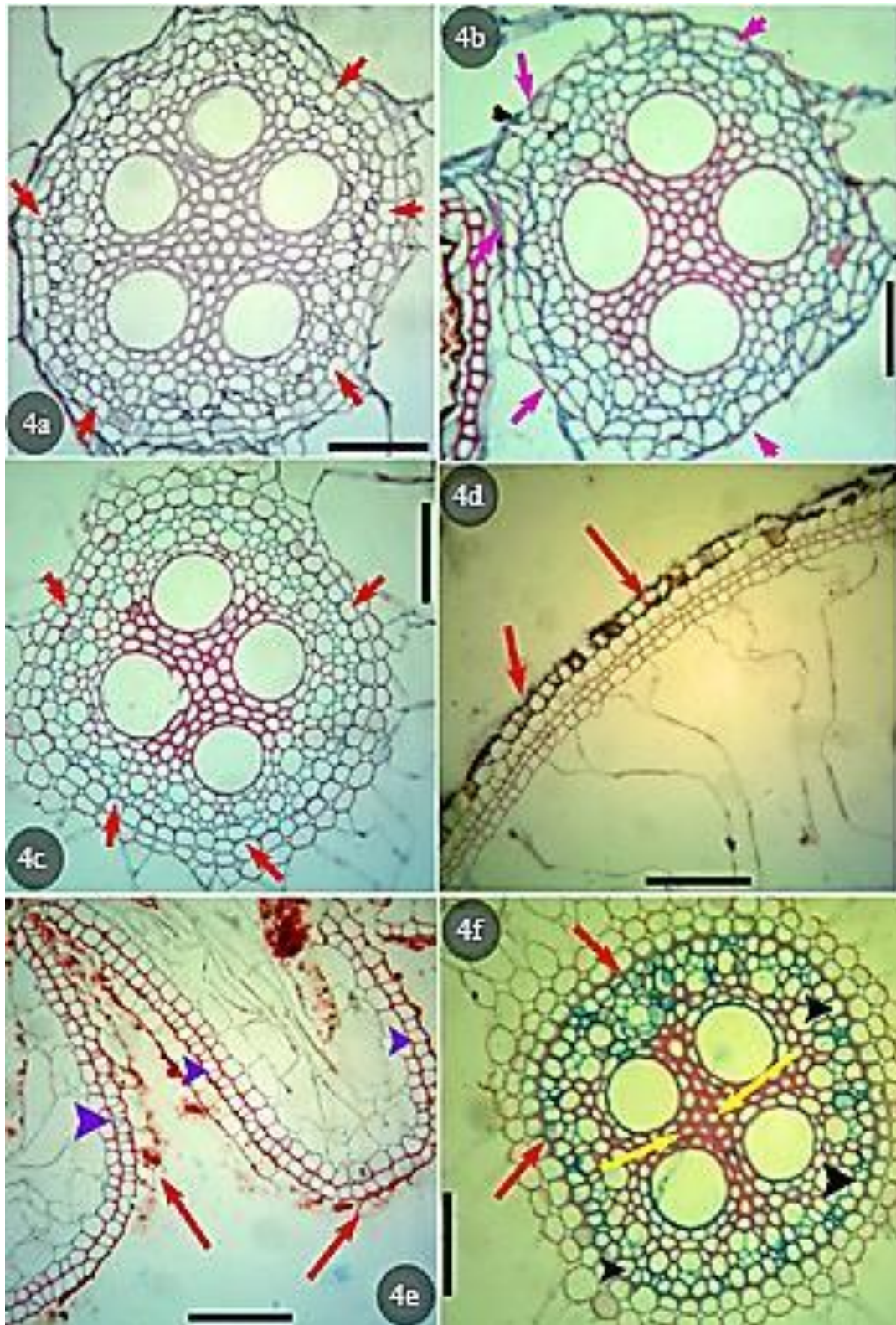


Figure 4. **a)** Kral (Best) stele in control conditions. All stelar structures, with more arches (5), and endodermis (red arrow) are very regular, **b)** Kros (Good) stele in control conditions. A partially crushed inner cortex (arrow) and irregular endodermis (arrowhead) are seen, **c)** N41T OT (Middle) stele in control conditions. There is a regular and continuous endodermis (arrow) and all standard stelar structures (**a**: arches, **m**: medulla), **d)** Kırkpınar (Best) exodermis in Ergene conditions. Note the clear and regular exodermal cell layers, particularly the outer cells densely filled up with suberized material (red arrow), **e)** Ece (Good) exodermis in salty Ergene conditions. The outer layer is partially damaged (arrow), and there is thin-walled middle layer (arrowhead), **f)** Kargı (Low) in salty Ergene conditions. The endodermis “U” structure (red arrow) and medullar cells (yellow arrow) are very thick and the pericycle (arrowhead) is lignified. **Bars:** 20 μ .

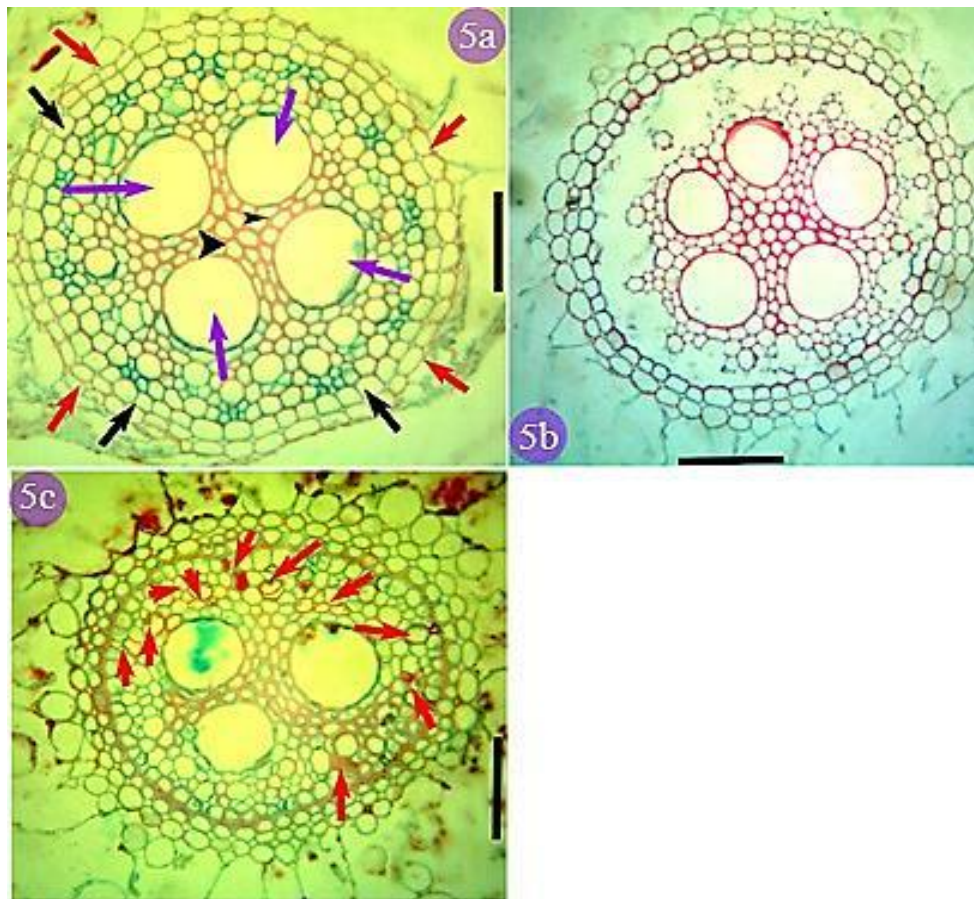


Figure 5. a) Kral (Best) stele in salty Ergene conditions. Very clear and regular inner cortex (red arrows) as well as endodermis (black arrows) arches (blue arrows) and medullar cells (arrowhead) were seen, b) 7721 (Good) stele in salty Ergene conditions. The phloem and xylem parenchyma were fairly damaged and were lost, c) Yavuz (Low) in salty Ergene conditions. Dense stellar lignification was observed along with idioblast cells filled with gummy and tannic/phenolic substances (arrows). **Bars:** 20 μ .

In salty Ergene conditions:

Exodermis:

Best group: EO: 1–2, slightly damaged, regular, sometimes with Si; EM: small, lignified, 1–2 rows, thin-walled (Fig. 4d); EI: alternating with OC or continuous.

Good group: OE: 1–2 layered, Si intense; EM: 1 row, rarely 2 rows, thin- or thick-walled, regular (Fig. 4e); EI: absent or present, 1 row, alternating with OC, small or large-celled, lignified.

Middle group: OE: 1–2 rows, large, crushed, with more or less dense Si; ME: 1–2 rows, lignified and continuous, sometimes with Si; EI: absent or alternating with cortex, lignified in different ways.

Low group: OE: absent or 1–2 rows, sometimes with Si, large, sometimes crushed; ME: 1-layered, walls lignified, small, regular, with Si present sometimes; EI: 1 row, absent or replaced with OC, sometimes locally damaged by Si.

Cortex and endodermis:

Best group: aerenchyma lysigenous (common in almost all groups); IC: 1–2 rows, regular, lignified; ED: ‘Uth’ very thin or too thick.

Good group: aerenchyma non-lignified, with dense Si, non-lignified; IC: 1–2 rows, lignified; ED: ‘Uth’ at different rates.

Middle group: OC: sometimes absent or regular, large or alternating with EI, aerenchyma sometimes schizogenous, partially lignified; IC: 1–2 rows, rounded, lignified, and thick-walled; ED: ‘Uth’ thin or regular.

Low group: OC: absent or alternating with EI, aerenchyma partially schizo-lysigenous, non-lignified or lignified; IC: absent or 1–2 rows, regular, lignified, partly thick-walled; ED: ‘Uth’ uncertain or partly thick (Fig. 4f).

Pericycle and stele:

Best group: P: interrupted with PH (almost common in other groups); PH: located in both P and stele (common); PH and parenchyma: thin-walled; A: 4–6; M: thick-walled; Xy: regular; protoxylem at normal density, thick-walled, lignified (Fig. 5a).

Good group: P: 1 row, sometimes lignified, idioblast cells, Si and lignified cells were found; PH: regular, rarely damaged (Fig. 5b); A: 4–5; M: thin or thick.

Middle group: P: rarely continuous (uninterrupted), idioblast and dense lignified cells present; parenchyma:

thin-walled, regular; A: 5–6; M: different thicknesses, lignified, sometimes damaged; protoxylem lignified, integrated with A.

Low group: P: sometimes lignified and thick-walled, PH, parenchyma and stele regular or partly damaged; A: 3–7, trachea/tracheid sometimes damaged or lignified intensively, sometimes stele not fully lignified or excessively lignified, tannic substances, idioblast cells present (Fig. 5c); M: variable in thickness. Anatomical properties or anatomical plasticities of all cultivars under saline conditions (Ergene) were given in Table 3 in detail. In general, many of the characters in the Best group remained unchanged. Also changing trends which is positive and negative direction, almost equal to each other; as for other groups (Good, Middle, Low), changing trends of the characters became more active, reduced the number of unchanging character. Another important finding is that when switching to the normal conditions to saline conditions, anatomical characters vary more positively, especially Good, Middle and Low groups.

Strategic approaches of groups for removing salt stress

Exodermis;

Best group: Strategic parameters (Table 4) were more stable in this group. Also, E-C alternation was absent, which was an important difference from the other cultivars. If any of these parameters were missing, the salt stress would be overwhelming. The modifications of both EO and EI layers were as important as those of the EM.

Good group: EO generally exhibited more uniform changes, was large and had more rows of cells and Si. EM row number generally decreased from control to salty conditions. Walls were transformed partially or entirely to being thin lignified or unchanged. EI showed increasing or decreasing modifications in cell size or lignification or both. Within this group, inverse changes among these strategic parameters (Table 4) were frequent. In general, in the groups 'Best' and 'Good', protective variations were reduced in EM, but concentrated in EO and EI.

Middle group: Osmancık, Durağan and Koral exhibited more protective variation than other cultivars in this group. EM usually exhibited a thinner and more lignified wall, the row number remained unchanged or decreased and Si was present. EI, particularly in Koral and Osmancık, was superior in terms of the cell size, robustness and lignification.

Low group: Akçeltik, Beşer and Edirne showed more considerable protective mechanisms than others, but Kargı, Plovdiv and Yavuz were very different from the others in terms of the cellular layout. As results; in this group, increasing modifications in outer and inner layers were partially seen as to be changed from lower level to normal level.

Cortex and endodermis;

Best group: Kral kept its same feature of Meriç and showed no change under salt stress conditions. In contrast,

Kırkpınar exhibited fundamental changes in ED as well as IC. No change was found in OC, and variations were mainly found in IC and ED.

Good group: EO and EI of 7721, Kros-424 and Gala also exhibited considerable modifications. In contrast, variation in IC increased inversely with that in OE for Ece.

Middle group: OC was more apparent, regular, large or alternated with EI. Modifications in C-E were not as substantial as those in EO. In contrast, these modifications shifted to IC and/or OC and ED.

Low group: All results are given in Table 5 as well as an indication as to whether Si was elevated or not.

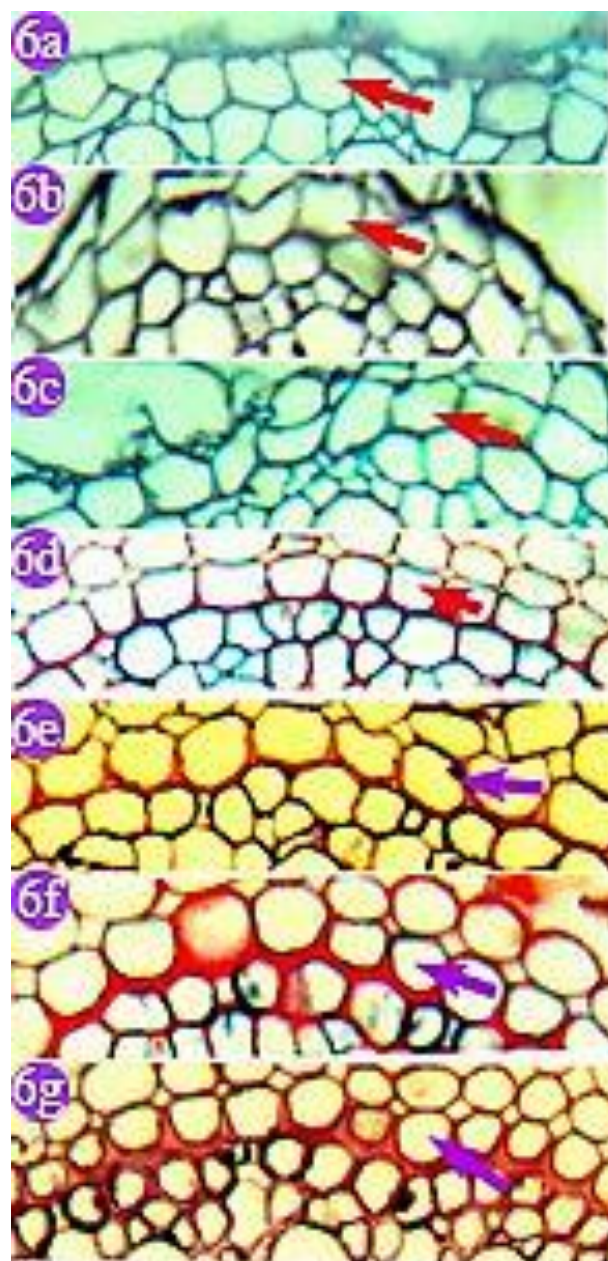


Figure 6. Endodermis types according to their 'U' wall thickness; Meriç types: a) Tip 0, b) Tip I, c) Tip II. Ergene Types: d) Tip I, e. Tip II, f) Tip III, g) Tip IV.

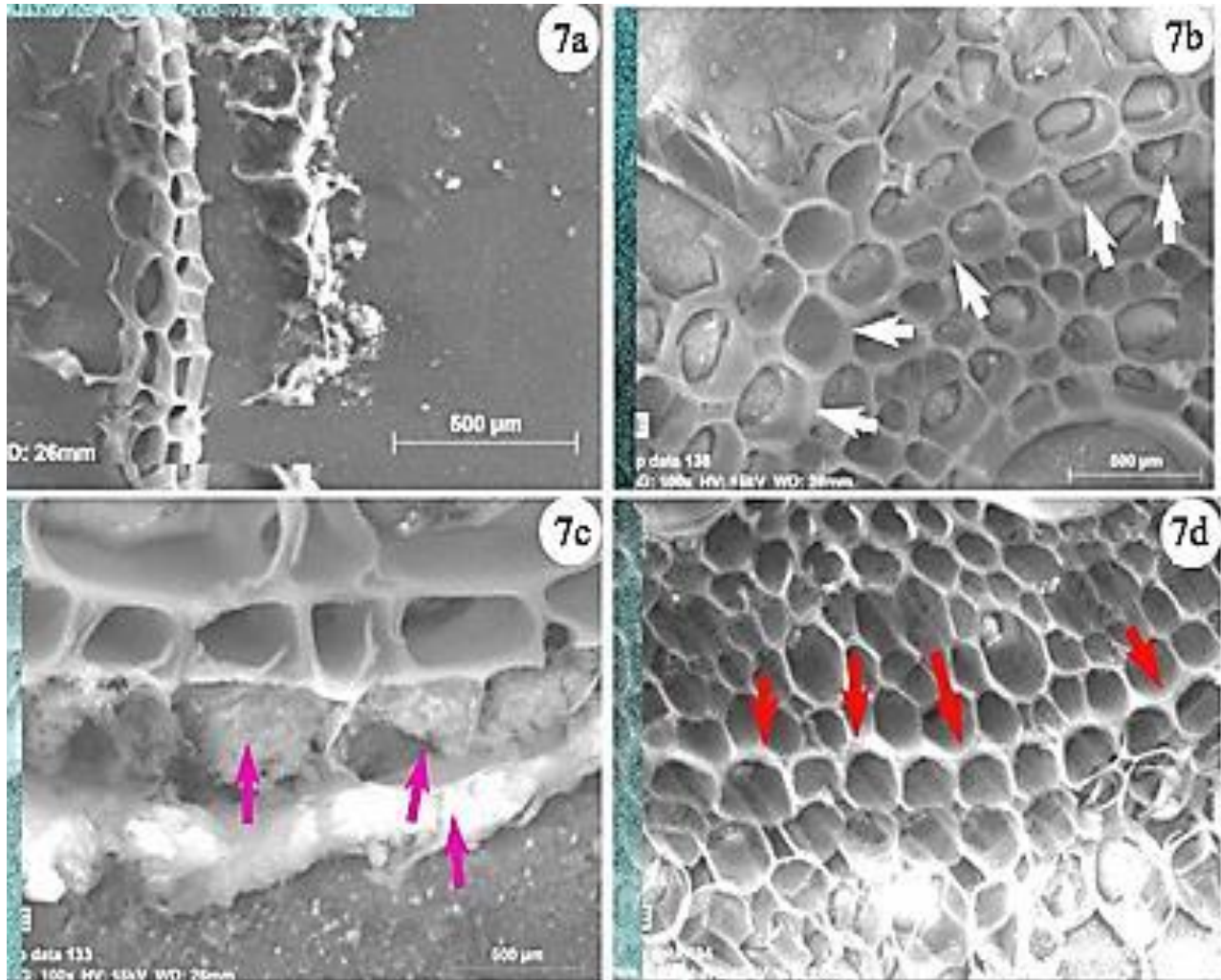


Figure 7. a) Partially magnified exodermis of Akçeltik root (outer layer damaged thoroughly, b) Akçeltik endodermis (arrows), c) Kırkpınar (salty Ergene conditions), suberised, thick-walled outer exodermal cells, covered externally with dense suberin and filled with dense suberised material (arrows), d) Endodermis (EDX densities were schematized on the same figures as sidebars indicating Si contents as blue points densities from outward to inward).

Pericycle and phloem;

Best group: With regard to P continuity, Kral was better than most cultivars.

Good group: Usually PH was cut intermittently by P (common), but variations in discontinuity occurred.

Middle group: Gaps in P were either present or absent. N-41-T, Durağan and Osmancık showed more protective variations than the other cultivars. PH and parenchyma layouts did not worsen nor did they remain unchanged in the Best, Good and Middle groups. In the Low group, these features generally worsened.

Xylem;

Best group: There was no reduction or worsening change in Kırkpınar.

Good group: In particular, Sürek and 7721 showed increased protective modifications in ED, C, P and Xy.

Middle group: In particular, Xy of Osmancık changed significantly.

Low group: Idioblast cells were observed in Tunca and stellar lignification increased considerably in Yavuz, Rocca, İpsala and Akçeltik (Table 4).

The plasticity rates had a remarkable increase depending on different root regions (Table 5).

In general, under saline conditions, the Si content of all cultivars increased, whereas cultivars in the Best group showed little change or a slight increase in Si content. According to the Si value in all groups, Si content was not a distinguishing character (Table 6). Under saline conditions, in Akçeltik (Low group), Si contents [as total amount (% weight)] were 414776 (68.55%) and 358071 (68.59%) in E and ED, respectively, according to EDX-SEM examination (Fig. 7a-7b). As for Kırkpınar, Si amounted to 344177 (68.30%) in E and 333611 (62.92%) in ED. Furthermore, the outer exodermal cells are densely filled with suberin material as well as Si. (Fig. 7c-7d).

Table 2. Anatomical properties of all cultivars in control (non-saline, Meriç) conditions. *: groups indicated in different colors as orange (Best), yellow (Good), green (middle) and blue (Low). For icon descriptions please refer to the Table 1 in Material and Methods section. For Endodermis “U” thickenings types, see Fig. 6a-g.

Groups*	Outer Exodermis					Middle Exod.			Inner Exod.			Outer cortex, Aerenchyma				Inner cortex				Endodermis			Pericycle / Phloem					Xylem						
	EOL	G	S	AW	s+/-	EML	W	S	EIL	L	W	OC	AE	L	Si	IC	L	W	R	E	R	U ²	PS	P#	PH	PP	si	PH	A	AS	M	Si	Pr	PrI
Kral	1	G	+	I<	s+*	1,2	WW	+	1,*	↔	-	↔	lz	l±	s-	1	∩	w	+	1	+	I	P+	f	fp↑	P1	-	PH+	5	a±	W	-	1	Pr+
Kırkpınar	1	G	+	<	s+*	1,2	WW	+	1*	□	-	0	lz	l-	s-	1,2	∩	w	+	1	+	I,II	P+	f	fp↑	P1	-	PH±	5	a+	WW	-	2	Pr+
7721	1	g	-	<	s-	1,2	W	+	1*	∩	-	-	lz	l-	s-	0	-	-	-	0	-	0	P-	f	fp↑	P1	-	PH-	-	-	-	-	-	
Sürek	1	G	+	I<	s+*	1,2	W	+	1*	□	∩	-	lz	l-	s-	1	l-	w	-	1	+	0	P+	f	fp↑	P1	-	PH-	4	a-	w	-	1	Pr+
Ece	1	G	±	I<	s-	1,2	WW	+	1	□	+	0	sl	l±	s-	1	∩	w	+	1	+	II	P+	f	fp↑	P1	-	PH±	6	a+	WW	-	1	Pr+
Kors-424	1	g	-	<	s-	1	W	+	0	-	-	0, ↔	sl	l-	s-	0	-	-	-	1	-	I	P-	f	fp↑	P1	-	PH-	4	a+	W	+	1	Pr+
Gala	1	g	-	<	s+	1,2	W	+	1, ↔	∩	-	0	lz	l±	s+	1	l-	w+s	+	1	+	I	P+	f	fp↑	P1	±	PH+	4	a+	w	-	1	Pr±
Veneria	1	g	±	I<	s+	1,2	WW	+	1	□	-	↔	lz	l+	s-	1	l+	w	-	1	+	1	P+	f	fp↑	P1	-	PH+	4	a+	WW	-	2	Pr+
Altunyazi	1	g	±	II	s+	1	WW	+	1	∩	-	-	lz	l+	s-	1	l+	w	+	1	+	0	P+	f	fp↑	P1	-	PH+	5	a±	W	±	1	Pr+
Durağan	1	G	±	<	s-	1	W	+	1	□	-	1, ↔	lz	l-	s-	1	l-	w	-	1	-	0	P+	f	fp↑	P1	-	PH±	4	a+	w	-	1	Pr+
Halilbey	1	g	-	<	s+*	2	WW	+	1	∩	□	0	lz	l-	s-	1,2	l-	w	+	1	+	0	P+	f	fp↑	P0	-	PH-	5	a±	W	-	2	Pr+
Koral	1	G	-	<	s-	1	WW	+	0	-	-	-	lz	l-	s-	1	∩	w	+	1	+	0	P+	f	fp↑	P1	-	PH±	5	a+	W	-	2	Pr+
N-41-T	1	g	-	I<	s-	1,2	W	+	1	□	∩	0	lz	l±	s-	1,2	∩	w	+	1	+	I	P-	f	fp↑	P1	-	PH+	4	a+	WW	-	1	Pr+
Osmancık	1	g	±	<	s-	1,2	W	+	1*	□	-	0	lz	l+	s-	1	∩	w	-	1	-	0	P+	f	fp↑	P1	-	PH-	5	a-	w	-	1	Pr±
Akçeltik	-	-	-	-	-	1	W	+	0	-	-	0	lz	l±	s-	0,1	l+	w	-	1	-	0	p-	f	fp↑	P1	-	PH-	5	a±	w	+	1	Pr+
Beşer	1	g	+	I<	s+	1,2	WW	+	1	∩	+	-	lz	l±	s-	0,1	l±	w	±	1	+	1	P+	f	fp↑	P1	-	PH±	5	a±	W	±	1	Pr+
Edime	2	G	+	I<	s+	1,2	WW	+	1, ↔	∩	∩	↔	lz	l-	s-	1,2	∩	w	+	1	±	I	P+	f	fp↑	P1	-	PH+	7	a±	WW	-	2	Pr+
Gönen	1	G	+	I<	s-	1	WW	+	1,2	-	□	1	lz	l-	s-	1,2	l-	w	+	1	+	0	P+	f	fp↑	P1	-	PH+	5	a+	WW	-	1	Pr+
İpsala	1	G	±	I<	s-	1,2	WW	+	1	∩	-	↔	sl	l-	s-	1	l-	w	+	1	+	0	P+	f	fp↑	P1	-	PH+	5	a±	W	-	2	Pr+
Karadeniz	1	G	±	<	s+*	1	WW	+	1	∩	∩	0	lz	l±	s-	1	l±	w	+	1	+	0	P+	f	fp↑	P1	-	PH+	4	a+	WW	+	1	Pr+
Kargı	1	G	-	<	s-	1	WW	+	1*	∩	-	0	lz	l-	s-	1	∩	w	+	1	+	I,II	P+	f	fp↑	P1	-	PH+	3	a+	W	-	1	Pr+
Meriç	1	g	±	<	s+*	1	WW	+	1,2, ↔	□	-	↔	lz	l+	s-	1	l-	w	-	1	+	0	P-	f	fp↑	P1	-	PH±	4	a-	W	-	2	Pr+
Neğiş	1	g	±	I<	s-	1	WW	+	1	□	-	0	lz	l-	s-	1	l-	w	-	1	-	0	P+	f	fp↑	P1	-	PH-	4	a±	w	-	1	Pr±
Plovdiv	1	g	-	I<	s-	1,2	WW,*	+	1*	□	-	0	lz	l-	s-	1,2	l-	k	±	1	+	0,I	P+	f	fp↑	P1	-	PH-	4	a+	W	+	2	Pr+
Ranbelli	-	-	-	-	-	1	W	+	1	∩	∩	↔	sl	l-	s+	1,2	∩	w	±	1	+	0	P-	f	fp↑	P1	-	PH±	5	a±*	W	+	1	Pr+
Rocca	1	g	±	I<	s-	1	W	+	1	∩	-	0	lz	l±	s-	1	l-	w	-	1	+	0	P-	f	fp↑	P1	-	PH+	4	a±	M	-	1	Pr+
Şumnu	-	-	-	-	-	1	w	+	0	-	-	0	lz	l-	s-	1	l-	w	-	1	+	0	P-	f	fp↑	P1	-	PH-	4	A±	w	-	1	Pr-
Trakya	1	g	±	<	s+*	1	WW	+	1*	□	-	0	lz	l+	s-	1	∩	w	±	1	+	0	P+	f	fp↑	P1	-	PH-	4	a±	W	-	1	Pr+
Tunca	1	g	+	II	s-	2	WW	+	↔	∩	∩	1, ↔	lz	l-	s-	1-2	l±	w	+	1	+	0	P+	f	fp↑	P1	-	PH+	4	a±*	w	-	1	Pr+
Yavuz	-	-	-	-	-	1	w	+	1	II	-	-	lz	l-	s-	1	l-	w	±	1	+	0	P-	f	fp↑	P1	-	PH±	5	a±	W	-	1	Pr+
Kızıltan	1	G	+	I<	s-	1	WW	+	1*	□	-	-	lz	l+	s-	1	l+	w	+	1	+	0	P+	f	fp↑	P1	-	PH+	5	a+	WW	-	2	Pr+

Table 3: Anatomical properties and plasticity of all cultivars grown in Salty Ergene field conditions. *: groups indicated in different colors as orange (Best), yellow (Good), green (middle) and blue (Low). Green, yellow and red areas indicate increasing, sameess and decreasing of the character, respectively. For icon descriptions please refer to the Table 1 in Material and Methods section. For Endodermis “U” thickenings types, see Fig. 6a-g.

Group*	Outer Exodermis					Middle Exod.			Inner Exod.			Outer cortex, Aerenchyma				Inner cortex				Endodermis			Pericycle / Phloem						xylem						
	EOL	G	S	AW	S+/-	EML	W	S	EIL	L	W	OC	AE	L	Si	IC	L	W	R	E	R	U ³	PS	P#	PH	PP	si	PH	A	AS	M	Si	S	Pr	PrI
Kral	1	G	±	I<	s+*	1	W	+	1	∩	↔	↔	lz	1±	s-	1	∩	w	+	1	+	I	P+	f-	fp↑	P0	-	PH+	▼	a+	W±	-	-	1	Pr+
Kırkpınar	2	GG	+	I<	s+***	1,2	W	+	1*	∩	-	0	lz	1-	s-	2	∩	w	+	1	+	I	P+	f	fp↑	P0	-	PH+	▲	a+	WWW	-	-	1	Pr+
7721	1	G	+	I<	s+*	1	w	+	1*	∩	-	-	lz	1-	s-	2	-	W	+	1	+	I	P-	f	fp↑	P0	-	PH-	▲	a+	w	-	-	1	Pr+
Süreç	2	G	++	I<	s+***	1,2	w	+	0,↔	∩	-	0,ss,+	lz	1-	s-	1	∩	w	+	1	+	III	P+	p, L+	fp↑	P1	1, id	PH+	▲	a±	W	-	L±, id	1	Pr+
Ece	1	G	±	I<	s+	1	w	+	1	∩	-	1	1	1+	s-	2	∩,W	w	+	1	+	I	P+	ff	fp↑	P0	-	PH+, L+	▼	a+	W	-	-	1	Pr-
Kors-424	1	g	+	II	s+	1	w	+	1*	∩	-	0,↔	lz	1-	s-	2	∩	-	+	1	+	III	P+	f	fp↑	P0	-	PH++	=	a+	W	-	-	2	Pr+
Gala	2	G	+	II	s+***	1	W	+	1	∩	-	↔	sl	1-	s-	1	L+	∩	+	1	+	I	P+	f, L+	fp↑	P0	-	PH+	=	a+	WW	-	-	1	Pr+, L+
Veneria	1	G	±	I<	s+	1	W	+	1*	∩	-	0	lz	1-	s-	1	L-	w	+	1	+	II	P+	f-	fp↑	P0	-	PH++	▼	a+	W	-	-	1	Pr+
Altınyazı	1	g	-	II	s-	1	W	+	1	∩	↔	↔	sl	1±	s-	2	L+	∩	+	1	+	II	P+	f	fp↑	P0	-	PH+	▲	a-	WW	-	-	1	Pr±,A
Durağan	1	G	+	<	s+***	1	w	+	0	-	ss	1, B, +	lz	1-	s-	1,	L+	w	+	1	+	I	P++	f-	f=	P0	-	PH+	▲	a+	W	-	-	1	Pr+
Hailibey	1	G	-	<	s-	1,2	W	+	1	∩	↔	↔	lz	1-	s-	1,2	1-	w	+	1	+	IV	P+	f	fp↑	P0	-	PH+	▼	a+	WW	-	-	2	Pr+,A
Koral	1	G	-	<	s+	1	W	+	1	∩	-	-	sl	L+	s-	1	∩	w	+	1	+	IV	P+	f, L+	fp↑	P0	-	PH+	=	a+	WW	-	-	1	Pr+,A
N-41-T	2	G-G	+	I<	s+	1	w	+	1,↔	∩	-	↔	lz	1±	s-	1,2	∩	∩	+	1	+	I	P+	f-	fp↑	P0	-	PH+	▲	a±	W±	-	-	1	Pr+
Osmançik	1	G	+1	II	s+*	1	w	+	1*	∩	-	0	lz	1-	s-	1	∩	k	±	1	+	IV	P++	F, L+	fp↑	P0	-	PH+	▼	a+, W, +	W	-	S▲	2	Pr+,W
Akçeltik	1	g	+	I±	s-	1	w	+	0	∩	↔	1	lz	1-	s-	1	L+	w	+	1	+	II	p±	f	fp↑	P0	-	PH-	5	a-	WW	-	Li▲, W▲	1▲	Pr+,A
Beşer	2	g	+	I<	s+	1,2	W	+	1	∩	-	-	lz	1-	s-	1	1-	w	±	1	+	I	P+	f	fp↑	P0	-	PH+	▲	a-	WW	-	-	2	Pr±
Edirne	2	G-G	+	I<	S+	1	W	+	0	-	-	0	lz	1-	s-	1	∩	w	++	1	+	II	P+	f	fp↑	P0	-	PH+	▼	a+	WW	-	-	1	Pr+, L+
Gönen	1	G	±	I<	s+	1	WW	+	1	∩	∩	↔, B, L+	lz	1-	s-	1,2	∩	w	+	1	+	IV	P+	F, L+	fp↑	P0	-	PH+	=	a-	WW	-	-	1	Pr+
Ipsala	1	G	±	I<	s+	1	w	+	1	∩▲	↔	↔	lz	1-	s+	1,2	L+	∩	+	1	+	III	P+	f, L+, W	-	P1	-	-	▼	a-	WW-	-	Li▲	2	Pr+
Karadeniz	0	-	-	-	s+	1	w	+si	1	∩	↔	↔	lz	1-	s-	2	1+	w	+	1	+	I	P+	f-	fp↑	P0	-	PH-	▼	a±	W	+	-	0	Pr+
Kargı	2	G	-	<	s+	1	W	+	1**	∩	∩	0	lz	1+	s-	2	∩	w	+	1	+	IV	P+	f, WW, L+	fp↑	P0	-	PH+	▲	a-	WW	-	id	1	Pr+,A, L+, W+
Meriç	2	G	+	<	s+*	1	w	+	0	-	-	0	lz	1-	s-	1	L+	w	+	1	+	II	P±	f-	fp↑	P0	-	PH+	▲	a-	M-	-	-	1	Pr+
Negış	1	G	+	I<	s+	1	w	+	-	-	-	↔	lz	1-	s-	1	∩	w	+	1	+	III	P+	f-	fp↑	P0	-	PH±	=	a-	w	-	-	1	Pr±
Plovdiv	1	G	+	I<	s+	1	w*	+	1**	∩	∩	1	sl	1+	s+	1,2	∩	w	+	1	+	III	P+	f, L+	fp↑	P0	-	PH+	▲	a+	WW	-	-	1	Pr+, L+
Ranbelli	1	G	+	I<	s+	1	w	+	-	-	-	0	lz	1-	s-	1	∩	∩	+	1	+	III	P+	f	fp↑	P0	-	PH+	▼	a±, L±	w-	+	-	0	-
Rocca	2	G	+	II	s+	1	w	+	-	-	-	↔	lz	1±	s-	1,2	∩	w	+	1	+	III	P-	f	fp↑	P0	-	PH+, L+	=	a+	WW	-	Li▲	1	Pr±
Şumnu	1	G	-	I<	s+	1	w-	+	0,↔	∩	-	↔	lz	1-	s-	1	∩	w	+	1	±	IV	P-	f	fp↑	P0	-	PH-	=	a±	WW	-	-	2	Pr-,W
Trakya	1	G	+	II	s+***	1	WW	+	0	-	-	↔	lz	1±	s-	2	∩	w	±	1	+	I	P+	f	fp↑	P0	-	PH±	=	a±,w,L±	W	+	-	1	Pr±
Tunca	1	G	+	II	s+	1	W	+	↔	∩	-	0	lz	1-	s-	1	L-	w	+	1	+	III	P+	F, Li+, W	fp↑	P0	-	PH+, W	=	a-, L±	WW	-	id	1	Pr+,W
Yavuz	1	G	+	I<	s+	1	W	+	1	∩	∩	↔	lz	1+	s-	2	∩	w	+	1	+	IV	P+	F, W, L+	fp↑	P0	-	PH+, L+	▼	a±, L++	WW	-	L▲, id	1	Pr+, L+
Kızıltan	1	G	+	II	s+	1	W	+	1*	-	-	-	lz	1-	s-	2	1-	w	+	1	+	III	P+	f	fp↑	P0	-	PH++	▼	a+	W	-	-	1	Pr+,L+, W

Table 4. Plasticity Strategies detected in different root tissues in the salty area. #: shows the alternative strategies, +: shows additional character as well as said character, /: shows different forms of the same character.

Best	E: Increasing layering + silica, wall thickness, lignification, (altogether). C- ED; IC: layering + IC wall thickness + lignification degree; aeranchyma lignified or not; ED, “Uth” feature. P- PH: P interruption (degree), PH: cell layout, PH gap scarcity / abundance. Xy: A, number increase / unchanged + solid, robust / partially damaged. M, area increased. Prt, kept its density and normal thick-walled lignified feature.
Good	E: wall thickness, Lignification density, cell size, alternating with cortex or not, layering. C- ED; OC: unchanged # appearing in saline cond.; Aeranchyma: lizigen to Schizo-lizigen # lignification decrease / increase; IC: layering + regularity + wall thickness, altogether, increased # layering unchanged but regularity + lignification increased # layering unchanged + regularity increased but non-lignified. ED: “Uth” More regular and thickened # partially thickened + thin-walled # slightly thickened, damaged # thinned, uncertain # unchanged, thin-walled. P- PH: P: interruption degrees / P loss; cells more regular # cells lignified # not interrupted continuous + idiyoblast and silica deposition present + lignified fairly. PH: with gaps # more regular / irregular # partially lignified. Xy: A, number increased/decreased/unchanged. Tracheal and xylem’s solid structure present. M, layout unchanged / partially reduced + silica lost # Silica generally present. Prt, unchanged in density # unchanged in density but lignification lost / increased # increased + kept fairly regular thin-walled, lignified structure # kept its damaged state # kept its damaged state + idiyoblast cells and lignified intensely # decreased.
Middle	E: cell size, strength, alternating with cortex or not, degree of lignification, wall thickness. C- ED; OC: more regular, large # partially evident # absent by alternating with E. Aeranchyma partly schizohenic, lignified (back to full lignified) # partially schizogenic, full lignified # both lizigen, non-lignified # both lizigen and partially lignified. IC: layering unchanged / increased + outer periclinal wall (OPC) thicker + entire wall lignified # layering unchanged + all wall surface lignified # layering unchanged + OPC lignified # layering unchanged + non-lignified wall. ED: “Uth” quite evident / thickened # partly evident / thickened (little) # uncertain # always uncertain, unchanged. P- PH: P: discontinuity unchanged / decreased # discontinuity present + some cells lignified and more regular # gaps absent. PH: unchanged/more regular. Xy: A, number increased + walls partially damaged + silica lost # increased + Xy more regular # number unchanged / decrease + wall’s damages absent + Xy more regular + lignification increased. M, quite thick-walled # wall thickness partly increased # wall thickness reduced + walls damaged. Prt, unchanged in normal density, lignified and robust feature # integrated with A + low density + thin-walled + less lignified # integrated with A + walls thicker and lignified # declined in frequency + maintained its regular lignified thickenings # kept its intensity + kept thick-walled and same lignified state.
Low	E; EO layering increased / unchanged/increased + dense/low silica # layering decreased + lignified thick-wall # cells larger/completely lost + silica increased. EM layering + lignification + wall thickness decreased # layering unchanged + lignified wall thinned / thickened. EI layering decreased + unchanged thick-walled lignification # layering + walls unchanged # alternated with OC # entirely lost. Layering, silica, lignification, wall thickness, alternation or losing in several combinations found. C- ED; OC: layering decreased # lost # partly present and widened / lignified # formerly absent, subsequently alternating with Ex # more impaired. Aeranchyma partially returned from schizolizigen to lizigen # non-lignified # increased lignification # unchanged, non-lignified # silica increased/never. IC: layering increased, but lignification unchanged # layering increased + lignification + wall thickened # layering increased + lignification spread over the entire wall surface / partially increased / lignification lost # layering unchanged + lignification increased/decreased/partially emerged / lignification lost # layering decreased + more regular cell + unchanged lignification/lignification spread over entire wall surface + increased outer periclinal walls thickness. E, returned as follows: little more evident, but not too thick # thicker and more regular # quite evident-thickened # unchanged, thin # always absent. P- PH: P: discontinuity unchanged/decreased # cells more regular/damaged form # lignification and wall thickness increased. PH: damages increased / reduced + more regular # unchanged as robust layout / damaged view # lignified entirely # gaps present. Xy: A, number increased + silica lost + wall damage dense / regular-robust # unchanged + trache heavily damaged + silica lost # unchanged + trache damaged + silica increased + less lignified # unchanged + traches regular + lignification dense+ Idioblastic cells intensive # decreased + wall damage partly few/increased # decreased + not lignified + damages dense # decreased + lignification increased # decreased + lignification increased + idioblastic cells present. M, quite thick-walled # kept thickness # M area decreased slightly. Prt, partially increased in density + integrated with A # increased + idioblastic cells present # increased + walls less lignified, thickened and partially damaged # unchanged + walls thick and lignified normally # unchanged + lignification increased # reduced # reduced (from high to normal level) + significantly lignified # quite few + thick-walled + lignified # completely lost.

Table 5. The plasticity rates depending on different root regions. *: based on plasticity strategies indicated in Table 4.

Group	Parametre number*				
	Exodermis	Cortex Endodermis	Pericycle Phloem	Xylem	Total
Best	4	5	3	5	17
Good	5	15	8	15	43
Middle	5	20	7	15	47
Low / very low	7	30	8	25	70

Table 6. Si contents (mg/kg) in cultivars grown in control and salty conditions. *: Meriç and Ergene respected control and salty conditions, respectively.

Cultivars	Si* (Meriç)	Si* (Ergene)
Kıral	540.39	543.7
Kırkpınar	366.78	479.46
Sürek-95	249.54	610.87
7721	495.37	425.5
Ece	436.56	678.34
Kros-424	463.03	319.34
Gala	429.07	562.14
Veneria	398.32	472.97
Osmançık	477.66	826.3
N-41-T	299.6	584.66
Durağan	327.48	666.11
Koral	357.5	371.95
Altınyazı	276.7	516.87
Halilbey	398.68	523.09
Neğış	683.09	373.45
Trakya	616.32	452.41
Şumnu	191.5	548.86
Gönen	240.47	558.02
Kızıltan	388.11	542.21
Beşer	708.37	812.8
Kargı	439.11	368.09
Edirne	384.02	318.94
Karadeniz	208.83	640.28
Rocca	286.2	429.43
Yavuz	596.6	479.11
Ranbelli	45.69	-
Meriç	331.26	528.65
Plovdiv	762.96	551.92
Akçeltik	361.21	526.04
Tunca	427.4	470.87
İpsala	407.42	-

Discussions

General anatomical structure: The epidermis was always absent, with 1–2-layered outer exodermis, 1–2-layered sclerenchymatous middle exodermis, 1–2-layered inner exodermis, outer cortex present or absent, sometimes alternating with inner exodermis, lysigenous or partially schizo-lysigenous aerenchyma and inner cortex subtending to 1 row of endodermis and pericycle in stele, 3–6 arcs of xylem consecutive with the phloem. The phloem was sometimes cut intermittently by the pericycle, with the xylem parenchyma present. The medullary structure was thick-walled and lignified. Apoplastic barriers were scattered in different regions of the root, depending on the cultivar, such as

sclerenchymatous middle exodermis and endodermis. Sometimes the pericycle, outer and / or inner cortex as well as the aerenchyma became lignified. Similarly, wild rice *Zizania latifolia*, a close relative of rice, showed suberised and even lignified endodermis (stage III) in response to salt. Adjacent, thick-walled cortical layers, single-layered suberised-lignified sclerenchyma layer, lysigenous aerenchyma and thick-walled inner cortical cells were also found in wild rice. In general, apoplastic barriers are present variously in roots (Fleck et al. 2011, Chaodong et al. 2014) For example, *Z. aquatica*, which is also closely related to rice, shows an uniseriate exodermis and biseriolate hypodermis (Clark & Harris 1981, Kotula et al. 2009) and the epidermis is often excised. This lack of root epidermal tissue is not uncommon in Poales (Rebouillat et al. 2009, Chaodong et al. 2014). Regarding the aerenchyma, a schizo-lysigenous to lysigenous state in the stem and leaf cortex of wild rice is normal and similar to *Cynodon dactylon*, *Eremochloa ophiuroides*, *Hemarthria altissima* and *Miscanthus sacchariflorus* (Yang et al. 2011). These air spaces transport oxygen to organs under hypoxic conditions (Chaodong et al. 2014), a crucial role of aerenchyma in aquatic and amphibious plants (Chaodong et al. 2011).

For all the groups (Best to Low), the response of each of the anatomical region to salinity stress are separately discussed below.

Exodermis: In the Best group, essential or strategic parameters only appeared in the Kırkpınar cultivar and Kral cultivar showed almost no difference. Here other possible physiological parameters (ions, hormones, antioxidants, osmolytes, etc.) were activated. Indeed, the yield of Kırkpınar was reported to be higher than that of Kral (Aybeke & Demiral 2012). The essential anatomical parameters given in Table 5, illustrate the important protective traits for these plants. In the Good group, cell size (large and robust) was an additional parameter essential for salt tolerance. Under normal circumstances (i.e. non-saline conditions), these cells were tiny and crushed or damaged but under saline stress they were large and more uniform. The yield values of these large- and regular-celled cultivars (e.g. 7721, Gala, Veneria) were reported to be higher than those of other cultivars in the Good group (Aybeke & Demiral 2012). In the Best group, this parameter was not observed as a variable, because in this group, the cells were always regular. In addition, Si was also increased and dense suberised material was observed (Fig. 7c). I believe that Si and suberin accumulation in the outer exodermis increased

resistance to salt stress. In addition, in the Good group, these essential parameters showed inverse trends of increase or decrease. However, all these parameters increased or decreased together in the Best group. In the Middle group, the exodermal layer number was important, along with the state of alternation with the cortex. However, this status was not normally seen in the Best group and in some of the cultivars in the Good group. Accordingly, the exodermal row number was replaced by alternation state as a protective anatomical structure. In the Low group, row number (decrease / increase / absence / equal), thick and lignified wall status and presence / absence of Si emerged as more variable parameters. In summary, the following results were observed: (1) All essential parameters were at the highest levels in the Best group, (2) the best protection was achieved by changes directed towards higher level of protection or keeping tissue components at the higher level, (3) any decrease in these parameters was accompanied by the addition of new parameters to resolve protective gaps, (4) in the Good, Middle and Low groups, the 'essential' parameters were lacking, decreasing or varying inversely with each other and (5) row number was an important parameter and lignified thick wall and cell-size regularity increased strength with Si. Accordingly, it was concluded that the exodermis is an important apoplastic barrier for resistance to salt stress.

Cortex and endodermis: In the Best group, the overall cellular changes in the inner cortex and endodermis of Kırkpınar were seen to increase substantially but such changes in the Kral cultivar remained to be limited (Table 3). Kırkpınar cultivar showed more effective protection with new anatomical changes in its cortex, endodermis and exodermis. In other groups (Good, Middle and Low), different parameters such as the robustness/disorder of the outer cortex, alternating status, aerenchymatous features, lignification degree, presence/absence of inner cortex, row number, lignification, wall features and endodermal thickening changed inversely with each other. There were more parameters in these groups than in the Best group because resistance to salt has shifted inwards to the inner cortex and even to endodermis. Therefore, if parameters (such as the exodermis) are not effective, additional traits would provide salt resistance. Similarly, the inner exodermis and outer cortex in Ranbelli, Rocca, Şumnu, Trakya and Tunca cultivars were very severely damaged. In these cultivars, increasing protective changes occurred in the outer exodermis, inner cortex and to some extent in the endodermis. In a recent study on drought and roots, large xylem vessels with lesser aerenchyma formation and higher starch content in tolerant rice varieties were required for the maintenance of water potential and energy storage (Singh et al. 2013). However, in the present study, starch was not found. Under saline conditions, the starch content in rice roots declined (Paridaa et al. 2005). I believe that absence of starch in fully developed aerenchyma lacking a cellular layout is a natural consequence of this response to salinity.

Pericycle and phloem: In all the groups, interruption ratio of the pericycle and its cell layouts, lignification status, features of the phloem and distributions of phloem gaps emerged as the main parameters. In short, under saline conditions, the pericycle's layout was improved, lignification increased and parenchyma and phloem became more regular. Even idioblastic structures, Si deposition and lignin formation were seen in the pericycle and phloem. Based on these parameters, although all cultivars exhibited tremendous variation, a fundamental and significant variable that can determine groups in terms of 'pericycle and phloem' could not be identified. Therefore, anatomical properties of the pericycle and phloem cannot be used for distinguishing salt-resistant specimens.

Xylem: The arc number increased or just remained the same, additionally the arc integrity, medulla widening, protoxylem density, lignification and degree of wall thickness were important and constant parameters. Furthermore, regularity of the xylem parenchyma was also an important variable. Indeed, recent data indicate that within the stele, pericycle and xylem, parenchyma cells are important in the control of the net Na⁺ flux of the xylem (Koyro 2002, Läuchli et al. 2008). Even though no relationship between arc number and salt resistance was found, I believe that an increasing arc number will dilute the passage of apoplastic salt-water mixture because of the increase in the total water intake of the plant. Thus, the plant will reduce toxicity of the salt it takes in. Similarly, Sobrado (2007) found that generally, higher salinity may result in narrow vessels and increase vessel density, maximising water uptake under high-salt conditions. Therefore, it was logically understood that organization of the vascular structure is an individual important parameter in breeding, as indicated by Shigenori & Nemoto (1995).

When changes were analyzed according to the root region and group (Table 5), the minimum value belonged to the Best group, particularly in the Kırkpınar cultivar, for which all essential parameters were used. On the contrary, in other groups, because of a decline in essential parameters, other new variables were activated and the number of parameters increased gradually till the Low group. The number of parameters was quite high in the exodermis, cortex-endodermis and xylem but in contrast, the number of parameters in the pericycle and phloem was the lowest. Because the phloem, pericycle and parenchyma are meristematic, with living, dividing and specific tissues, wall thickening by lignification cannot be implemented as a valid strategy. Indeed, the essential parameters remained stable from the initial phase into a continuing period of stress. The response of roots to stress do not require both other 'essential variables' and 'additional parameters'; instead the initial variation is sufficient and only the essential parameters are required. I believe that this anatomical stability should increase plant efficiency by saving energy or else the higher variability will cause lower plant yield, as demonstrated by the current study. Based on these findings, the xylem, cortex, endodermis and

exodermis were considered 'essential strategic' areas (apoplastic barrier) providing the highest anatomical resistance. In addition, the degree of root anatomical plasticity and stability (more or less) under stress conditions is undoubtedly another important concept as described above.

In the Low group cultivars such as Kargı, Yavuz, Plovdiv, Rocca, İpsala and Akçeltik, dense and thick-walled lignifications, phenolic accumulation and idioblast cells filled with gummic structure were found to be densely arranged in stele rather than exhibiting an improvement of essential parameters in roots. Similar results were recorded as vascular / intercellular blockages induced in roots or rhizomes of plants by wounding, containing polysaccharide gums, callose, beta-1,3-glucan polymers (Soukup et al. 2002). As a result, vascular blockages induced by phytotoxins or environmental stress and other lignified blockages eventually developed in the metaxylem in all the protoxylem and even in the phloem. Votrubová et al. (1997) and Soukup (1997) reported that these blockages contain polysaccharide gums derived from non-cellulose wall components. Thus, both water and useful / harmful ions transported via the apoplastic pathway may be impeded by these growths. Consequently, the underground system suffered from a shortage of all useful metabolites, affecting growth, food storage and the plant's capacity (Sánchez-Aguayo et al. 2004, Armstrong & Armstrong 2005). Therefore, the present findings support previous work demonstrating that lipids, suberin and sometimes only lignin-type phenolics may increase lignin/phenolic contents resulting from alterations in plant secondary metabolism following oxidative stress (Schutzenhubel & Polle 2002), and such additional abnormal changes in vascular structure can decrease yield (Aybeke & Demiral 2012). Bualuang et al. (2012) also found that under prolonged salt-stress conditions, as in present study, sufficient development of the apoplastic barriers of the outer protective tissue lowers the magnitude of bypass flow, increasing seedling survival. However, the authors did not indicate how much apoplastic barrier development is sufficient to induce this effect nor they characterize the apoplastic barriers. In the present study, these gaps were filled entirely.

The endodermis is an important part of the root apoplastic barrier, with lignified-suberised Casparian strips that block apoplasmic continuity in the pathway between the cortex and stele. Solutes then crossed the endodermis via passage cells within this layer and thus traverse a plasma membrane. Plant membranes, in general, have low permeability to both Na^+ and Cl^- ions so that the endodermis, with its Casparian strips, probably restricts the flow of Na^+ and Cl^- ions to the stele (Atwell et al. 1999). As in present study, the endodermis showed significant structural 'U' thickening improvement under saline conditions and even reduced the density of Si ions (which is useful for enduring salt stress) within the vascular system. Indeed, the endodermis is an important

protective apoplastic barrier against ionic stress, as shown in Table 2–4; Fig. 6a-g, 7b, 7d.

Silicon is a useful element in soil that effectively counteracts the effects of various abiotic stresses such as drought, heavy metal toxicity and salinity (Hashemi et al. 2010). Partial substitution of lignin by silicon or formation of silicon-polyphenol complexes in walls may facilitate wall loosening and promote the growth of plants under stress conditions. In addition, silicon accumulation showed an increasing in cell wall extensibility in sorghum roots (Hattori et al. 2003) and caused an increasing in N, P and K uptake. Kaya et al. (2006) observed that silicon application increased the contents of Ca and K in maize under water stress, whereas Chen et al. (2011) found that silicon supplementation decreased the contents of K, Na, Ca, Mg and Fe in rice as well as reduced chloride transport in rice plants by reducing transpirational bypass flow. Silicon generally increased in all cultivars under salt-stress conditions and showed no significant and specific difference among the groups (Table 6). Si contents were similar in the exodermis and endodermis in Low group cultivars (i.e. Akçeltik), whereas in the Best group (Kırkpınar), the content decreased gradually towards the endodermis and vascular system. Moreover, the increase in Si content and wall thickness in Kırkpınar positively influenced yield values. In our previous study (Aybeke & Demiral 2012) Na content was high and based on present results, increasing Si content did not reduce the Na content, the, contrary to the findings of Chen et al. (2011). Thus, these conflicting results raise doubts regarding the effectiveness of Akçeltik endodermis apoplastic barriers and passage cells electivity. Although the endodermis of Akçeltik (Type II, Fig.6e) is thicker than Kırkpınar's (Type I, Fig. 6d), understanding this pattern will require an additional physiological study on endodermis cells. Thus, based on this interpretation, it is clear that not only endodermal thickness but also endodermal activity is an important element in response to salt stress. In addition, no study has compared Si distribution in the roots of salt-resistant and susceptible rice cultivars. Therefore, these findings are new and important to prepare the ground for new work and reveal the relationship between Si content and apoplastic barrier.

Recent studies (Henry et al. 2012) did not find structural modifications associated with adaptation to saline / drought environments, inferring that physiological regulation may be more important. However, according to recent detailed studies (Enstone et al. 2003, Henry et al. 2012), rice cultivars differing in salt-stress resistance may be used to select or create new varieties of crops to obtain better productivity under salt-stress conditions and to thoroughly understand the morpho-anatomical and physiological basis of salt-stress resistance. Because rice has a complex resistance mechanism (morphological, biochemical and physiological) in response to salt stress and anatomical parameters are also to beat least as preferable as those of other ones (Enstone et al. 2003,

Henry et al. 2012). Therefore, this information will undoubtedly enable genetic improvement of salt resistance in rice and will provide potential benefits to breeding studies (Mostajeran & Rahimi-Eichi 2008, Suralta & Yamauchi 2008). In addition, genotypic variations under salt-stress conditions and root anatomical adaptation selection parameters will be important in a successful selection and breeding of new cultivars (Hashemi et al. 2010, Krishnamurthy et al. 2011, Henry et al. 2012). Furthermore, root anatomy is directly related to tolerating other environmental stresses. Thus, several root anatomical traits have potential for use in crop breeding. Similar findings were emphasized in a previous study (under full-season and real field conditions) related to Na, K, Ca ionic parameter changes (Aybeke 2016). Resistant cultivars have exhibited rapid and adequate responses as part of physiological adaptations from the normal (non-saline) conditions to stress conditions (Aybeke & Demiral 2012, Suralta et al. 2008).

Lynch et al. (2014) stated that full-season real field experiments will be important tools in concert with empirical studies and this sort of challenge will require expertise in plant biology, requiring renewed emphasis on understanding the plant phenome. Because of the complexity of the soil environment and the large number of potential interactions and possible scenarios, functional–structural plant studies that focus on topics such as root anatomy will become important. A more challenging obstacle is the need to understand the utility of specific root phenotypes in the context of specific agroecosystems and specific phenotypic and anatomic backgrounds, namely the ‘fitness landscape’ (Lynch & Brown 2012). Accordingly, this type of study, a ‘full-season and real field’ experiment will facilitate the utility of any given root phenotype for drought, salinity or other stress tolerance. Chen & Wang (2009) stated that creation of anatomy-based screening techniques is possible only after long-term natural stress conditions because plant adaptation mechanisms only mature in long-term field conditions. In addition, Lynch (2014) stated that suberization and lignification should become selection targets in plant breeding. However, much more is needed to be learned about the environmental conditions and development of apoplastic barriers in various root tissues. For instance, what are the advantages

and disadvantages of earlier and/or more intense suberization of root endodermal, exodermal and sclerenchyma layers under stressed and unstressed conditions and whether plasticity of these traits will be advantageous or not? The present study clearly provided answers to these questions. In addition, the simplicity, ease, economic feasibility and speed of obtaining anatomical results are other important advantages of the current method. In future studies, more detailed physiological mechanisms of the roots in the Best group, the relationship between aquaporin expression and salt resistance, antioxidant mechanisms and the interaction between apoplastic barrier development and Si will be examined in the context of other physiological and hormonal changes. Thus, the morphological, anatomical, physiological and genetic basis of salt resistance will be examined thoroughly and new, reliable and reproducible techniques will be created for identifying more resistant rice varieties.

Conclusion

In the present study performed in order to reveal detailed root anatomical parameters that can be used to select and breed salt-tolerant rice, root anatomical plasticity of several rice cultivars (from Best to Low yielding) were investigated under saline and non-saline field conditions. According to the overall results obtained, the salt resistant group (Best) showed that protective anatomical characters improved or remained equal to those of the control, but in other groups (Good, Middle, Low), these parameters were found as worsened or remained equal to those of the control. Although anatomical plasticity is essentially directly related to apoplastic barrier features, nevertheless cell size, elemental distribution of Si, xylem properties, lignification-suberization degrees on apoplastic barriers, presence/absence of idioblast cells are determined as important root anatomical data for salt-resistant specimen selection. Additionally, it was understood that cultivar(s) bearing the most stable anatomy under saline and non-saline conditions was favorite one to select and breed salt-resistant rice. Moreover, the simplicity, ease, economic feasibility of the current method was also highlighted as other important advantages.

References

1. Armstrong, J. & Armstrong, W. 2005. Rice: Sulfide-induced Barriers to Root Radial Oxygen Loss, Fe²⁺ and Water Uptake, and Lateral root Emergence. *Annals of Botany*, 96: 625–638.
2. Asch, F., Dingkuhn, M., Dorffling, K. & Miezian, K. 2000. Leaf K/Na ratio predicts salinity induced yield loss in irrigated rice. *Euphytica*, 113: 109-118.
3. Ashraf, M. & Akram, N.A. 2009. Improving salinity tolerance of plants through conventional breeding and genetic engineering: an analytical comparison. *Biotechnology Advances*, 27: 744-752.
4. Ashraf, M. 2004. Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants. *Flora*, 199: 361–376.
5. Atwell, B.J., Paul, E., Kriedemann, C. & Turnbull, G.N. 1999. Plants in Action Adaptation in Nature, Performance in Cultivation, Part IV - Ecophysiology in natural and managed communities, Chapter 17 - Salt: an environmental stress, 17.2. Growth and cropping responses, 17.2.1 Annual plants. (<http://plantsinaction.science.uq.edu.au/edition1/?q=content/17-2-1-annual-plants>) (Accessed on April 2015).

6. Aybeke, M. 2004. *Trakya Bölgesi'nde Yetişen Bazı Orkide Türleri Üzerinde Anatomik Araştırmalar*. Doktora tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, 349s.
7. Aybeke, M. 2007. Pollen and Seed Morphology of Some *Ophrys* L. (Orchidaceae) Taxa, *Journal of Plant Biology*, 50(4): 387-395.
8. Aybeke, M. & H. Demiral. 2012. The salt-tolerant rice selection suitable for saline waste water irrigation in Ergene Basin. *Trakya University Journal of Natural Science*, 13(1). 27-45.
9. Aybeke, M. 2016. Selection of salt-resistant rice genotypes using anatomical root data of several cultivars grown under real, full-season field conditions. *Trakya University Journal of Natural Science*, 17(1). 29-46.
10. Bualuang, F., Al-Azzawi, M.J. & Flowers, T.J. 2012. New screening technique for salinity resistance in rice (*Oryza sativa* L.) seedlings using bypass flow. *Plant Cell and Environment*, 35(6): 1099-1108.
11. Chaodong, Y., Zhang, X., Zhou, C. & Seago Jr., J.L. 2011. Root and stem anatomy and istochemistry of four grasses from the Jiangnan Floodplain along the Yangtze River, China. *Flora*, 206: 653–661.
12. Chaodong, Y., Zhang, X., Li, J., Bao, M., Ni, D. & Seago Jr., J.L. 2014. Anatomy and Histochemistry of Roots and Shoots in Wild Rice (*Zizania latifolia* Griseb.). *Journal of Botany*, 1817-1827.
13. Chen, L. & Wang, R. 2009. Anatomical and physiological divergences and compensatory effects in two *Leymus chinensis* (Poaceae) ecotypes in Northeast China. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 134 (1-2): 46-52.
14. Chen, W., Yao, X., Cai, K. & Chen, J. 2011. Silicon alleviates drought stress of rice plants by improving plant water status, photosynthesis and mineral nutrient absorption. *Biological Trace Element Research*, 142: 67–76.
15. Clark, L.H. & Harris, W.H. 1981. Observations on the anatomy of rice (*Oryza sativa* L.). *American Journal of Botany*, 68 (2): 154–161.
16. Çelebioğlu, S. & Baytop, T. 1949. Bitkisel Tozların Tetkiki için Yeni Bir Reaktif, *Farmakolog*, 19: 301.
17. Enstone, D.E., Peterson, C.A. & Fengshan, M.A. 2003. Root Endodermis and Exodermis: Structure, Function, and Responses to the Environment. *Journal of Plant Growth Regulation*, 21: 335–351.
18. Fang, Liang-Jun, Xiao-Qin, F., Qun-Shan, Y., Tian, W., Zheng-Chao, W., Chen, X., Zhi-Kai, Z., Xing-Fu, Z. & Chui-Kang, F. 2007. Effects of P-Glycoprotein Inhibitor and Elicitor on the Salt Tolerance of Rice Seedlings. *Journal of Integrative Plant Biology*, 49(5): 588–597
19. Fleck, A.T., Thandar, N., Repenning, C., Stahl, F., Zahn, M. & Schenk, M.K. 2011. Silicon enhances suberization and lignification in roots of rice (*Oryza sativa*). *Journal of Experimental Botany*, 62(6): 2001–2011.
20. Fukai, S. & Cooper, M. 1995. Development of drought resistant cultivars using physiomorphological traits in rice. *Field Crop Research*, 40: 67–86
21. Hakim, M.A., Juraimi, A.S., Begum, M., Hanafi, M.M., Ismail, M.R. & Selamat, A. 2010. Effect of salt stress on germination and early seedling growth of rice (*Oryza sativa* L.). *African Journal of Biotechnology*, 9: 1911-1918.
22. Hashemi, A., Abdolzadeh, A. & Sadeghpour, H.R. 2010. Beneficial effects of silicon nutrition in alleviating salinity stress in hydroponically grown canola, *Brassica napus* L., plants. *Soil Science and Plant Nutrition*, 56: 244–253.
23. Hattori, T., Inanaga, S., Tanimoto, E., Lux, A., Luxova, M., Sugimoto, Y. 2003. Silicon-induced changes in viscoelastic properties of sorghum root cell walls. *Plant and Cell Physiology*, 44: 743–749.
24. Henry, A., Cal, A.J., Batoto, T.C., Torres, R.O. & Serraj, R. 2012. Root attributes affecting water uptake of rice (*Oryza sativa*) under drought. *Journal of Experimental Botany*, 63(13): 4751-4763.
25. Hwang, Yuan-Hsun & Shuh-Chun, Chen. 1995. Anatomical responses in *Kandelia candel* (L.) Druce seedlings growing in the presence of different concentrations of NaCl. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 36: 181-188.
26. Kaya, C., Tuna, L. & Higgs, D. 2006. Effect of silicon on plant growth and mineral nutrition of maize grown under water-stress conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 29: 1469–1480.
27. Kotula, L., Ranathunge, K., Schreiber, L. & Steudle, E. 2009. Functional and chemical comparison of apoplastic barriers to radial oxygen loss in roots of rice (*Oryza sativa* L.) grown in aerated or deoxygenated solution. *Journal of Experimental Botany*, 60(7): 2155–2167.
28. Koyro, H.W. 2002. Ultrastructural Effects of Salinity in Higher Plants pp.139-157. In: André Läuchli A., U. Lüttge (eds.), *Salinity: Environment - Plants - Molecules*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 489pp.
29. Krishnamurthy, P., Ranathunge, K., Franke, R., Prakash, H.S. Schreiber, L. & Mathew, M.K. 2009. The role of root apoplastic transport barriers in salt tolerance of rice (*Oryza sativa* L.). *Planta*, 230: 119–134.
30. Krishnamurthy, P., Ranathunge, K., Nayak, S., Schreiber L. & Mathew, M.K. 2011. Root apoplastic barriers block Na⁺ transport to shoots in rice (*Oryza sativa* L.), *Journal of Experimental Botany*, 62, 12, 4215–4228.
31. Läuchli, A., James, R.A., Huang, C.X., Cully M.Mc. & Munns, R. 2008. Cell-specific localization of Na⁺ in roots of durum wheat and possible control points for salt exclusion. *Plant Cell and Environment*, 31: 1565–1574.
32. Lynch, J.P., Chimungu, J.G. & Brown, K.M. 2014. Root anatomical phenes associated with water acquisition from drying soil: targets for crop improvement. *Journal of Experimental Botany*, 65(21): 6155–6166.
33. Lynch, J.P. & Brown, K.M. 2012. New roots for agriculture: exploiting the root phenome. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 367: 1598–1604.
34. Meyer, C.J., Seago, Jr. J.L. & Peterson, C.A. 2009. Environmental effects on the maturation of the endodermis

- and multiseriate exodermis of *Iris germanica* roots. *Annales of Botany*, 1-16.
35. Moradi, F. & Ismail, A.M. 2007. Responses of photosynthesis, chlorophyll fluorescence and ROS-scavenging systems to salt stress during seedling and reproductive stages in rice. *Annales of Botany*, 99: 1161-1173.
 36. Mostajeran, A. & Rahimi-Eichi, V. 2008. Drought stress effects on root anatomical characteristics of rice cultivars (*Oryza sativa* L.). *Annales of Botany*, 99: 1161-1173.
 37. Paridaa, A.K. & Das, A.B. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60: 324-349.
 38. Rajendran, K., Tester, M. & Roy, S.J. 2009. Quantifying the three main components of salinity tolerance in cereals. *Plant Cell and Environment*, 32: 237-249.
 39. Rebouillat, J., Dievart, A., Verdeil, J.L., Escoute, J., Giese, G., Breitler, J.C., Gantet, P., Espeout, S., Guiderdoni, E. & Périn, C. 2009. Molecular Genetics of Rice Root Development. *Rice*, 2: 15-34
 40. Sánchez-Aguayo, I., Rodríguez-Galán, J.M., Garcia, R., Torreblanca, J. & Pardo, J.M. 2004. Salt stress enhances xylem development and expression of S-adenosyl-L-methionine synthase in lignifying tissues of tomato plants. *Planta*, 220: 278-285.
 41. Schützendubel, A. & Polle, A. 2002. Plant response to abiotic stresses: heavy metal-induced oxidative stress and protection by mycorrhization. *Journal of Experimental Botany*, 53: 1351-1365.
 42. Shigenori, M. & Nemoto, K. 1995. Morphology and anatomy of rice roots with special reference to coordination in organo- and histogenesis. In: F. Baluska et al. (ed.) *Structure and Function of Roots*. Kluwer Academic Publishers, City, pp. 75-86
 43. Singh, A., Shamim, M.D. & Singh, K.N. 2013. Genotypic Variation in Root Anatomy, Starch Accumulation, and Protein Induction in Upland Rice (*Oryza sativa*) Varieties Under Water Stress. *Agricultural Research*, 2 (1): 24-30.
 44. Singh, R.K. & Flowers, T.J. 2011. Physiology and molecular biology of the effects of salinity on rice, pp. 899-939. In: M. Pessarakli (ed.) *Handbook of plant and crop stress*, CRC Press, Taylor & Francis Group 3rd edition. DOI: 10.1201/b10329-44
 45. Sobrado, M.A. 2007. Relationship of water transport to anatomical features in the mangrove *Laguncularia racemosa* grown under contrasting salinities. *New Phytologist*, 173: 584-591.
 46. Soukup, A., Votrubova, O. & Cizková, H. 2002. Development of anatomical structure of roots of *Phragmites australis*. *New Phytologist*, 153: 277-287.
 47. Soukup, A. 1997. *Structural adaptations of common reed to flooded substrate and their changes evoked by eutrophication*. Master Thesis, Charles University, Prague, 97p.
 48. Suralta, R.R. & Yamauchi, A. 2008. Root growth, aerenchyma development, and oxygen transport in rice genotypes subjected to drought and waterlogging. *Environmental and Experimental Botany*, 64: 75-82
 49. Suralta, R.R., Inukai, Y. & Yamauchi, A. 2008. Genotypic variations in responses of lateral root development to transient moisture stresses in rice cultivars. *Plant Production Science*, 11(3): 324-335.
 50. Sürek, H. 2002. *Çeltik Tarımı*. Hasad Yayıncılık, İstanbul, 240 s.
 51. Votrubová, O., Soukopp, A., Pechácková, A. & Paul, J. 1997. Anatomy of common reed and its importance for survival in eutrophic habitats. *Acta Universitatis Carolinae-Biologica*, 41: 233-244.
 52. Yamane, K., Kawasaki, M., Taniguchi, M. & Miyake, H. 2008. Differential effect of NaCl and polyethylene glycol on the ultrastructure of chloroplasts in rice seedlings. *Journal of Plant Physiology*, 160: 573-575.
 53. Yang, C.D., Zhang, X., Zhou, C.Y. & Seago Jr., J.L. 2011. Root and stem anatomy and histochemistry of four grasses from the Jiangnan Floodplain along the Yangtze River, China. *Flora*, 206(7): 653-661

ÇANAKKALE İLİ VE İLÇELERİNDEKİ SOĞANLI SÜS BİTKİLERİNDE HIYAR MOZAIK VİRÜSÜ ENFEKSİYONUNUN SEROLOJİK VE MOLEKÜLER YÖNTEMLER İLE ARAŞTIRILMASI

Ali KARANFİL, Burçin SOYLU, Savaş KORKMAZ*

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 17020, Çanakkale

*Corresponding author: e-mail: skorkmaz@comu.edu.tr

Alınış (Received): 01 Haziran 2016, Kabul Ediliş (Accepted): 28 Ağustos 2016, Basım (Published): 15 Aralık 2016

Özet: Süs bitkileri yetiştiriciliğinde hastalık ve zararlılardan kaynaklanan çok sayıda sorun ortaya çıkmaktadır. Bu hastalıklar arasından viral kaynaklı patojenler bitkiden bitkiye mekanik yollardan kolaylıkla bulaşabilmeleri, tohum, vejetatif üretim materyali ve vektör böcekler aracılığı ile hızlı bir şekilde yayılabilmeleri ve kimyasal mücadele yönteminin bulunmaması nedeni ile diğer bitki hastalıklarına göre farklı bir öneme sahiptirler. Bu virüs hastalıklarından bir tanesi de Hiyar mozaik virüsü (*Cucumber mosaic virus*; CMV)'dür. CMV, Tütün mozaik virüsü'nden sonra dünyada en fazla konukçu dizisine sahip olan ikinci virüstür. Bu çalışma kapsamında Çanakkale ili ve ilçelerindeki soğanlı süs bitkilerinde (nergis, sümbül, zambak) CMV varlığı araştırılmıştır. Bu amaçla 2012-2015 yılları arasında arazi çıkışları yapılarak virüs ve virüs benzeri hastalık semptomu gösteren 128 soğanlı süs bitkisi örneği toplanmıştır. Toplanan örnekler CMV varlığı açısından serolojik bir yöntem olan DAS-ELISA testi ve moleküler bir yöntem olan RT-PCR ile araştırılmıştır. Gerçekleştirilen deneyler sonucunda toplanan 128 örneğin 29'u (%22,65) CMV ile enfekteli olarak bulunmuştur. CMV ile enfekteli bitkilerdeki en yaygın semptomların damarlardaki renk açılmaları ve hafif mozaik belirtiler olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: CMV, süs bitkileri, DAS-ELISA, RT-PCR.

Investigation of Cucumber Mosaic Virus Infection by Serological and Molecular Methods on Ornamental Bulbous Plants in Çanakkale Province and Its Districts

Abstract: There are many problems during cultivation of ornamental plants arising from diseases and pests. Viral borne pathogens, among these diseases, have a distinctive importance compared to other plant diseases due to their easy mechanical transmission from plant to plant, their rapid spreading ability by means of seeds, vegetative material and vector insects and the absence of a chemical control method. Cucumber mosaic virus (CMV) is one of these virus diseases. CMV is the second virus after tobacco mosaic virus (TMV) over the world in terms of the number of hosts. In this study, presence of CMV was investigated in ornamental bulbous plants (daffodils, hyacinths, lilies) in Çanakkale province and its districts. For this purpose, 128 bulbous ornamental plant samples showing virus and virus like disease symptoms were collected in field studies performed between the years 2012-2015. The collected samples were tested for the presence of CMV using serological and molecular methods with DAS-ELISA and RT-PCR, respectively. Twenty-nine out of 128 samples (%22.65) were found to be infected with CMV. Chlorosis was observed throughout veins and light mosaics were observed to be the most common symptoms in CMV infected plants.

Key words: CMV, ornamental plants, DAS-ELISA, RT-PCR.

Giriş

Günümüzde hızlı bir şekilde devam eden kentleşme ve sanayileşme sonucu yeşil alan varlıklarımız hem tahrip olmakta hem de yok olmaktadır. Her geçen gün doğadan bir şekilde uzak kalan insanların yeşil alan ve bitkilere olan ihtiyacı artmaktadır. İnsanlar bu ihtiyaçlarını, kendi yaşadığı ortam içinde yetiştirmeye başladığı süs bitkileri ile aşmaya çalışmaktadır (Korkut ve İnan 2002). Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de süs bitkileri sektörü son yıllarda hızlı bir ilerleme göstermiştir. Yeni yetiştirme

tekniklikleri ve teknolojilerinin kullanılması ile süs bitkileri üretimi ülke ekonomilerine önemli katkılar sağlamaya başlamıştır (Yazgan ve ark. 2005). İnsanların yaşadığı her yerde görülebilen süs bitkilerinde virüs hastalıkları yönünden bazı sorunlar mevcuttur. Süs bitkilerinde hastalığa neden olan virüs hastalığı etmenlerinden bir tanesi de Hiyar mozaik virüsü (*Cucumber mosaic virus*; CMV)'dür.

Hıyar mozaik virüsü, ilk olarak hıyar (*Cucumis sativus* L.) bitkisi üzerinde 1934 yılında Amerika'da Price tarafından bulunduğu rapor edilmiştir. Bu virüs Bromoviridae familyası içerisinde yer alan Cucumovirus cinsinin en önemli üyelerinden birisi olarak kabul edilmektedir. CMV, TMV'den sonra en fazla konukçu dizisine sahip virüs olarak bilinmektedir. Ayrıca diğer virüs hastalıklarından sahip oldukları konukçu dizisi ve sayısı bakımından daha önemli olarak görülmektedir. Virüs 100 familyaya giren 1200'den fazla bitkiyi enfekte edebilme yeteneğindedir (Zitter ve Murphy 2009). CMV, izometrik ve zarf içermeyen, yaklaşık olarak 29-30nm çapında yuvarlak şekilli, üç parçacıklı (+) ssRNA genomuna sahip ve tek bir partikülden oluşan bir virüstür (Palukaitis ve Garcia-Arenal 2003). Bu 3 parçalı genom RNA1 (~3350nt), RNA2 (~3050nt) ve RNA3 (~2200nt)'den oluşmaktadır. Ayrıca RNA3'ün bazen dördüncü bir RNA (~1030nt) içerebildiği de belirtilmiştir. RNA1 tek bir protein kodlamaktadır. RNA1'in kodladığı bu protein 1a olarak ifade edilmiş ve genomun viral replikasyon için hayati öneme sahip olduğu bildirilmiştir (Zitter ve Murphy 2009). RNA2 ise 2a ve 2b olmak üzere 2 protein kodlamaktadır. 2a proteini viral replikasyonla ilişkilendirilirken, 2b proteini ise enfeksiyon sırasında konukçunun kendini savunmak amacı ile ürettiği gen sessizleştirme sinyallerini engellemektedir. Son olarak RNA3 ise 3a ve kılıf proteini olmak üzere 2 protein kodlamaktadır. RNA3'ün kodladığı bu 3a proteininin virüsün hücreden hücreye hareketinden sorumlu hareket proteini olduğu belirtilmiştir (Zitter ve Murphy 2009).

Ülkemizde CMV ile ilgili farklı konukçularda yapılmış çok sayıda çalışma mevcuttur (Gümüş ve ark. 2004, Çuhal-Kılıç ve Yardımcı 2012, Çifçi ve Ulubaş Serçe 2014). Beler ve Açıkgöz (2005), Marmara ve Ege bölgesi zeytin alanlarında bazı virüs hastalıklarının enfeksiyonlarını araştırmışlardır. Araştırmacılar çalışmalarının sonucunda zeytin alanlarında CMV enfeksiyonunu %36,36 olarak bildirmişlerdir. Değirmenci ve Uzunoğulları (2007), Marmara bölgesi domates alanlarında bazı virüs hastalıklarının enfeksiyonlarını araştırdıkları çalışmalarında, CMV enfeksiyon oranını %9-68,7 olarak belirtmişlerdir. Erkan ve ark. (2013), İzmir ili ve çevresinde yetiştiriciliği yapılan bazı kışlık sebzelerdeki viral etmenlerin saptanması üzerine yürüttükleri çalışmalarında en yaygın olarak tespit edilen virüs hastalıklarından bir tanesinin CMV olduğunu belirtmişlerdir. Sertkaya (2015), Hatay ili marul ve ıspanak üretim alanlarında sorun oluşturan bazı virüs hastalıklarının tespiti amacı ile yapmış olduğu çalışmalarda marullarda %3,7, ıspanaklarda ise %16,6 oranında CMV enfeksiyonunu tespit etmiştir.

Dünyada ve ülkemizde soğanlı süs bitkilerinde CMV enfeksiyonu ile ilgili yapılan bazı çalışmalar mevcuttur. Fakat özellikle ülkemizde konu hakkında yapılan araştırma sayısının oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Türkoğlu ve Fidan (1996), Ege Bölgesinde ticari amaçla üretilen bazı soğanlı süs bitkilerinde virüs hastalıklarının tespitine yönelik 1979-1984 yıllarında gerçekleştirdikleri

biyolojik indeksleme çalışmaları sonucunda krizantem mozaik virüsü, lale kıran virüsü ve zambak mozaik virüslerini tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Raj ve ark. (2002), Hindistan'da glayöllerdeki CMV enfeksiyonunun karakterizasyonu amacı ile birtakım çalışmalar yürütmüşlerdir. Sharma ve ark. (2005), Hindistan'da zambak yetiştirilen bölgelerden alınan dört farklı zambak türündeki bazı virüs hastalıklarının tespitine yönelik olarak gerçekleştirdikleri çalışmalarında CMV enfeksiyonunu tespit etmişlerdir. Uzunoğulları ve Gümüş (2015), Marmara Bölgesinde CMV'nin doğal enfeksiyonunu araştırdıkları çalışmalarında glayöl bitkilerinde CMV enfeksiyonunu tespit etmişlerdir. Gerçekleştirilen bu çalışmalardan da anlaşılacağı üzere dünyada ve ülkemizde soğanlı süs bitkilerinde CMV enfeksiyonunun tespit edildiği görülmüştür.

Gerçekleştirilen bu çalışma kapsamında Çanakkale ili ve ilçelerindeki ev bahçeleri ve açık alanlarda bulunan soğanlı süs bitkilerindeki CMV varlığı serolojik ve moleküler yöntemler ile araştırılarak ilimizde mevcut varlığı ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Materyal ve Metot

Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen çalışmalar temel olarak 2 aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada Çanakkale ili ve ilçelerine arazi çıkışları gerçekleştirilmiştir. İkinci aşamada ise araziden toplanarak laboratuvara getirilen örneklerdeki CMV varlığının belirlenmesi amacı ile serolojik ve moleküler deneyler gerçekleştirilmiştir.

Arazi Çalışmaları

Arazi çıkışları Çanakkale ili ve ilçelerindeki soğanlı süs bitkilerinin yetiştiriciliğinin yapıldığı veya doğal olarak yetişen ev bahçeleri ve açık alanlara (park, bahçe vb. gibi rekreasyon alanları) gerçekleştirilmiştir. Arazi çıkışlarında mozaik, sararma, kloroz, cücelik vb. gibi virüs ve virüs benzeri belirti gösteren bitkilerden örneklemeler yapılmıştır (Şekil 1). Aynı alanda birbirine benzer belirti gösteren çok sayıda hastalıklı bitki olması durumunda ise en fazla 3 bitkiden örneklemeler yapılmıştır. Örneklemeler bitkinin büyüklüğüne göre semptom gösteren yaprak veya



Şekil 1. Arazide virüs ve virüs benzeri hastalık semptomu gösteren ve örneklemeler yapılan süs bitkileri (a-b: Yapraklarında mozaik belirtiler gösteren zambak bitkileri)

Tablo 1. RT-PCR aşamasında kullanılan primer çiftleri.

Kod	Primer Dizisi	Sense	Spesifik Geni
SK5-CMV	5' ATG GAC AAA TCT GAA TCA ACC 3'	Forward (ileri)	CP (638bp)
SK6-CMV	5' GAT GTG GGA ATG CGT TGG TGC 3'	Reverse (geri)	

bitkinin tamamı olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Toplanan örnekler buz kutusunda muhafaza edilerek laboratuvara getirilmiş ve kullanılmaya kadar silika jel içinde +4°C'de saklanmıştır.

Serolojik ve Moleküler Testler

Toplanan örneklerdeki CMV varlığını belirlemek amacı ile ilk olarak serolojiye dayalı bir yöntem olan DAS-ELISA (Double Antibody Sandwich Enzyme-Linked Immunosorbent assay) testi Clark ve Adams (1977)'a göre yapılmıştır. DAS-ELISA testleri sonucunda negatif kontrolün iki katı absorbans değerine yakın sonuç veren örnekler ise şüpheli olarak değerlendirilerek DAS-ELISA testine göre daha kesin sonuçlar veren moleküler bir yöntem olan RT-PCR (Reverse Transcriptase-Polymerase Chain Reaction) ile araştırılmıştır (Niimi ve ark. 2003).

DAS-ELISA Testi

Araziden CMV enfeksiyon şüphesi ile toplanan soğanlı süs bitkilerinde CMV'nin varlığı, günümüzde hala virüs hastalıklarının tanınmasında kullanılan en yaygın yöntem olan DAS-ELISA ile araştırılmıştır. Bu amaçla Bioreba (İsviçre) firmasından sağlanan CMV'ye spesifik ELISA kiti ve 96 çukur içeren Microtiter plate'ler kullanılmıştır. ELISA testi üretici firmanın önerileri doğrultusunda antidi, konjugat antidi ve substrat belirtilen solüsyonlarda ve oranlarda sulandırılarak Clark ve Adams (1977)'in belirttiği temel yöntemle gerçekleştirilmiştir. Test sonuçları Medispec ESR 200 ELISA okuyucusunda (Awareness Tech. Ins., USA) 405nm dalga boyunda okuma işlemine tabi tutularak değerlendirilmiştir. Negatif kontrolün 2 katı ve üzerinde olan örnekler enfekteli olarak değerlendirilmiştir.

RT-PCR Testi

DAS-ELISA testleri sonucunda şüpheli olarak bulunan tüm örneklere RT-PCR uygulanmıştır. DAS-ELISA testleri sonucunda CMV ile enfekteli olarak bulunan ikişer örnek pozitif kontrol olarak ve sağlıklı olduğu belirlenen iki örnek ise negatif kontrol olarak kullanılmıştır. RT-PCR çalışmaları CMV CP genine spesifik primer çiftleri kullanılarak (Tablo 1), PrimeScript™ RT-PCR (Fermantas, Litvanya) kitinin alındığı firmanın önerileri doğrultusunda temel olarak 3 aşamada Gökdağ ve ark. (2016)'nın belirttiği şekilde gerçekleştirilmiştir.

İlk olarak soğanlı bitkilerinden RNeasy Mini Kit (Qiagen, Kanada) ile total RNA ekstrasyonu yapılmıştır. İkinci aşamada elde edilen total RNA'lar PCR makinasında (Bio-Rad, ABD) 65°C 5dk bekletilmiş ve

hemen ardından buza alınarak denatürasyon aşaması tamamlanmıştır. Denatüre edilmiş RNA'lardan cDNA'lar sentezlenmesi amacı ile RT karışım hazırlanarak 30°C'de 10dk, 42°C'de 45dk, 70°C'de 15dk ve +4°C'de sonsuz şekilde bekleyecek şekilde programlanan PCR makinesine konularak komplementar DNA (cDNA)'lar sentezlenmiştir. RT-PCR çalışmalarının son aşamasında elde edilen cDNA'ların amplifikasyonu gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla hazırlanan PCR karışımına cDNA'lar eklenerek 94°C 3dk, 40 defa tekrarlanan 94°C'de 30sn, 55°C'de 30sn ve 72°C'de 45sn, 72°C'de 5dk daha sonra da +4°C'de sonsuz şekilde bekleyecek şekilde programlanan PCR makinesine konularak CMV CP genlerinin çoğaltılması yapılmıştır. Son olarak elde edilen PCR ürünleri 100-1000bç DNA büyüklük markılarıyla birlikte %1'lik agaroz jel içinde 100 voltta, 45 dakika ayrıştırılıp EtBr ile boyandıktan sonra jel görüntüleme cihazında (Major Science UVdi, Tayvan) hedef virüsün kılıf protein genine ait bantlar görüntülenmiştir.

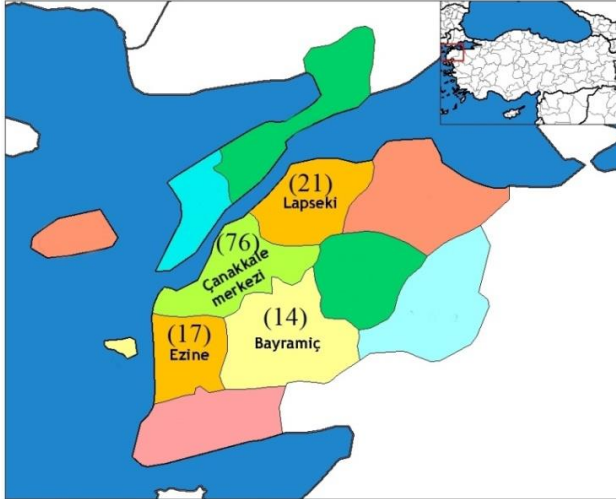
Bulgular

Arazi Çalışmaları

Gerçekleştirilen arazi çalışmaları kapsamında Çanakkale Merkez ve bazı diğer ilçelerine arazi çıkışları yapılmıştır. Arazi çıkışları sonucunda Çanakkale'nin 4 farklı ilçesinden toplam 128 soğanlı süs bitkisi (nergis, sümbül, zambak) örneği toplanmıştır. Toplanan örneklerin 21'i Lapseki, 76'sı Merkez, 17'si Ezine ve 14'ü de Bayramiç ilçelerinden elde edilmiştir. En fazla örnek 76 adet ile Çanakkale'nin Merkez ilçesinden en az örnek ise 14 örnek ile Bayramiç'ten alınmıştır (Şekil 2). Toplanan 128 örneğin 61 tanesi zambak, 32 tanesi sümbül ve 35 tanesi de nergis bitkilerinden oluşmaktadır.

DAS-ELISA ve RT-PCR Yöntemleri

Arazi çalışmaları sonucunda toplanan örneklere ilk olarak DAS-ELISA testi uygulanmıştır. İkinci aşamada ise DAS-ELISA testlerinde negatif kontrolün tam olarak iki katına ulaşmayan, kısmen yüksek sayılabilecek absorbans değerleri vererek şüpheli olarak değerlendirilen örneklere RT-PCR uygulanmıştır. DAS-ELISA testleri sonucunda seçilen bazı CMV ile enfekteli bulunan ve sağlıklı olarak belirlenen örneklerde pozitif ve negatif kontrol olarak kullanılarak RT-PCR yöntemi gerçekleştirilmiştir. Toplanan örneklerin DAS-ELISA ile CMV varlığı açısından araştırılması sonucunda örnek toplanan Çanakkale'nin tüm ilçelerindeki soğanlı süs bitkilerinde CMV varlığı saptanmıştır. DAS-ELISA testlerine göre



Şekil 2. Örnekleme yapılan Çanakkale ili ve ilçeleri (Parantez içerisindeki rakamlar arazi çıkışları sonucunda toplanan örnek sayılarını göstermektedir).

toplanan örneklerin 29'u CMV ile enfekteli olarak bulunmuştur. Yedi örnek ise negatif kontrole göre kısmen yüksek absorpsiyon değeri göstermiş ve şüpheli olarak değerlendirilmiştir. Bu kapsamda şüpheli olarak değerlendirilen 7 örnek moleküler bir yöntem olan RT-PCR ile tekrar değerlendirilmeye alınmıştır.

RT-PCR sonuçlarında şüpheli bulunan örneklerde CMV enfeksiyonu saptanamamıştır. DAS-ELISA ve RT-PCR sonuçlarına göre en fazla CMV enfekteli soğanlı süs bitkisi örneği Merkez ilçeden, en az enfekteli bitki örneği ise Bayramiç'ten elde edilmiştir. İlçeler bazında toplanan örneklerdeki CMV enfeksiyon oranları Lapseki'de %9,50, Merkez'de %19,73 Ezine'de %47,05 ve Bayramiç'te %28,57 olarak tespit edilmiştir (Tablo 2). Bu sonuçla toplanan örneklerdeki CMV enfeksiyon oranı ise %22,65 olarak bulunmuştur. Bitki bazında değerlendirilmek istenildiğinde ise toplanan 61 zambak örneğinin 17'si, 32 sümbül örneğinin 8'i ve 35 nergis örneğinin 4'ü CMV ile enfekteli olduğu belirlenmiştir.

Sonuçlar ve Tartışma

Arazi çalışmaları kapsamında toplanan örnek sayısının belli bir düzeye ulaşması ve Çanakkale Merkez ilçe dışındaki diğer ilçelerde rekreasyon alanlarının kısmen daha az olmasından dolayı Çanakkale'nin bazı ilçelerine arazi çıkışı yapılmamıştır.

Gerçekleştirilen arazi çalışmaları kapsamında örnekleme yapılan Çanakkale ili ve ilçelerindeki soğanlı süs bitkilerinde virüs ve virüs benzeri hastalık belirtileri olarak yaprak damarları boyunca uzanan kloroz ve hafif mozaik belirtiler dikkat çekmiştir. Raj ve ark. (2002), Hindistan'da glayöllerdeki CMV enfeksiyonunun belirlenmesine yönelik çalışmalarında araziden CMV enfeksiyon belirtisi olarak yapraklarda şiddetli mozaik ve renk açılmalarının olduğunu belirtmiştir. Araştırmacılar gerçekleştirmiş oldukları çalışmalar ile bu belirtilere neden olan etmenin CMV olduğunu desteklemektedir. Benzer

Tablo 2. Çalışma kapsamında örnekleme yapılan soğanlı süs bitkilerine ait bilgiler.

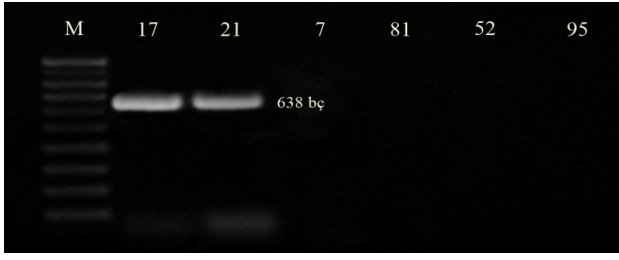
Örnekleme Yapılan Çanakkale İlçeleri	CMV ile Enfekteli Olarak Bulunan Örnek Sayısı/Toplanan Örnek Sayısı	Toplanan Örneklerdeki Enfeksiyon Yüzdesi
Lapseki	2/21	9,50
Merkez	15/76	19,73
Ezine	8/17	47,05
Bayramiç	4/14	28,57
Toplam	29/128	22,65

belirtiler Uzunoğulları ve Gümüş (2015) tarafından glayöl bitkilerinde gözlenmiştir. Bu bağlamda soğanlı süs bitkilerinde CMV enfeksiyon belirtileri olarak çalışmalar arasındaki sonuçlar paralellik göstermektedir.

DAS-ELISA yöntemi sonucunda şüpheli olan örnekler RT-PCR yöntemi sonucunda da negatif sonuç verirken, DAS-ELISA testleri sonucunda CMV ile enfekteli olarak bulunan ve pozitif kontrol olarak kullanılan iki örnekte 638bc büyüklüğünde bandlar elde edilirken, negatif kontrol olarak kullanılan sağlıklı örneklerden ise bant elde edilmemiştir (Şekil 3).

Gerçekleştirilen RT-PCR sonucunda, DAS-ELISA testleri sonucunda şüpheli olarak bulunan örneklerin pozitif olarak bulunmasını beklemek yüksek bir ihtimal olarak gözükmesine rağmen negatif olarak bulunmuştur. Bu durumda DAS-ELISA testleri sonucunda şüpheli olarak nitelendirilen izolatlardan elde edilen yüksek sayılabilecek absorpsiyon değerleri, olasılıkla kullanılan antiserumun poliklonal olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bazen poliklonal antiserumlar bu tip reaksiyonlar gösterebilmektedirler. Niimi ve ark. (2003), zambaklarda sorun oluşturan CMV, *Lily symptomless virus* (LSV) ve *Lily mottle virus* (LMoV)'lerin varlığını RT-PCR ve ELISA yöntemlerini kullanarak araştırmışlardır. Araştırmacılar RT-PCR çalışmaları sonucunda 22 bitki örneğinden 18'inin en az bir virüsle enfekteli olduğunu bulurlarken, ELISA testleri sonucunda ise yalnızca 4 (%18,2) bitkinin enfekteli olduğunu bulmuşlardır. Bu çalışmanın sonucunda RT-PCR yönteminin ELISA yöntemine göre virüsleri tanılamada çok daha duyarlı bir metot olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Çalışma kapsamında DAS-ELISA ve RT-PCR yöntemleri sonucunda 128 örneğin 29'u CMV ile enfekteli olarak bulunmuştur. Ülkemizde yapılan bir çalışmada Uzunoğulları ve Gümüş (2015), Marmara Bölgesi'ndeki bazı kültür bitkilerinde CMV'nin doğal enfeksiyonlarını araştırmışlar ve soğanlı bir süs bitkisi olan glayöllerden şüpheli gördükleri 35 bitkiden örnekleme yapmışlardır. Böylece CMV varlığını tespit etmeye yönelik çalışmalar sonucunda aldıkları 24 örneğin CMV ile enfekteli olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlar soğanlı süs bitkilerinde CMV enfeksiyonunun yaygın olarak bulunduğu göstermektedir. Çek Cumhuriyeti'nde yapılan bir başka çalışmada ise başka bir soğanlı süs bitkisi olan



Şekil 3. RT-PCR analiz sonuçları (M: Marker; 100-1000bp; 17, 21: DAS-ELISA testlerinde CMV ile enfekteli bulunan izolatlar; 7, 81: CMV ile enfekteli olduğundan şüphelenilen izolatlar; 52, 95: DAS-ELISA testleri sonucunda sağlıklı olarak bulunan izolatlar).

laleler üzerinde yapılmıştır. Araştırmacı topladığı 400 örnekte içlerinde CMV'nin de bulunduğu 6 farklı virüsün varlığını tespit etmiştir (Nemethy 1994).

Bu çalışma kapsamında Çanakkale ili ve ilçelerinden toplanan soğanlı süs bitkilerinin hepsinin virüs ve virüs benzeri hastalık semptomu göstermesine rağmen toplanan 128 örneğin 29'unun CMV ile enfekteli bulunmasından dolayı, CMV ile enfekteli örneklerde dahil tüm örneklerin tek veya karışık enfeksiyonlar şeklinde diğer virüs ve virüs benzeri hastalıklar ile enfekteli olabileceği ihtimali vardır.

References

1. Beler, Ö. & Açıkgöz, S. 2005. Ege ve Marmara bölgelerindeki zeytin fidanlıkları ve ağaçlarında görülen bazı virüs hastalıklarının ELISA testi ile saptanması. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1): 79 – 84.
2. Clark, M.F. & Adams, A.N. 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *Journal of General Virology*, 34: 475-483.
3. Çifçi, O. & Ulubaş Serçe, Ç. 2014. Türkiye'de Mardin ili zeytin alanlarında bazı virüslerin serolojik ve moleküler tekniklerle araştırılması. *Bitki Koruma Bülteni*, 54(3): 233-246.
4. Çulal-Kılıç, H. & Yardımcı, N. 2012. Burdur Çine Ovası fasulye alanlarında hıyar mozaik virüsü. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3(2): 12-15.
5. Değirmenci, K. & Uzunoğulları, N. 2007. Marmara bölgesinde domates yetiştiricilik alanlarında sorun olan virüslerin belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni*, 47(1-4): 72-77.
6. Erkan, S., Gümüş, M., Paylan, İ.C., Duman, İ. & Ergün, M. 2013. İzmir İli ve Çevresindeki Bazı Kışlık Sebzelere Görülen Viral Etmenlerin Saptanması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50(3): 311-322.
7. Gökdag, S., Karanfil, A. & Korkmaz, S. 2016. Çanakkale İli Ispanak Alanlarındaki Şalgam mozaik virüsü ve Hıyar mozaik virüsü Varlığının Belirlenmesi. *Bahçe*, 45: 166-170.
8. Gümüş, M., Erkan, S. & Tok, S. 2004. Bazı kabakgil türlerinin tohumlarındaki viral etmenlerin saptanması üzerinde araştırmalar. *Ege Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41(1): 49-56.
9. Korkut, A.B. & İnan, İ.H. 2002. *Saksılı Süs Bitkileri*. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti., Altan Matbaası, İstanbul, 2. Baskı.
10. Nemethy, Z.I. 1994. Survey on virus diseases of bulbous flowers in Hungary. *Acta Horticulturae*, Eighth international symposium on virus diseases of ornamental plants, 24-28 August, Prague, 267-274.
11. Niimi, Y., Han, D.S., Mori, S. & Kobayashi, H. 2003. Detection of cucumber mosaic virus, lily symptomless virus and lily mottle virus in lily species by RT-PCR technique. *Scientia Horticulturae*, 97: 57-63.
12. Palukaitis, P. & Garcia-Arenal, F. 2003. Cucumber mosaic virus. AAB. Descriptions of Plant Viruses, No: 400.
13. Raj, S.K., Srivastava, A., Chandra G. & Singh B.P. 2002. Characterization of cucumber mosaic virus isolate infecting gladiolus cultivars and comparative evaluation of serological and molecular methods for sensitive diagnosis. *Current Science*, 83(9): 1132-1137.
14. Samuitiene, M. & Navalinskiene, M. 2008. Occurrence of cucumber mosaic cucumovirus on ornamental plants in Lithuania. *Zemdirbyste-Agriculture*, 95(3): 135-43.
15. Sertkaya, G. 2015. Hatay ili marul ve ıspanak alanlarında bazı virüslerin araştırılması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1): 7-12.
16. Sharma, A., Mahinghara, B.K., Singh, A.K., Kulshrestha, S., Raikhy, G., Singh, L., Verma, N., Hallan, V., Ram, R. & Zaidi, A.A. 2005. Identification, detection and frequency of lily viruses in Northern India. *Scientia Horticulturae*, 106: 213-227.
17. Sochacki, D. 2013. The occurrence of the viruses in tulip crops in Poland. *Journal of Horticultural Research*, 21(1): 5-9.

18. Türkoğlu, T. & Fidan, Ü. 1996. Ege bölgesinde krizantem, nergis, zambak ve lalelerde görülen virüs hastalıklarının tanıtılması. *Bitki Koruma Bülteni*, 36(1-2): 73-78.
19. Uzunoğulları, N. & Gümüş, M. 2015. Marmara Bölgesi'nde bazı kültür bitkilerinde doğal enfeksiyona neden olan hıyar mozaik virüsü (cucumber mosaic virus, cmv)'nün tespiti. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 16(1): 9-15.
20. Yazgan, M.E., Korkut, A.B., Barış, E., Erkal, S., Yılmaz, R., Erken, K., Gürsan, K. & Özyavuz, M. 2005. Süs bitkileri üretiminde gelişmeler. Ziraat Mühendisleri Odası Teknik Kongresi, 3-7 Ocak, Ankara, 1-20.
21. Zitter, T.A. & Murphy, J.A. 2009. Cucumber mosaic. *The Plant Health Instructor*, DOI: 10.1094/PHI-I-2009-0518-01.

Ammannia auriculata var. *arenaria* (LYTHRACEAE)'NİN TEMEL ANATOMİK ÖZELLİKLERİ

Mehmet AYBEKE

Trakya Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Balkan Yerleşkesi, 22030, Edirne
e-mail: mehmetaybeke@trakya.edu.tr

Alınış (Received): 20 Kasım 2015, Kabul Ediliş (Accepted): 12 Ekim 2016, Basım (Published): 15 Aralık 2016

Özet: Bu çalışmada *Ammannia auriculata* Willd. var. *arenaria* (Kunth) Koehne (Lythraceae)'nin tanımlanmasını sağlamak ve diğer bitkilerle karıştırılmasını önlemek amacı ile bazı anatomik özelliklerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bitkinin kök, gövde yaprak kısımları Formalin-Aceto-Alcohol (FAA)'da fikse edilip değişik boya ile boyandıktan sonra mikroskopta incelenmiş ve fotoğrafları çekilmiştir. Sonuç olarak; **1)** yaprak anatomisinin kısmen mezofit karakterleri gösterdiği, gövde ve kök anatomisinin aerankimatik geniş bir korteks ile sucül karakterleri daha fazla taşıdığı, **2)** kök ve gövdede sekonder ksilemin kalın lignifiye dokularının dışa doğru yer aldığı dikkat çekmiştir. Bulgular, benzer çalışma sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Çeltik, tarla yabancı otları, akuatik bitki, söğüt otu.

Basic anatomical properties of *Ammannia auriculata* var. *arenaria* (Lythraceae)

Abstract: This study was performed in order to define some anatomical characteristics of *Ammannia auriculata* Willd. var. *arenaria* (Kunth) Koehne (Lythraceae) to ensure a proper identification of the species and prevent confusion with other plants. Roots, leaves and stems of the plants were fixed in Formalin-Aceto-Alcohol (FAA), stained with various dyes, examined under a microscope and their photos were taken. The microscopic investigations of the plant parts revealed that **1)** the leaf anatomy showed partly mezophyte character, the stem and roots beared aquatic characters with a wide aeranchymatic cortex and **2)** thick lignified secondary xylem tissue in the roots and stems were located outwards of the stele. The results were compared with those of similar studies.

Key words: Rice, field weeds, aquatic plant, eared redstem.

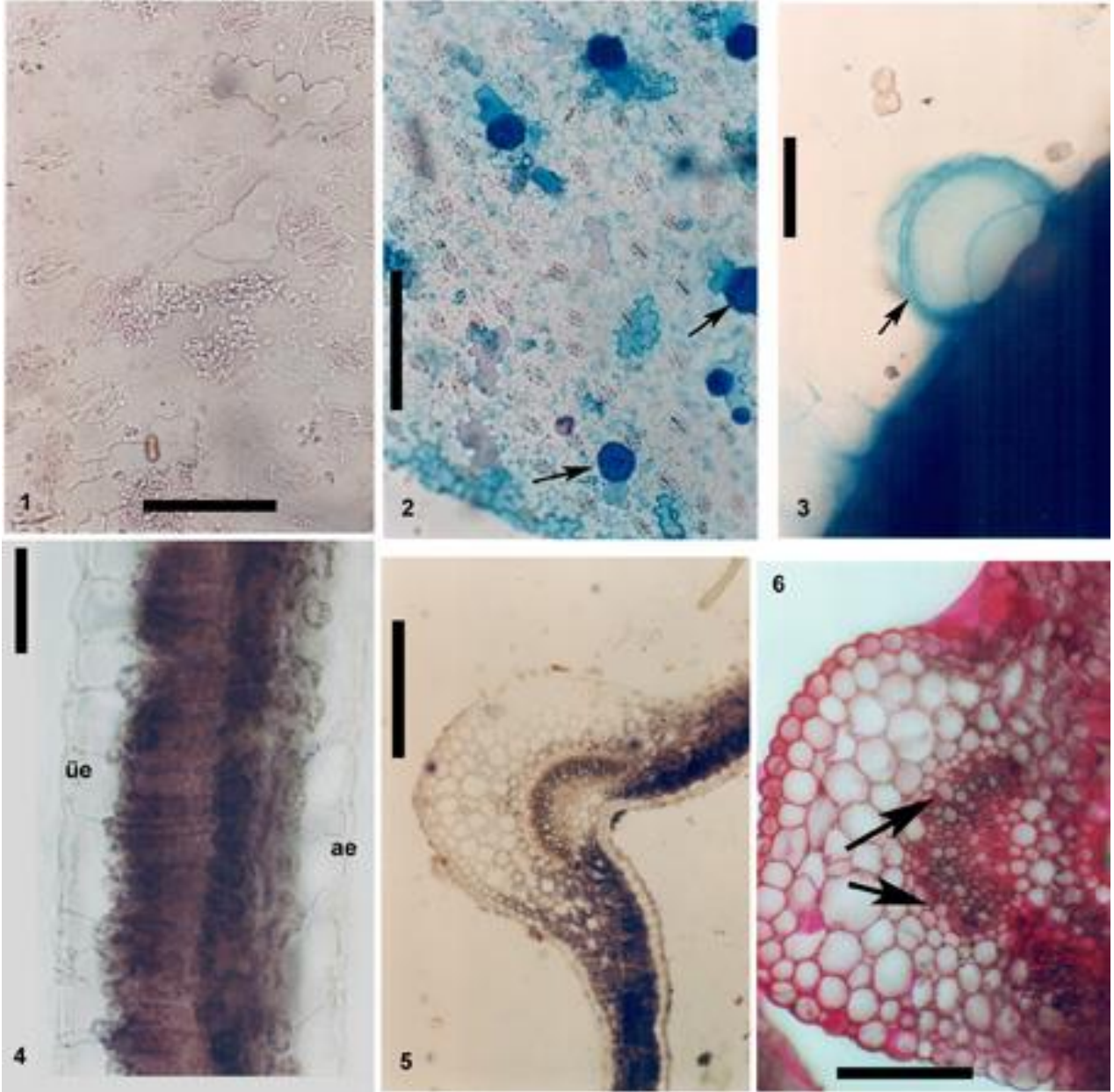
Giriş

Ammannia auriculata Willd. var. *arenaria* (Kunth) Koehne (Lythraceae)'nin (Söğüt otu), bir çeltik tarla yabancı otudur. Bu ot, çeltikle birlikte sucül ortamlarda yoğun olarak bulunur ve genellikle ilaçla mücadele yapılmaktadır. Bu durum, tarımsal girdileri ve ilaç ithalatını artırmakta, ülke ekonomisini olumsuz bir şekilde etkilemektedir. Tarımsal sektörlerde bu yabancı ot ile ilgili yoğun spekülasyonlar yapılmakta ve hatta farklı yabancı tarla otları ile karıştırılmaktadır. Bundan dolayı farklı bitkilere uygulanan ilaçlar, *A. auriculata*'ya tatbik edilmekte ve sonuçta ilaçtan verim alınmadığı gibi tarımsal giderlerin artmasına da neden olmaktadır. Bu yabancı otun tanımlanması için bitkinin morfolojik özellikleri, detaylı olarak tarımla ilgili yayınlarda sunulmuştur (Aybeke ve Sürek 2005). Bu çalışmada da aynı yabancı otun (*A. auriculata* var. *arenaria*) tanımlanmasını sağlamak üzere anatomik özelliklerinin tespiti edilmesini amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

A. auriculata var. *arenaria* örnekleri, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü (EDİRNE) çeltik tarlalarından

toplanmış ve laboratuvarında teşhis edilmiştir. Toplanan örneklerin kök, gövde ve yaprakları Formalin asetik asit (FAA) fiksatifinde fikse edilmiş ve sonrasında %96 alkolde yıkanıp, %70 alkolde muhafaza edilmiştir. Bir kısım bitki de herbaryum kurallarına göre kurutularak EDTU herbaryumuna 9474 numara ile kayıt edilmiştir. Alkol örnekleri, Vardar (1962)'in kısmen değiştirilmiş "Delafield's Hematoksilen-Safranin İkili Boyama", PAS Alcian Blue ve Sartur olmak üzere 3 değişik boyama yöntemi ile boyanmıştır. "Delafield's Hematoksilen-Safranin İkili Boyama" yöntemine göre kesitler önce safraninde 15' bekletilmiştir; süre sonunda dokulardan fazla boyanın çıkması için 3-4 kez %70 alkolde yıkanmıştır. Yıkanan materyal, 1 dak. kadar distile sudan geçirilmiş ve ardından "Delafield's Hematoksilen Boyası" ile 5 dak. muamele edilmiştir. Boyadan alınan materyal, 15-20sn kadar, amonyak ile hazırlanmış %70 alkolden geçirilmiştir. Bu işlemlerde kesitler maviye boyanmıştır ve distile su ile yıkandıktan sonra %50 gliserin ile kapatılmıştır. Ayrıca bazı kesitler de PAS-Alcian Blue (PASAB) yöntemi ile boyanmıştır. Buna göre kesitler Periyodik asitte 5, Coleman Schiff



Şekil 1-6. Yaprak anatomisi; **1.** Yüzeysel kesitte üst epidermis ve stomalar, **2.** yaprağın alt yüzünde stomalar ve salgı tüyleri (oklu), **3.** Salgı tüyünün yandan görünüşü (oklu), **4.** enine kesitte üst epidermis (**üe**), alt epidermis (**ae**) ve arasındaki parankimatik mezofil dokuları, **5-6.** anadamar çıkıntıları, atnalı tarzında kavisli ve 2 parçalı ksilem (oklu). **Boya:** **1, 4, 5:** Sartur, **2-3:** PASAB, **6:** Del.Hm.-Safranin. **Ölçek:** **1, 2, 5, 6:** 100µ, **3-4:** 50µ.

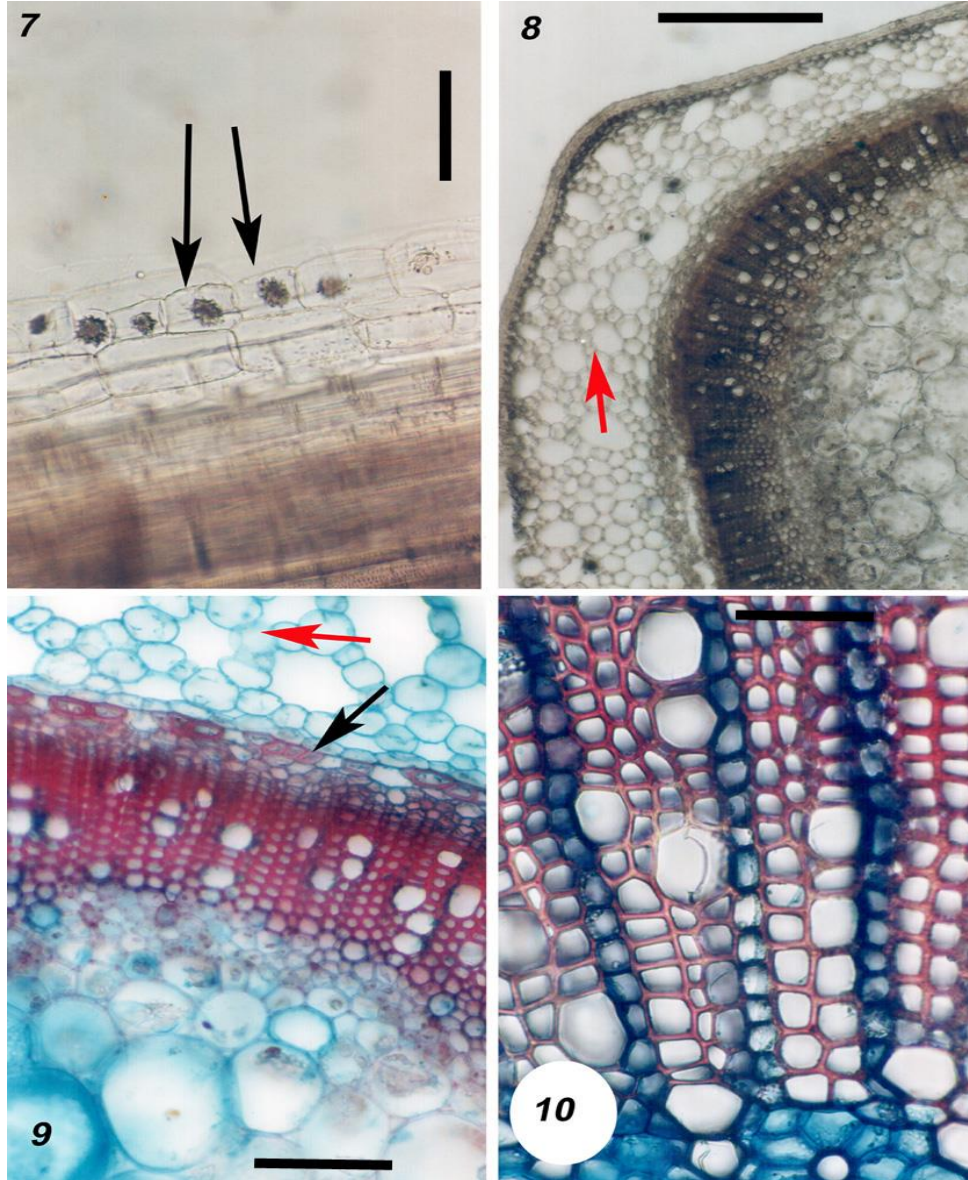
reaktifinde 10'ar dak. bekletildikten sonra (McManus 1948), pH'sı 4 olan Alcian blue boyası (Johnson ve ark. 1964) ile muamele edilmiştir. Her boyama arasında distile su ile yıkama yapılmış, istisna olarak Scihiff reaktifi sonrası musluk suyu kullanılmıştır. Boyanan kesitler, %50'lik gliserinle kapatılmıştır.

Sartur yöntemi için materyalden alınan enine kesitler, doğrudan bir damla boya içinde incelenmiştir (Çelebioğlu ve Baytop 1948). Tüm anatomik incelemeler Olympus CX 21 ışık mikroskopunda benzer yayınlar dikkate alınarak yapılmış (Aybeke ve ark. 2010, Aybeke 2012) ve kesitlerin fotoğrafları Olympus BH2 fotomikroskopunda çekilmiştir.

Sonuçlar

Yaprak anatomisi

Epidermal hücreler yüzeysel kesitte yoğun girinili çıkıntılı, bazıları müsilağimsi idioblast hücrelerine dönüşmüş; stoma amaryllis tipde, amfitostomatik dağılımlı, anomositik tipde, (Şekil 1-2); ama alt yüzde daha fazla; enine kesitte salgı tüyleri sapsız, tabanda 1 hücreli ve üstünde daha geniş ve yayvan şekilli baş hücreli (Şekil 2-3); üst epiderma tek sıralı, kare yer yer dikdörtgenimsi, antklinal çeperler genelde dik, nadir stomalı, palizat parankiması 1-nadiren 2 sıralı dikdörtgenimsi, yer yer silindirik, sünger parankiması,



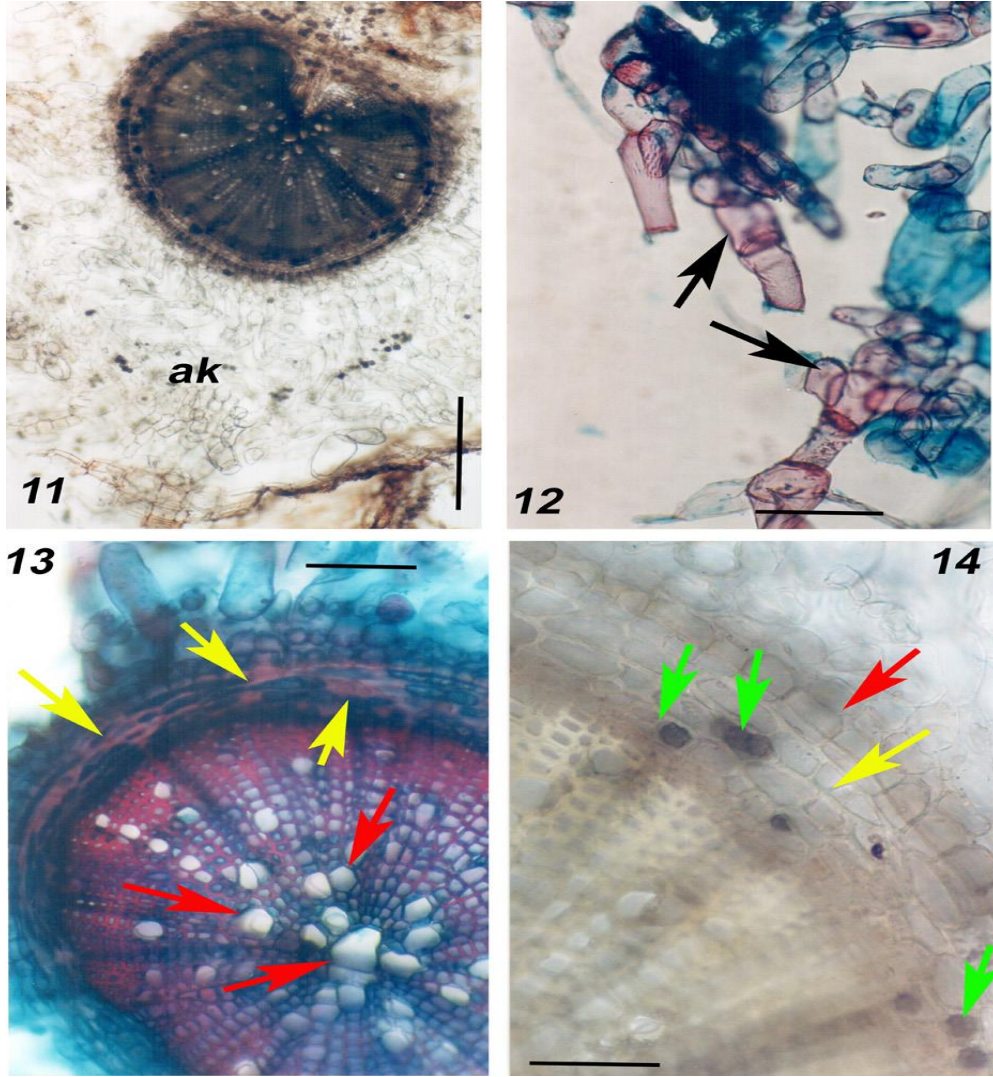
Şekil 7-10. Gövde anatomisi, **7.** Boyuna kesit, epidermiste druz kristalleri (oklu), **8.** Aerankimatik korteks (**Şekil 8 ve 9'da** kırmızı oklu), **9.** Kısım lignifiye periskl (siyah oklu), **10.** Sekonder ksilemin iç kısımlarında lignifiye parankima, trake ve trakeidler. Boyama: **7-8.** Sartur, **9-10.** PASAB. Ölçek: **7, 10.** 50µ, **8.** 100µ, **9.** 80µ.

şekilsiz hücreli, kloroplastlı, 3-4 sıralı; alt epidermis, üstteki epidermise göre daha geniş ve yayvan hücreli, stoma yoğun, antklinal çeperler eğik (Şekil 4); anadamar bölgesinde abaksiyal bölge oldukça belirgin çıkıntılı, parankimatik hücre bu çıkıntı bölgesinde ve damar etrafında yoğunlaşmış, hücreler yuvarlağımsı veya şekilsiz ve plastidsiz. Anadamar kavisli, eğik şekilli, floem adaksiyal bölgeye doğru, ksilem ise abaksiyale doğru kavisli olarak yerleşik; ksilemde trake ve trakeidler mevcut, ksilem 2 parçalı olup bu 2 parça arasında kısa bir parankimatik bölge mevcut, ayrıca floeme doğru çıkıntı yapmış birkaç geniş trake mevcut (Şekil 5-6).

Gövde anatomisi

Boyuna kesitte epidermal hücrelerin bazılarında druz kristalleri bulunmakta (Şekil 7); enine kesitte 1 sıra

epidermal hücre ve altında 1-nadiren 2 sıra dış parankimatik, plastidsiz hücreli, onun da altında geniş aerankimatik bir korteks, altında 1 sıra endodermis geniş ve yayık hücrelidir (Şekil 8-9). Ksilem sekonder yapıda oldukça kalın bir şekilde lignifiye halde, trakeler ksilemin gövdenin merkezine doğru daha yoğun, kambiyuma doğru olan kısımlarda ise nispeten daha kalın çeperli ve sık dizilişli trakeidal hücreler mevcut (Şekil 9-10), floem oldukça ince, birkaç hücreli küçük demetler halinde ve parankima hücreleri ile bütünleşik halde (Şekil 9), bazı periskl hücreleri kısmen lignifiye yani sklerankimatik hale geçmiş (Şekil 9), gövde merkezi bölge yoğun parankimatik ve geniş hücreli olup, ayrıca granüler halde yoğun ergastik madde mevcuttur (Şekil 9). Işıklar lignifiye parankimatik hücrelidir.



Şekil 11-14. Kök anatomisi, **11.** Kök genel görünüş ve geniş aerankimatik korteks (**ak**), **12.** Tubular tipde aerankimatik korteks (oklu), **13.** Sekonder ksilem, gövde merkezine doğru yoğunlaşmış trakeler (kırmızı işaretli) ve floem içinde lignifiye parankimatik hücreler (sarı işaretli), **14.** Floemde druz kristalleri (yeşil), lignifiye hücreler (sarı) ve kaspari şeridi (kırmızı). **Boya: 11-14: Sartur, 12-13: PASAB. Ölçek: 11. 100µ, 13. 80µ, 12,14. 50µ.**

Kök anatomisi

Epiderma ve eksoderma ayırımı belirgin değil, bazen tamamıyla kayıp, aerankimatik korteks oldukça geniş ve tubular hücrelerden yapı (Şekil 11-12), ksilem sekonder yapı ve oldukça geniş, trakeler ve ince çeperli lignifiye parankimatik tipde hücreler gövdenin merkezinde, kalın çeperli olanlar ise daha ziyade kambiyuma yakın olarak bulunmakta, merkezi bölgede trakeler daha yoğunlaşmış, floem ince, yoğun ve halkasal olarak ksilemin çevresinde bulunmakta, bazı parankimatik hücreler yoğun bir şekilde lignifiye olup, endodermisin altında bulunmakta (Şekil 13), endodermal hücreler I sıralı ve kaspari şeridli, floemin bazı hücreleri druz kristallidir (Şekil 14).

Tartışma

Yaprakta normal dorsaventral mezofit karasal anatomik yapı görülmüş, tüylenme sadece salgı tüyleri ile sınırlı kalmıştır. Sucul olan bitkilerdeki anatomik yapı

beraberinde kısmen karasal özellikleri de göstermiştir. Yani bitki yoğun bir su ortamında yetişmekle beraber bazı durumlarda suyun çekilmesi ile birlikte kısmen karasal ekosistem şartlarını da yaşamaktadır. Benzer olmakla beraber *Cuphea glutinosa* Cham. ve Schltl.'da ise kserofitik stoma yapıları görülmüştür (Mundo ve Duarte 2007, Zago ve ark. 2009). Zira bitki sucul değil tam karasal şartlara adapte olmuştur. Müsilaj hücrelerinin yapraktaki dağılımı benzer çalışmalarda da vurgulanmıştır (Mundo ve Duarte 2007, Zago ve ark. 2009).

Gövde anatomisine bakıldığında ise epidermal ve korteks tabakalarının primer yapıda olduğu, stelar yapıda sekonder gelişmenin olduğu görülmüştür. Druz kristallerinin ve medülar parankimadaki granüler ergastik maddelerin varlığı benzer çalışmalarda da vurgulanmış (Zago ve ark. 2009); fakat bunun aksine bizim çalışmamızda herhangi bir trikom yapısına

rastlanmamıştır. Ayrıca farklı bir takson olan *Lafoensia pacari* A.St-Hil.'de sekonder gelişimle birlikte fellogen oluşumu da görülmüştür (Mundo ve Duarte 2007). Bu çalışmada belirtilen *Ammannia*'da ise bu tarz bir yapı gelişimi olmamıştır. Bunun nedeni olarak, bitkinin tek yıllık olmasının buna gerek bırakmadığı yüksek ihtimaldir.

Kök anatomisi sonuçlarına bakıldığında; yoğun ve geniş bir aerankima, periskl ve floemde kısmen lignifiye olmuş bölgeler ve oldukça lignifiye bir dış ksilemin altında öz bölgesine kadar nispeten daha ince çeperli bir ksilem dikkat çekmektedir. Hem gövde hem de kök açısından bakıldığında 2 organda da aerankimatik yapı ve ksilemde lignifikasyon açısından büyük bir benzerlik olduğu dikkat çekmektedir. Kökte ve gövdede sekonder ksilemde kalın çeperli ve sık dizilişli olan bölgeler dışa doğru olup, trakeler ve daha ince çeperli olan parankimatik lignifiye ksilem dokuları da içe doğru yerleşiktir. Muhtemeldir ki kökte tuz ve değişik zararlı mineral madde, ağır metal vb. maddelerin geçişine bir engel olup ayrıca iç kısımdaki trakelere desteklik amacı ile bu tarz bir dış koruma bölgesi oluşturulmuştur.

Kaynaklar

1. Aybeke M. & Sürek, H. 2005. Çeltik Tarlalarında Tespit Edilen İki Yeni Yabancı Otun (Söğüt otu = *Ammannia auriculata* Willd. var. *arenaria* (Kunth) Koehne ve Dip otu = *Lindernia dubia* (L.) Pennell) Tanımlayıcı Özellikleri. *Hasad*, 21: 48-49.
2. Aybeke M., Sezik, E. & Olgun, G. 2010. Vegetative anatomy of some *Ophrys*, *Orchis* and *Dactylorhiza* (Orchidaceae) taxa in Trakya region of Turkey. *Flora*, 205(2): 73-89.
3. Aybeke, M. 2012. Comparative anatomy of selected rhizomatous and tuberous taxa of subfamilies Orchidoideae and Epidendroideae (Orchidaceae) as an aid to identification. *Plant Systematic and Evolution*. 29 (9): 1643-1658.
4. Chaodong, Y., X. Zhang, J. Li, M. Bao, D. Ni & J.L.Seago Jr. 2014. Anatomy and Histochemistry of Roots and Shoots in Wild Rice (*Zizania latifolia* Griseb.). *Journal of Botany*, 1817-1827.
5. Çelebioğlu S. & Baytop, T. 1949, Bitkisel tozların tetkiki için yeni bir reaktif. *Farmakolog*, 19: 301.
6. Fleck, A.T., Thandar, N., C. Repenning, F. Stahl, M. Zahn, & M.K. Schenk. 2011. Silicon enhances suberization and

Bitkinin sucul şartlarda yetişmesine ilaveten, bitkinin fenolojik özellikleri de bu tarz bir anatomik gelişime zemin hazırlamış olabilir.

Zira *Cuphea glutinosa*'da böyle bir sekonder ksilem yapısı görülmemiştir (Zago ve ark., 2009). Aerankimatik yapının sucul ekosistem bitkilerinin anatomisinde varlığı ile ilgili bulgular değişik çalışmalarda vurgulanmıştır (Turki 2007, Fleck ve ark. 2011, Chaodong ve ark. 2014). Özellikle bu tarz aerankimatik yapılar, toprak/su altındaki organlara oksijen ve hava transferi açısından önemli fonksiyonlara sahiptir.

Sonuç olarak; değişik yaprak anatomisi yanısıra kök ve gövdede higrofit anatomik özellikleri nedeniyle *Ammannia auriculata*'nın diğer çeltik yabancı ot taksonlarından ayrt edilmesi mümkün olacaktır. Böylece farklı bitkilerle karıştırılmadan o bitkiye özgü spesifik ilaç kullanımı sağlanarak, ekonomik kayıpların en aza indirgenmesi sağlanacak, ileride bitki ile yapılabilecek her türlü çalışma için bir ön tanımlama bilgilerine de sahip olunacaktır.

- lignification in roots of rice (*Oryza sativa*). *Journal of Experimental Botany*, 62(6): 2001-2011.
7. Johnson, W.C., Graham, J.H. & Helwig, E.B. 1964. Histochemistry of the acid mucopolysaccharides in cutaneous calcifications. *Journal of Investigative Dermatology*, 42: 215.
8. McManus, J.F.A. 1948. Histological and histochemical uses of Periodic acid. *Stain Technology*. 23: 99.
9. Mundo, S.R. & Duarte, M.D. 2007. Leaf and stem morphology of dedaleiro: *Lafoensia pacari* A.St-Hil. (Lythraceae). *Latin American Journal of Pharmacy*, 26(4): 522-529.
10. Turki, Z.A. 2007. The genus *Ammannia* L. (Lythraeae) in Egypt. *Flora Mediterranea*, 17: 97-114.
11. Vardar, Y. 1962. *Botanikte Preperasyon Tekniği (Uygulama Kitabı)*. s. 28-30, Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi Kitapları serisi, No:1, İzmir.
12. Zago, A.M., Manfron, M.P., Morel, A.F. & Zanetti, G.D. 2009. Morfonatoma do caule de *Cuphea glutinosa* Cham. & Schltld. (Lythraceae). *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 19(3): 720-726.

TÜRKİYE TRAKYASI İÇİN 20 YENİ GECE KELEBEĞİ (NOCTUIDAE: LEPIDOPTERA) KAYDI

Gülhan TARAÜŞ, Zuhale OKYAR*

Trakya Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Balkan Yerleşkesi, 22030, Edirne

*Corresponding author: e-mail: zuhale@trakya.edu.tr

Alınış (Received): 28 Eylül 2016, Kabul Ediliş (Accepted): 17 Ekim 2016, Basım (Published): 15 Aralık 2016

Özet: Bu çalışma, Noctuidlerin mevsimsel dağılımlarının tespiti amacıyla Edirne ilinde belirlenen 4 farklı habitatta 2009-2010 yıllarında yapılmıştır. Örnekler ayda 3 kez olmak üzere 12 ay boyunca Robinson tipi ışık tuzağı kullanılarak toplanmıştır. Tespit edilen türlerden 20'si Trakya Bölgesi için ilk kayıttır.

Anahtar kelimeler: Türkiye, Trakya, Noctuidae, yeni kayıt.

Records of 20 new moth (Noctuidae: Lepidoptera) species for Turkish Thrace

Abstract: This study was carried out in 2009 and 2010 in 4 different habitats in Edirne Province in order to determine the seasonal distribution of Noctuids in the study area. Specimens were collected 3 times a month during a 12 months period using a Robinson light trap. Twenty of the species identified in the study are new records for Turkish Thrace.

Key words: Turkey, Thrace, Noctuidae, new records.

Giriş

Noctuidae, baykuş güveleri ve kurtlar olarak bilinirler. Familyanın adı gece turuncu bir ışıltı ile ışığı yansıtan gözlerle sahip olmasından kaynaklanmaktadır.

Noctuidae tanımlanmış yaklaşık 35.000 tür ile lepidopterlerin en büyük familyasıdır. Avrupa'da bu sayı 1715'dir (http://www.faunaeur.org/species_list.php). Genellikle gece uçan noctuidler larva dönemlerinde ormanlık ve zirai alanlarda büyük zararlara neden olurlar.

Trakya Bölgesi'nin Noctuidae faunasının tespitine yönelik çalışmalar 1881 yılında Mathew'le başlamış bunu sırasıyla Rebel (1903, 1913), Buresch (1915), Buxton (1916), Buresch ve Iltschew (1921), Graves (1925, 1926), Lattin (1951), Güneyi ve Şengün (1972), Keyder (1978), Freina (1981), Hacker (1985, 1986a, b, 1987), Hacker ve ark. (1986), Koçak ve Seven (1991), Baraniak ve ark. (1994), Okyar ve Kornoşor (1994, 1997) ve Karatepe (2003) izlemiştir.

Bu çalışmalarda Trakya Bölgesi noctuidlerine ait 336 tür tespit edilmiştir. İlgili literatürlerde materyalin, genellikle bölgenin faunasını tespit amacıyla ilkbahar ve yaz aylarında toplandığı görülmektedir. Yıl boyunca periyodik yapılan çalışmalara rastlanmamıştır.

Bu araştırma, kış aylarında da erginlerinin aktif olarak uçtuğu noctuidlerin Trakya Bölgesi'nde daha fazla tür ile temsil edilebileceğinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırma materyali, 2009 Ekim-2010 Ekim periyodunda Edirne ilinde farklı habitatlara sahip 4 lokaliteden toplanmış ve değerlendirilmiştir. Ayrıca, çalışmamızda bu lokalitelerden daha önceki yıllarda toplanan materyal de değerlendirilmiştir.

Materyal toplanan lokaliteler (Şekil 1):

a. *Trakya Üniversitesi Güllapoğlu Yerleşkesi* (41m); K41°38'19,79"-D26°36'32,09".

Habitat: Dere ve gölet kenarı, çayırılık, aksöğüt (*Salix alba*), akkavak (*Populus alba*), ova karaağacı (*Ulmus minor*) ve böğürtlen (*Rubus fruticosus*) baskın türlerdir.

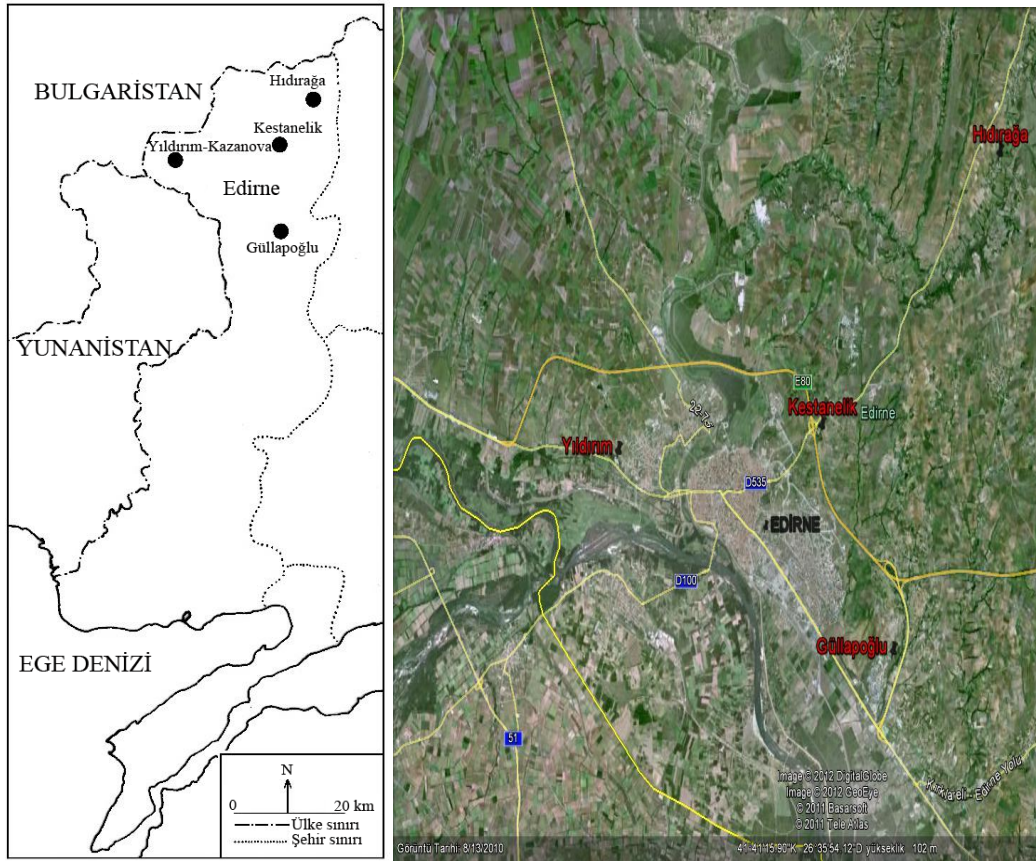
b. *Hıdırağa Köyü* (78m); K41°44'08,83"-D26°39'55,53".

Habitat: Çalışma alanı, elma (*Malus domestica*), vişne (*Prunus cerasus*), şeftali (*P. persica*), dut (*Morus sp.*) ağaçlarını içeren 40 dönümlük meyveligi kapsamaktadır. Köyün diğer ucunda çam (*Pinus sp.*) ağaçları bulunmaktadır.

c. *Edirne Kimyasal Araştırma ve Su arıtma tesisi-Kestanelik mevki* (135m); K41°41'37,33"-D26°34'29,37".

Habitat: Yabani otsu bitkilerle örtülü çayırılık alan.

d. *Yıldırım Mahallesi-Kazanova Mevkii* (68m); K41°41'13,10"-D26°34'29,37".



Şekil 1. Edirne-Merkez, örnek toplanan lokaliteler.

Habitat: Meriç nehri boyunca uzanan lokalitede, kavak (*Populus* sp.), çam (*Pinus* sp.), ceviz (*Juglans* sp.), vişne (*Prunus cerasus*), şeftali (*P. persica*), elma (*Malus domestica*) geniş yer kaplamaktadır.

Örneklerin yakalanmasında 160W'lık holojen ampul içeren Robinson tipi ışık tuzağı kullanılmıştır. Örnekler, ay hareketleri dikkate alınarak ayda 2-3 kez olmak üzere 12 ay boyunca toplanmıştır. Örnekler, arazi dönüşü özel germe tahtalarında gerilerek 70–80°C'lik etüvde 24–48 saat kurumaya bırakılmış ve daha sonra etiketlenerek müze materyali haline getirilmiştir.

Tür tayinlerinde kullanılmak üzere, erkek ve dişi bireylerin genital organ preparatları yapılmıştır. Preparatların hazırlanmasında Pierce (1967) ve Fernandez (1986)'den yararlanılmıştır.

Türlerin tayininde diş genital organ çizim ve tanımları, kanat damarlanması, renk ve desenlenme gibi taksonomik özellikleri içeren kaynaklardan (Hacker 1989, 1990, 2004, Poole 1989a, b, Fibiger 1993, 1997, Goater ve ark. 2003, Zilli ve ark. 2005, Fibiger ve Hacker 2007, Fibiger ve ark. 2009, Koçak ve Kemal 2009) yararlanılmıştır.

Sonuçlar ve Tartışma

Yapılan çalışmada tespit edilen türlerden 20'si Trakya Bölgesi Noctuidae faunası için ilk kayıt

niteliğindedir. Türlerin saptanabilen farklı uçuş periyodları italik olarak belirtilmiştir.

NOCTUIDAE

Allophyes oxycanthae (Linnaeus, 1857)

Phalaena (Noctua) oxycanthae Linnaeus, 1857, *Syst. Nat.* (Edn.10) 1: 516.

Materyal: Edirne-Güllapoğlu Yerleşkesi (41m): 27.10.2000, 2♀♀; 10.11.2000, 1♂; 10.04.2001, 1♀; 10.05.2001, 1♂; 06.11.2008, 2♀♀; 11♂♂; 20.11.2008 1♀; 04.12.2008, 1♂; 05.12.2008, 1♀; Hıdırağa (78m): 18.11.2009, 1♀; 22.10.2010, 1♂; Yıldırım-Kazanova (68m): 17.03.2010, 1♂.

Türkiye'den Bilinen Dağılımı: Amasya, Sakarya (Koçak ve Kemal 2009).

Coğrafi Dağılımı: Avrupa, Kafkasya, Ukrayna, Rusya, Sibirya.

Bilinen Uçuş Periyodu: Ağustos, Ekim, Kasım.

Saptanan Uçuş Periyodu: *Mart, Nisan, Mayıs, Ekim, Kasım, Aralık.*

Asteroscopus syriaca (Warren, 1910)

Brachionya syriaca Warren, 1910, *Die Gross-Schmetterlinge der Erde* 3: 121.

Materyal: Edirne-Güllapoğlu Yerleşkesi (41m): 22.11.2000, 1♂; 03.09.2001, 1♂; 24.09.2001, 1♂; 16.10.2008, 1♀; 06.11.2008, 1♂; 20.11.2008, 3♂♂; 01.12.2008, 1♀; 1♂; 05.12.2008, 2♀♀; 3♂♂; 16.11.2009, 1♂.

Türkiye'den Bilinen Dağılımı: Afyon, Ankara, Bursa, Hatay, Maraş, Sivas (Koçak ve Kemal 2009).

Coğrafi Dağılımı: Anadolu (Küçük Asya).

Bilinen Uçuş Periyodu: Kasım.

Saptanan Uçuş Periyodu: Eylül, Ekim, Kasım, Aralık.

Agrochola circellaris (Hufnagel, 1766)

Phalaena circellaris Hufnagel, 1766, *Berlin, Mag.* 3: 404.

Materyal: Edirne-Güllapoğlu Yerleşkesi (41m): 20.11.2009, 1♂.

Türkiye'den Bilinen Dağılımı: Bolu, Erzurum, Kars, Nevşehir (Hacker ve Weigert 1986, Hacker 1990).

Coğrafi Dağılımı: Anadolu (Küçük Asya), Ermenistan, Kazakistan, Türkmenistan.

Bilinen Uçuş Periyodu: Kasım-Aralık.

Saptanan Uçuş Periyodu: Kasım.

Agrochola nitida (Denis & Schiffermüller, 1775)

Agrochola nitida Denis & Schiffermüller, 1775, *Schmett. Wien.:* 86.

Materyal: Edirne-Güllapoğlu Yerleşkesi (41m): 01.11.2001, 1♀; 16.10.2001, 1♀; 16.10.2001, 4♀♀.

Türkiye'den Bilinen Dağılımı: Ankara, Bolu, İçel (Hacker 1986).

Coğrafi Dağılımı: Avrupa (İngiltere, İrlanda, İber yarımadası hariç).

Bilinen Uçuş Periyodu: Eylül, Ekim.

Saptanan Uçuş Periyodu: Ekim, Kasım.

Agrotis vestigalis (Hufnagel, 1766)

Exua vestigalis Hufnagel, 1766, *Berl. Mag.* 2: 422.

Materyal: Edirne-Güllapoğlu Yerleşkesi (41m): 24.09.2001, 1♀, 1♂; 11.10.2001, 1♀; 10.08.2010, 1♂; Hıdırağa (78m): 17.04.2010, 1♂; Yıldırım-Kazanova (68m): 15.09.2009, 1♀, 1♂.

Türkiye'den Bilinen Dağılımı: Ankara, Eskişehir, Niğde (Kansu 1963).

Coğrafi Dağılımı: Asya, Avrupa, İber yarımadası.

Bilinen Uçuş Periyodu: Temmuz, Ağustos.

Saptanan Uçuş Periyodu: Nisan, Ağustos, Eylül, Ekim.

Ammoconia caecimacula ([Dennis & Schiffermüller], 1775)

Noctua caecimacula Denis & Schiffermüller, 1775, *Schmett. Wien.:* 81.

Materyal: Edirne-Güllapoğlu Yerleşkesi (41m): 23.10.2002, 1♂.

Türkiye'den Bilinen Dağılımı: Ankara, Ardahan, Artvin, Bingöl, Bolu, Erzincan, Kars, Maraş, Tunceli, Yozgat (Hacker ve ark. 1986).

Coğrafi Dağılımı: Anadolu (Küçük Asya), Avrupa'nın güneyi.

Bilinen Uçuş Periyodu: Ağustos, Ekim, Kasım.

Saptanan Uçuş Periyodu: Ekim.

Antitype chi (Linnaeus, 1758)

Phalaena chi Linnaeus, 1758, *Syst. Nat.* (Edn.10): 514.

Materyal: Edirne-Güllapoğlu Yerleşkesi (41m): 05.05.2002, 2♀♀; Yıldırım-Kazanova (68m): 15.09.2009, 1♂.

Türkiye'den Bilinen Dağılımı: Ankara, Bingöl, Kars, Konya, Maraş, Muş, Yozgat, Karaman (Koçak ve Kemal 2009).

Coğrafi Dağılımı: Anadolu (Küçük Asya), Kuzey ve orta Asya, Avrupa.

Bilinen Uçuş Periyodu: Ağustos, Kasım.

Saptanan Uçuş Periyodu: Mayıs, Eylül.

Apamea remissa (Hübner, [1809])

Noctua remissa Hübner, 1809, *Sammlung Europäische Schmetterlinge* (Noc: 2) 4: pl. 90, fig. 423.

Materyal: Edirne-Güllapoğlu Yerleşkesi (41m): 25.05.2010, 1♀; Yıldırım-Kazanova (68m): 15.09.2010, 2♀♀.

Türkiye'den Bilinen Dağılımı: Ağrı, Ankara, Ardahan, Bayburt, Erzincan, Erzurum, Kars, Sivas, Tokat, Van (Koçak ve Kemal 2009).

Coğrafi Dağılımı: Alaska, Avrupa, Japonya, Sibirya, Türkiye.

Bilinen Uçuş Periyodu: Mayıs, Temmuz.

Saptanan Uçuş Periyodu: Mayıs, Eylül.

Atethmia centrigo (Haworth, 1809)

Atethmia centrigo Haworth, 1809, *Lepidoptera Britannica sistens Digestionem novam Insectorum Lepidopterum:* 236.

Materyal: Edirne-Güllapoğlu Yerleşkesi (41m): 16.10.2001, 1♂.

Türkiye'den Bilinen Dağılımı: Amasya, Ankara, Denizli, İçel, Malatya, Maraş, Nevşehir, Van (Koçak ve Kemal 2009).

Coğrafi Dağılımı: Anadolu (Küçük Asya), Ermenistan, Filistin, Suriye.

Bilinen Uçuş Periyodu: Ağustos, Eylül.

Saptanan Uçuş Periyodu: Ekim.

Dioszeghyana schmidtii (Diöszeghy, 1935)

Monima schmidtii Diöszeghy, 1935, *Verh. Mitt. Siebenbürg. Ven. Naturawiss. Hermonstandt*, 83-84: 128.

Materyal: Edirne-Kestanelik mevki (135m): 17.04.2010, 1♀.

Türkiye'den Bilinen Dağılımı: Adıyaman, Ankara, Antalya, Bursa, İçel (Koçak ve Kemal 2009).

Coğrafi Dağılımı: Arap yarımadası, Avrupa'nın güneyi, Balkanlar, Irak, İran, Kazakistan, Libya, Mısır, Rusya, Suriye, Türkiye, Türkmenistan, Ürdün.

Bilinen Uçuş Periyodu: Mart, Nisan.

Saptanan Uçuş Periyodu: Nisan.

***Enterpia laudeti* (Boisduval, 1840)**

Cleophana laudeti Boisduval, 1840, *Genera et. index Meth. Eur. Lep.*: 152

Materyal: Edirne-Güllapoğlu Yerleşkesi (41m): 09.05.2001, 1♂.

Türkiye'den Bilinen Dağılımı: Adana, Ağrı, Amasya, Bitlis, Hakkari, Karaman, İçel, İzmir, Kars, Konya, Malatya, Nevşehir, Niğde, Sivas, Tokat, Urfa, Van (Koçak ve Kemal 2009).

Coğrafi Dağılımı: Avrupa'nın güneyi, Balkanlar, Orta ve Yakın Doğu, İran, Kazakistan, Özbekistan, Rusya, Türkiye, Türkmenistan.

Bilinen Uçuş Periyodu: Mart, Mayıs.

Saptanan Uçuş Periyodu: Mayıs.

***Hoplodrina blanda* ([Dennis & Schiffermüller], 1775)**

Noctua blanda Dennis & Schiffermüller, 1775, *Ankundung syst. Werkes Schmetterl. Wienergegend*: 77.

Materyal: Edirne-Güllapoğlu Yerleşkesi (41m): 16.10.2008, 1♀.

Türkiye'den Bilinen Dağılımı: Artvin, Bitlis, Bursa, Erzurum, Kastamonu, Rize, Van (Koçak ve Kemal 2009).

Coğrafi Dağılımı: Avrupa, Fas, İran, Rusya, güneybatı Sibirya, Ural Dağları'nın güneyi.

Bilinen Uçuş Periyodu: Nisan, Mayıs, Haziran.

Saptanan Uçuş Periyodu: Ekim.

***Lacanobia suasa* ([Dennis & Schiffermüller], 1775)**

Noctua suasa Dennis & Schiffermüller, 1775, *Ankundung syst. Werkes Schmetterl. Wienergegend*: 83.

Materyal: Edirne-Güllapoğlu Yerleşkesi (41m): 13.05.2011, ♀; 06.10.2001, 2♀♀; Hıdırağa (78m): 09.06.2010, 1♂; 09.09.2010, 1♂; Kestanelik mevki (135m): 19.08.2009, 1♀; 16.05.2010, 2♀♀, 1♂.

Türkiye'den Bilinen Dağılımı: Ankara, Erzincan (Koçak ve Kemal 2009).

Coğrafi Dağılımı: Avrupa, Rusya, Ural Dağları.

Bilinen Uçuş Periyodu: Nisan-Eylül.

Saptanan Uçuş Periyodu: Mayıs, Haziran, Ağustos, Eylül, Ekim.

***Leucania palaestinae* (Staudinger, 1897)**

Leucania palaestinae Staudinger, 1897, *Dt. Ent. Z. Iris* 10: 174.

Materyal: Edirne-Kestanelik mevki (135m): 22.06.2010, 2♀♀.

Türkiye'den Bilinen Dağılımı: Adana, Aydın, Hatay, İçel, İzmir, Muğla (Koçak ve Kemal 2009).

Coğrafi Dağılımı: Kuzey Afrika, Avrupa, Anadolu (Küçük Asya), İran, Türkmenistan.

Bilinen Uçuş Periyodu: Nisan, Haziran, Eylül, Kasım.

Saptanan Uçuş Periyodu: Haziran.

***Orthosia cerasi* (Fabricius, 1775)**

Noctua cerasi Fabricius, 1775, *Syst. Ent.*: 600.

Materyal: Edirne-Güllapoğlu Yerleşkesi (41m): 10.03.2009, 1♂; 13.04.2010, 1♀; Kestanelik mevki (135m): 17.04.2010, 1♂.

Türkiye'den Bilinen Dağılımı: Adana, Ankara, Antalya, Burdur, Maraş, Van (Koçak ve Kemal 2009).

Coğrafi Dağılımı: İsrail, Kafkasya, Rusya, Sibirya'nın doğusu, Türkiye.

Bilinen Uçuş Periyodu: Mart-Mayıs.

Saptanan Uçuş Periyodu: Mart, Nisan.

***Parastichtis suspecta* (Hübner, [1817])**

Noctua suspecta Hübner, 1817, *Sammlung Europäischer Schmetterlinge, Noctuae* 2, Taf. 138, Fig. 633.

Materyal: Edirne-Hıdırağa (78m): 10.08.2010, 1♀.

Türkiye'den Bilinen Dağılımı: Manisa (Kansu 1963); Kars (Koçak ve Kemal 2009).

Coğrafi Dağılımı: Kuzey Amerika, Anadolu (Küçük Asya), Avrupa, Rusya.

Bilinen Uçuş Periyodu: Nisan, Mayıs, Eylül.

Saptanan Uçuş Periyodu: Ağustos.

***Rhyacia helvetina* (Boisduval, 1833)**

Noctua helvetina Boisduval, 1833, *Annl. Soc. ent. Fr.* 2: 376, pl.14, fig. 3.

Materyal: Edirne-Hıdırağa (78m): 10.08.2010, 1♀.

Türkiye'den Bilinen Dağılımı: Gaziantep (Kansu 1963).

Coğrafi Dağılımı: Almanya, Avusturya, İtalya, Türkiye, Yunanistan.

Bilinen Uçuş Periyodu: Temmuz, Ağustos.

Saptanan Uçuş Periyodu: Ağustos.

***Xanthia icteritia* (Hufnagel, 1766)**

Phalaena icteritia Hufnagel, 1766, *Berl Mag.* 3: 296.

Materyal: Edirne-Güllapoğlu Yerleşkesi (41m): 20.11.2008, 2♂♂.

Türkiye'den Bilinen Dağılımı: Ankara, Ardahan, Bolu, Erzurum, Kars, Tunceli, Yozgat, (Koçak ve Kemal 2009).

Coğrafi Dağılımı: Avrupa, Moğolistan, Sibirya, Türkiye.

Bilinen Uçuş Periyodu: Ağustos, Eylül, Ekim.

Saptanan Uçuş Periyodu: Kasım.

***Xestia cohaesa* (Herrich & Schäffer, 1849)**

Caradrina cohaesa Herrich & Schäffer 1849, *Syst. bearb. Schmett. Eur.* 2: 209.

Materyal: Edirne-Güllapoğlu Yerleşkesi (41m): 05.04.2001, 1♂; 24.09.2001, 2♂♂; 30.09.2001, 6♂♂; 03.10.2001, 1♀, 3♂♂; 06.10.2001, 5♂♂; 11.10.2001, 7♂♂, 2♀♀; 01.11.2001, 1♂; 05.05.2002, 1♂; 16.10.2008, 7♂♂; 10.08.2010, 4♂♂; Hıdırağa (78m): 09.09.2010, 6♂♂; Kestanelik mevki (135m): 09.07.2010, 1♂; Yıldırım-Kazanova (68m): 15.09.2009, 1♀, 2♂♂; 16.10.2009, 1♀; 05.09.2010, 2♀♀, 1♂.

Türkiye'den Bilinen Dağılımı: Amasya, Antalya, Nevşehir, Siirt, Urfa (Koçak ve Kemal 2009).

Coğrafi Dağılımı: Irak, İran, İsrail, Kafkasya, Lübnan, Türkiye, Türkmenistan, Ukrayna.

Bilinen Uçuş Periyodu: Ağustos, Eylül.

Saptanan Uçuş Periyodu: Nisan, Mayıs, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım.

***Minucia lunaris* ([Dennis & Schiffermüller], 1775)**

Noctua lunaris Denis & Schiffermüller, 1775, *Ankundung syst. Werkes Schmetterl. Wienergegend*: 94.

Materyal: Edirne-Kestanelik mevki (135m): 11.08.2009, 1♂.

Türkiye'den Bilinen Dağılımı: Amasya (Kansu, 1966).

Coğrafi Dağılımı: Kuzey Afrika, Anadolu (Küçük Asya), Merkez ve Güney Avrupa, Kazakistan, Kıbrıs.

Bilinen Uçuş Periyodu: Temmuz, Ağustos.

Saptanan Uçuş Periyodu: Ağustos.

Edirne ilinde habitat özellikleri farklı olan 4 lokalitede (Güllapoğlu Yerleşkesi, Hıdırağa, Kestanelik Mevkii, Yıldırım-Kazanova) 2009-2010 yıllarında noctuidlerin mevsimsel değişimlerini incelemek amacıyla ışık tuzakları kullanılarak toplanan örneklerin teşhisleri sonucu 20 Noctuid türünün Trakya Bölgesi için ilk kayıt olma özelliğinde oldukları tespit edilmiştir. Noctuidler, gece aktif olan keleklerdir ve tüm yıl boyunca da aktif olma özellikleri vardır. Tespit edilen keleklerin bilinen uçuş zamanları ile tespit edilen uçuş zamanları arasında farklılıklar tespit edilmiştir. Kuşkusuz böceklerin uçuş zamanları çalışılan ülkenin

veya bölgenin iklimi, bitki vejetasyonu, düşmanlarının varlığı ile yakından ilgilidir ve ülkeden ülkeye veya bölgelere göre değişiklik gösterebilir (Leather 1985). Leather (1991)'ın İngiltere ve Finlandiya'da *Prunus*'un lepidopter konukçularının larval dönem fenolojilerini belirlemek üzere yaptığı çalışmasında bu farklılıklar tespit edilmiştir. Dolayısıyla çalışılan bir bölgenin hem canlı çeşitliliği hem de canlı türlerinin gelişim dönem ve süreleri iklim şartları, vejetasyon vs. gibi etkenlerin baskısı altında şekillenecektir. Çalışmamızda örneğin *Xanthia icteritia*'nın bilinen uçuş zamanı Ağustos, Eylül Ekim, iken Kasım ayında da uçtuğu tespit edilmiştir. Bilinen uçuş zamanlarının dışında bu çalışma ile farklı uçuş periyodu saptanmış olan Noctuidae türleri; *Allophyes oxycanthae*, *Asteroscopus syriaca*, *Agrochola nitida*, *Agrotis vestigalis*, *Antitype chi*, *Apamea remissa*, *Atethmia centrigo*, *Hoplodrina blanda*, *Lacanobia suasa*, *Orthosia cerasi* ve *Parastichtis suspecta*'dır.

İlkbahar ve yazın yürütülen genel faunistik çalışmaların aksine, örneklerin yıl boyunca periyodik olarak toplanması Trakya bölgesi için yeni türlerin bulunmasını güçlendirmiştir.

Araştırma bölgesinde yıl boyunca her ay periyodik olarak yapılan çalışma ile bölge için 20 yeni tür ilave edilmiştir. Daha önceki çalışmalarda Trakya Bölgesi'nde tespit edilebilen tür sayısı 336'dır. Bu çalışma ile tespit edilen 20 tür ile bu sayı 356'ya ulaşmıştır.

Kaynaklar

- Baraniak E., Bakowski, M. & Nowacki, J. 1994. A Contribution to the Knowledge of the Lepidoptera of European Turkey. Part I Macrolepidoptera. *Miscellaneous Papers*, 19: 1-5.
- Buresch, I. 1915. Beitrag zur Lepidopterenfauna von Trazien und Mazedonien. *Zeitschrift der Bulgarischen Akademie der Wissenschaften*, 12: 37-54 (In Bulgarian).
- Buresch, I. & Iltschew, D. 1921. Dritter Beitrag zur Erforschung der Lepidopterenfauna von Trazien und Mazedonien. *Travaux de la Société Bulgare des Sciences Naturelles*, 9: 61-86 (In Bulgarian).
- Buxton, A.J. 1916. Lepidoptera at Dardanelles. *The Entomologist's Record and Journal of Variation*, 28: 213-217.
- Fernandez-Rubio F. 1986. Ein Beitrag zur Technik der Mazeration, Preparation und Färbung der Genitalarmaturen von Schmetterlingen. *Entomologische Zeitschrift*, 96 (17): 241- 256.
- Fibiger, M. 1993. *Noctuidae Europaeae: Noctuinae II*. Volume 2. Entomological press, Soro, Denmark, 230 pp.
- Fibiger, M. 1997. *Noctuidae Europaeae: Noctuinae III*. Vol. 3, Entomological Press. Soro, Denmark, 418 pp.
- Fibiger, M. & Hacker, H. 2007. *Noctuidae Europaeae: Amphipyryinae-Xyleninae*. Vol. 9, Entomological Press. Soro, Denmark, 410 pp.
- Fibiger, M., Ronkay, L., Steiner, A. & Zilli, A. 2009. *Noctuidae Europaeae: Pantheinae- Byrophilinae*. Vol. 11, Entomological Press, Soro, Denmark, 504 pp.
- Freina, J.J. 1981. 2. Beitrag zur systematischen erfassung der Bombyces-und Sphinges-Fauna Kleinasien. *Atalanta* 12(1): 18-63.
- Goater, B., Ronkay, L. & M. Fibiger M. 2003. *Noctuidae Europaeae: Catocalinae & Plusinae*. Vol. 10, Entomological Press, Soro, Denmark, 452 pp.
- Graves, P. P. 1925. The Lepidoptera of the Constantinapol. *Entomologist*, 58: 242-245.
- Graves, P. P. 1926. Additions to the Lepidoptera of the Constantinapol district. *Entomologia*, 59: 249-253.
- Güneyi, N. & Şengün. A. 1972. 1964-1969 Yıllarında Kefeliköy'de Toplanmış Kelebek Türleri II. Gece Kelebekleri. *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası*, 37(1/2): 125-128.
- Hacker, H. 1985. Dritter beitrage zur erfassung der Noctuiden der Türkei (Lepidopteren). *Nevue Entomologische Nachrichten*, 15: 1-44.
- Hacker, H. 1986a. Erster beitrage zur systematischen erfassung der Noctuidae der Türkei (Lepidoptera). *Atalanta*, 17: 1-26.
- Hacker, H. 1986b. 2. Beitrag zur Erfassung der Noctuidae der Türkei. Beschreibung neuen taxa, Erkenntnisse zur systematik der kleinasiatischen arten und faunistisch

- bemerkenswerte funde aus den aufsammlungen von De Freina aus den jahren 1976-1983 (Lepidoptera). *Spixia*, 9(1): 25-81.
18. Hacker, H. 1987. Fünfter beitrage zur systematik Erfassung der Noctuidae der Türkei. Beschreibung neuen taxa und faunistisch bemerkenswerte funde aus den aufsammlungen von Wolf und Hacker aus dem Jahr 1985 sowie erganzungen zu früheren arbeiten (Lepidoptera). *Atalanta*, 17: 27-83.
 19. Hacker, H. 1989. *Die Noctuidae Griechenlands. Mit einer Übersicht über die Fauna des Balkanraumes (Lepidoptera, Noctuidae)*. Herbiopoliana, 2: 1-589, I-XII.
 20. Hacker, H. 1990. *Die Noctuidae Vorderasiens. Beiträge Ökologie, Faunistik und Systematik von Lepidoptera*. Apollo Books, Denmark-Stenstrup, 707 pp.
 21. Hacker, H. 2004. *Revision of the genus Caradrina OCHSENHEIMER, 1916, with notes on further genera of the tribus Caradrini (Lepidoptera, Noctuidae)*. Buchreihe zur Entomologie. Band 10, 784 pp.
 22. Hacker, H. & Weigert, L. 1986. Sechster Beitrag Zur Systematischen Erfassung Der Noctuidae Der Türkei. Das Artenspektrum Im April Und Oktober: Beschreibung Neuer Taxa Und Faunistisch Bemerkenswerte Funde Aus Neueren Aufsammlungen (Lepidoptera). *Neue Entomologische Nachrichten* 19(3/4): 133-188.
 23. Hacker, H., Kuhna, P. & Gross, F.J. 1986. 4. Beitrag zur Erfassung der Noctuidae der Türkei. Beschreibung neuen taxa, Erkenntnisse faunistisch bemerkenswerte funde aus den aufsammlungen von Gross und Kuhna aus den jahren 1968-1984 (Lepidoptera, Noctuidae). *Mitteilungen der Münchner Entomologischen Gesellschaft*, 76: 79-141.
 24. http://www.faunaeur.org/species_list.php (Erişim: Ekim 2016).
 25. Kansu, İ.A. 1963. Türkiye Lepidoptera Faunası İçin İlkel Liste IV. *Bitki Koruma Bülteni*, 3(3): 195-207.
 26. Kansu, İ.A. 1966. Türkiye Lepidoptera Faunası için İlkel Liste IV. *Bitki Koruma Bülteni*, 6(1): 73-75.
 27. Karatepe, Y. 2003. Gelibolu Yarımadası Tarihi Milli Parkı'nın Lepidoptera Türleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A, 1: 167-180.
 28. Keyder, S. 1978. Marmara Bölgesinde 1962-1975 yılları arasında saptanan Noctuidae Türleri ve Özellikleri. *İstanbul Ziraî Mücadele Enstitüsü Yayınları*, Seri No: 12, 58 s.
 29. Koçak, A.Ö. & Seven, S. 1991. Faunistische notizen über türkisch- Thrazien Lepidopteren. *Miscellaneous Papers*, 10: 4-12.
 30. Koçak, A.Ö. & Kemal, M. 2009. Revised Checklist of the Lepidoptera of Türkiye. *Priamus Serial Publication of the Centre for Entomological Studies*, Ankara, 253 pp.
 31. Lattin, G. de. 1951. Türkische Lepidopteren-II. *Istanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası*, Seri B, 16: 45-73.
 32. Leather, R. 1991. Feeding specialization and host distribution of British and Finnish Prunus feeding macrolepidoptera. *Oikos*, 60: 40-48.
 33. Leather, S.R. 1985. Does the bird cherry have its 'fair share' of insect pests? An appraisal of the species-area relationships of the phytophagous insects associated with British Prunus species. *Ecological Entomology*, 10: 43-57.
 34. Mathew, 1881. List of Lepidoptera Observed in the Neighbourhood of Gallipoli, Türkiye, in 1978. *Entomologist's Monthly Magazine*, 18: 10-13, 29-32, 92-100.
 35. Okyar, Z. & Kornoşor, S. 1994. Trakya Bölgesi Noctuidae (Lepidoptera) türlerinin tespiti çalışmaları I. *XII. Ulusal Biyoloji Kongresi* 6-8 Temmuz, Edirne, 217-224.
 36. Okyar, Z. & Kornoşor, S. 1997. Trakya Bölgesi Noctuidae (Lepidoptera, Noctuidae) familyası türlerinin tespiti çalışmaları, II. *Türkiye Entomoloji Dergisi* 21(3): 197-212.
 37. Pierce, N.F. 1967. *The Genitalia of the Group Noctuidae of the Lepidoptera of the British Islands*. Liverpool, 1-88 pp.
 38. Poole, R.W. 1989a. *Noctuidae. Lepidopterorum Catalogus*. Part 1, Leiden, 500 pp.
 39. Poole, R.W. 1989b. *Noctuidae. Lepidopterorum Catalogus*. Part 2, Leiden, 501-1011 pp.
 40. Rebel H. 1903. Studien über die Lepidopterenfauna der Balkanländer I. (Bulgarien, Ostrumelien). *Annales des Naturhistorischen Museum in Wien*, 18: 123-347.
 41. Rebel, H. 1913. Studien Über Die Lepidopterenfauna der Balkanländer III. *Annales des Naturhistorischen Museum in Wien*, 27: 281-334.
 42. Zilli, A., Ronkay, L. & Fibiger, M. 2005. *Noctuidae Europaeae: Apemeini*. Vol. 8, Entomological Press, Soro, Denmark, 323 pp.

CONTRIBUTIONS TO THE CICADOMORPHA AND FULGOROMORPHA (HEMIPTERA) FAUNA OF TURKISH THRACE REGION

Ahmet DURSUN^{1*}, Meral FENT²

¹ Amasya University Faculty of Arts and Sciences Department of Biology, İpekköy, Amasya

² Trakya University Faculty of Sciences Department of Biology, Balkan Campus, 22030, Edirne

*Corresponding author: e-mail: ahmetdursun55@hotmail.com

Received (Alınış): 24 June 2016, Accepted (Kabul Ediliş): 09 September 2016, Published (Basım): 15 December 2016

Abstract: Specimens of Cicadomorpha and Fulgoromorpha were collected in different localities in Thrace region of Turkey during the spring and summer periods of 2014. The collected samples were evaluated taxonomically and *Eupelix cuspidata* (Fabricius, 1775) (Cicadellidae) from Cicadomorpha and *Euides basilinea* (Germar, 1821) (Delphacidae), *Metcalfa pruinosa* (Say, 1830) (Flatidae), *Scorlupella discolor* (Germar, 1821) (Issidae), *Ricania hedenborgi* Stål, 1865 (Ricaniidae) and *Tettigometra laeta* Herrich-Schäffer, 1835 (Tettigometridae) from Fulgoromorpha were recorded for the first time in the study region. *E. cuspidata* have been only known from Anatolia so far. *S. discolor* was recorded in various localities, and *T. laeta* and the exotic species *M. pruinosa* were recorded only in one locality in Anatolia. Records of *E. basilinea* was given from Turkey without any data on the locality. Distributions of the all recorded species in Turkey and inside the Palaearctic Region were given.

Key words: Turkish Thrace, New records, Cicadomorpha, Fulgoromorpha

Trakya Bölgesi Cicadomorpha ve Fulgoromorpha (Hemiptera) Faunasına Katkılar

Özet: Trakya Bölgesi'nde 2014 yılı, İlkbahar-Yaz döneminde, farklı lokalitelerden toplanan Cicadomorpha ve Fulgoromorpha taksonlarına ait çok sayıda örnek değerlendirilmiştir. Toplanan örneklerin teşhis edilmesi sonucundan; Cicadomorpha taksonuna ait *Eupelix cuspidata* (Fabricius, 1775) (Cicadellidae), ve Fulgoromorpha'ya ait *Euides basilinea* (Germar, 1821) (Delphacidae), *Metcalfa pruinosa* (Say, 1830) (Flatidae), *Scorlupella discolor* (Germar, 1821) (Issidae), *Ricania hedenborgi* Stål, 1865 (Ricaniidae) ve *Tettigometra laeta* Herrich-Schäffer, 1835 (Tettigometridae) taksonlarının Türkiye'nin Trakya Bölgesi için yeni kayıt oldukları belirlenmiştir. Bu türlerden, *E. cuspidata* daha önce Anadolu'da çok sayıda lokalitede bilinmesine rağmen, *S. discolor* birkaç lokalitede, *T. laeta* ve ekzotik bir tür olan *M. pruinosa* sadece birer lokalitede kaydedilmiştir. *E. basilinea* ise Türkiye'den herhangi bir lokalite belirtilmeksizin verilmiştir. Bu çalışmada ayrıca türlerin Türkiye ve Palearktik dağılımları verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Türkiye Trakyası, Yeni Kayıtlar, Cicadomorpha, Fulgoromorpha

Introduction

The geographical location of Turkey between Asia and Europe makes the country a dispersal corridor for different faunal elements of various origins including elements from Europe, the Balkans, Caucasus, Arabia and North Africa. In addition to the diversifying effect of the geographical on fauna, the richness of the fauna within the country is also an outcome of the different climate types and topographical conditions seen. Several studies have been carried out in order to provide an overview regarding the biological diversity of the country (Demirsoy 2002). Turkish Thrace Region plays a role as a gateway for transition of European fauna elements to Anatolia (Dursun & Fent 2015).

Cicadomorpha and Fulgoromorpha are two most diversified suborders in Hemiptera in terms of species

richness. Cicadomorpha includes today about 35.000 described species worldwide containing the cicadas, leafhoppers, spittlebugs and treehoppers which are exclusively plant-feeders. Fulgoromorpha, including plant-feeder planthoppers, comprises approximately 14.000 described species in 30 families (Bourgoin 2016, Dietrich 2005, Gjonov & Shishiniova 2014). The Hemiptera fauna of Turkey is represented with 2875 species belonging to 4 suborders (Önder et al., 2006, 2011). Studies on the Hemiptera in Turkey revealed that Cicadomorpha in the country is represented by 179 species and 74 genera within 6 families and Fulgoromorpha by 486 species and 174 genera within 11 Families (Önder et al. 2011).



Figure 1. The borders of the study area in Turkish Thrace.

Most of the studies on Turkey Hemiptera were carried out particularly in Anatolian part of the country and the occurrence data of the species of Cicadomorpha and Fulgoromorpha have not been determined completely yet (Demir 2008). The first faunistic records of Cicadomorpha and Fulgoromorpha in Turkey were given by Fahringer (1922), Haupt (1930), Kerville (1939) and Linnavuori (1965). Following these essential studies, Kalkandelen (1972, 1974, 1980, 1985), Lodos & Kalkandelen (1980, 1981a, b, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988), Dlabola (1957, 1981, 1983, 1985, 1986), Kartal (1980, 1981, 1983, 1985, 1986, 1987, 1988), Kartal & Zeybekoğlu (1994, 1997), Kartal et al. (2001), Zeybekoğlu (1993, 1994, 1996, 1998, 2000), Güçlü (1996, 1997), Emeljanov (2003) and Demir (1998, 2004, 2005, 2006a, b, 2007, 2008) contributed huge amount of information to the faunistic records of Cicadomorpha and Fulgoromorpha in Turkey.

It was aimed to give more information about and contribute to Cicadomorpha and Fulgoromorpha fauna of Turkey with this study.

Materials and Methods

The study material was collected in different localities in Thrace Region of Turkey in 2014. Sweeping nets were used to sample the specimens of Cicadomorpha and Fulgoromorpha on plants from various vegetation and habitat types (Fig. 1). External morphological characters and male genitalia - aedeagus, pygophores and paramere - of the specimens were used for identifications. For preparation of the genitalia, samples were softened in hot water, their genitalia were extracted. The following studies were used to identify the collected material; Linnavuori (1965), Lodos & Kalkandelen (1981a, b), Dlabola (1983), Kartal (1985) and Demir (2009). The specimens are deposited in the collections of Biology Departments of Amasya University, Faculty of Science and Arts (Amasya) and Trakya University, Faculty of Science (Edirne), Turkey.

Results

HEMIPTERA

CICADOMORPHA

Cicadellidae Latreille

Eupelix cuspidata (Fabricius, 1775)

Material examined: Edirne, Süloğlu-Gerdelli, 15.06.2014, 1♂.

Distribution in World: Widely distributed in Europe, Israel, Iraq, Iran, Mongolia, Syria, Turkey (Asian part), North Africa and East Palaearctic (Demir 2008, Hoch 2013).

Distribution in Turkey: Adana, Adıyaman, Afyonkarahisar, Ankara, Antalya, Artvin, Balıkesir, Çanakkale, Diyarbakır, Kahramanmaraş, Konya, Malatya, Mardin, Mersin, Nevşehir, Niğde and Şanlıurfa (Demir 2008, Önder et al. 2011).

Comment: *E. cuspidata* has a wide range of distribution in Southern Europe and Anatolia but the first record about its presence in Thrace region was given in the present study.

FULGOROMORPHA

Delphacidae Leach

Euides basilinea (Germar, 1821)

Material examined: Kırklareli, Demirköy-Fidanlık, 21.08.2014, 1♀.

Distribution in World: Balkan Peninsula, Central and Northern Europe, Turkey (Asian part) and East Palaearctic (Hoch 2013).

Comment: *E. basilinea* was recorded in Turkey without a locality data (Önder et al. 2011) and the present record of the species in Kırklareli-Demirköy is the first record of the species with a definite locality information.

Flatidae Spinola

Metcalfa pruinosa (Say, 1830)

Material examined: Edirne, Merkez-Sarayıcı, 30.08.2014, 10 ♀♀, 8 ♂♂; Kırklareli, Demirköy-Kakava Çayırılığı, 20.08.2014, 1 ♀, 3 ♂♂.

Distribution in World: Austria, Bulgaria, Croatia, Czech Republic, France, Italy, Korea, Southern parts of Russia, Slovenia, Switzerland, Turkey (Asian part), Ukraine,

Nearctic region (Mexico, U.S.A, Cuba) and Neotropical region (Mead 2004, Hoch 2013, Gjonov & Shishiniova 2014).

Distribution in Turkey: İzmir and Ordu (Önder et al. 2011, Güncan 2014).

Comment: This exotic polyphagous species causes damages to kiwi fruit and citrus in the world. It was mentioned in Turkey for the first time in İzmir by Karsavuran and Güçlü (2004) and by Güncan (2014) in kiwi production areas of Ordu. The specimens of the species were obtained while resting on a *Populus* sp. (Salicaceae) tree.

Issidae Spinola

***Scorlupella discolor* (Germar, 1821)**

Material examined: Edirne, Merkez-Kavakköy, 01.06.2014, 1 ♂.

Distribution in World: Bulgaria, Italy, Romania, Turkey (Asian part) and Ukraine (Hoch 2013).

Distribution in Turkey: Ankara, Erzincan (Kemaliye) and Yozgat (Dlabola 1957, Kartal 1985, Demir 2006, Demir & Demirsoy 2009, Önder et al. 2011).

Comment: *S. discolor* has been recorded so far in a few localities in Eastern and Central Anatolia Regions but its presence in Turkish Thrace was reported for the first time in the present study.

Ricaniidae Amyot & Serville

***Ricania hedenborgi* Stål, 1865**

Material examined: Kırklareli, Demirköy-Hamamgölü, 20.08.2014, 4 ♀♀, 5 ♂♂.

Distribution in World: Armenia, Afro-tropical region, Crete, Dodecanese Is., Greece, North Aegean Is., Near East, North Africa and Turkey (Anatolia) (Bourgoin & Demir, 2009).

Distribution in Turkey: Diyarbakır (Ergani, Pınarkaya), Elazığ, İzmir (Selçuk), Mardin (Mazıdağı, Nusaybin), Manisa (Muradiye) and Muğla (Marmaris) (Lodos & Kalkandelen 1981a, Tezcan & Zeybekoğlu 2001, Demir 2009, Özgen et al. 2011).

Comment: The family Ricaniidae has been mentioned by Demir (2009) to be mostly distributed in Africa, Asia and in Australia, but *R. hedenborgi* is a native species from Palaearctic region. The specimens of this genus are especially seen on agricultural crops but the specimens of *R. hedenborgi* were obtained while resting on a *Populus* sp. (Salicaceae) tree.

Tettigometridae Germar

***Tettigometra laeta* Herrich-Schäffer, 1835**

Material examined: Kırklareli, Dereköy, 19.08.2014, 1 ♂.

Distribution in World: Central and Southern Europe, Balkan Peninsula and North Africa (Hoch 2013).

Distribution in Turkey: Erzincan (Kemaliye) (Demir & Demirsoy 2009).

Comment: *T. laeta* was recorded in Anatolia for the first time in Eastern Anatolia Region in 2009 (Demir & Demirsoy 2009). The report of this rare species in the present study is the second record of the species in Turkey.

Discussion

In this study, 5 species belonging to 5 families (Delphacidae, Flatidae, Issidae, Ricaniidae, Tettigometridae) within Fulgoromorpha were reported as first records for Thrace Region. *Euides basilinea*, *Metcalfa pruinosa*, *Ricania hedenborgi*, *Scorlupella discolor* and *Tettigometra laeta* (Fulgoromorpha) and *Eupelix cuspidata* (Cicadomorpha), has been found first time in Turkish Thrace. *Eupelix cuspidata* and *Ricania hedenborgi* also have a widespread distribution in Anatolia.

The faunistic studies on Cicadomorpha and Fulgoromorpha fauna in Turkey are mainly focused on Anatolia and while there exists only a few studies performed in Thrace Region. The comparison of the species diversity of the region with Europe as a whole and with the neighboring countries Greece and Bulgaria reveals quite the opposite faunal data. The Cicadomorpha fauna in Greece is represented with 222 species and 105 genera within 7 families and Fulgoromorpha fauna with 209 species and 95 genera within 12 families. The diversity in Bulgaria is also noticeable since Cicadomorpha in Bulgaria is represented with 203 species and 79 genera within 6 families and Fulgoromorpha with 120 species and 67 genera within 9 families. One can conclude from this faunal data of the two neighboring countries that the fauna of Thrace Region is less diverse than that of Greece and Bulgaria based on current available records in the region. However, we believe that further detailed studies in Turkish Thrace are prone to reveal new records not only for the fauna of the region but also for that of Turkey (Hoch 2013).

According to the available data reported so far about the hemipteran fauna of Thrace region of Turkey, Tettigometridae is represented in the region with 3 species whereas Issidae and Cicadellidae are represented with 2 and 15 species, respectively, while Delphacidae, Flatidae and Ricaniidae have no representatives. Within the present study, 1 species for each of the latter three families were determined in Thrace Region and presence of Delphacidae, Flatidae and Ricaniidae in the region were reported for the first time. *Metcalfa pruinosa* ordinarily does very little damage to plants; however, this species was mentioned by Güncan (2014) to decrease quality of kiwi fruit, citrus, persimmon, fig, walnut and apple fruit in Turkey. In the present study, no damage of *M. pruinosa* and *Ricania hedenborgi* was determined inside the study area in Thrace region since the specimens of these species were obtained while resting on a *Populus* sp. (Salicaceae) tree. As a result of the current study, the present records of Cicadomorpha and Fulgoromorpha known in the research area not only increased the number of the species in the region but also help to expand the distributional range of previously known species.

Acknowledgement

A part of this study was presented as a poster presentation in 7th European Hemiptera Congress (EHC7) Graz/Austria.

References

1. Bourgoïn T. 2016. FLOW (Fulgoromorpha Lists on The Web): a world knowledge base dedicated to Fulgoromorpha. Version 8, updated [date]. <http://hemiptera-databases.org/flow/> (Accessed on: 05.06.2015)
2. Demir, E. 1998. Türkiye Homoptera Faunası İçin Yeni Kayıtlar (Homoptera, Auchenorrhyncha, Tropiduchidae). *Centre Entomological Studies Ankara, Miscellaneous Papers*, 55/56: 1-3.
3. Demir, E. 2004. *Goniagnathus guttulinervis* (Kirschbaum, 1868) new to Turkey, with data on distribution of the Genus in Antalya (Homoptera: Auchenorrhyncha: Cicadellidae). *Acta Entomologica Slovenica*, 12 (2): 255-257.
4. Demir, E. 2005. Two new records of Cicadellidae fauna in Turkey (Homoptera, Auchenorrhyncha). *Zoology in the Middle East*, 35: 111.
5. Demir, E. 2006a. Preliminary report on the Auchenorrhyncha (Hemiptera) fauna of Kazdağı National Park with two new records for Turkey. *Acta Entomologica Slovenica*, 14(1): 89-102.
6. Demir, E. 2006b. Contributions to the knowledge of Turkish Auchenorrhyncha with twelve new records (Homoptera: Cicadellidae). *Munis Entomology and Zoology*, 1(2): 215-236.
7. Demir, E. 2007. Contributions to the Knowledge of Turkish Auchenorrhyncha (Homoptera, Fulgoromorpha and Cicadomorpha, excl. Cicadellidae) with a new record, *Setapius klapperichianus* Dlabola, 1988. *Munis Entomology and Zoology*, 2 (1): 39-58.
8. Demir, E. 2008. The Fulgoromorpha and Cicadomorpha of Turkey. Part I: Mediterranean region (Hemiptera). *Munis Entomology and Zoology*, 3(1): 447-522.
9. Demir, E. 2009. *Ricania* Germar, 1818 species of Western Palaearctic Region (Hemiptera: Fulgoromorpha: Ricaniidae). *Munis Entomology and Zoology*, 4 (1): 271-275.
10. Demir, E. & Demirsoy, A. 2009. Preliminary report on the Fulgoromorpha (Hemiptera) fauna of Kemaliye (Erzincan) with a new record for Turkey. *Munis Entomology and Zoology*, 4(1): 280-286.
11. Demirsoy, A. 2002. *Genel Zoocoğrafya ve Türkiye Zoocoğrafyası*. Genişletilmiş 5. Baskı, Meteksan A.Ş. Ankara 2002.
12. Dietrich, C.H. 2005. Keys to the Families of Cicadomorpha and Subfamilies and Tribes of Cicadellidae (Hemiptera: Auchenorrhyncha). *Florida Entomologist*, 88(4): 502-517.
13. Dlabola, J. 1957. Results of the Zoological Expedition of the National Museum in Prague to Turkey 20. Homoptera, Auchenorrhyncha. *Acta entomologica Musei Nationale Prage*, 31(469): 19-68.
14. Dlabola, J. 1981. Ergebnisse der Tschechoslowakisch-Iranischen Entomologischen Expeditionen nach dem Iran (1970 und 1973). *Acta entomologica Musei Nationale Prage*, 40: 127-311.
15. Dlabola, J. 1983. Neue mediterrane, meistens anatolische Issidaen (Homoptera, Auchenorrhyncha). *Acta entomologica Bohemoslovaca*, 80: 114-136.
16. Dlabola, J. 1985. Zwei neue *Fieberiella*-Arten aus der Türkei und Spanien (Homoptera, Cicadellidae). *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 9: 75-78.
17. Dlabola, J. 1986. Neue Arten der Fulgoromorphen Zikaden-Familien vom Mittelmeergebiet und nahen Osten. *Sbornik Narodniho Muzea V Praze*, 42(3-4): 169-196.
18. Dursun, A. & Fent, M. 2015. Notes on Some Little Known Species of Heteroptera Fauna of Turkey with New Records for the Fauna Europe and the Turkish Thrace. *North-Western Journal of Zoology*, 11(1): 92-96.
19. Emeljanov, A.F. 2003. New taxa and new data on distribution of the subfamily Orgeriinae in the Mediterranean (Homoptera: Dictyopharidae). *Zoosystematica Rossica*, 11(2): 311-319.
20. Fahringer, J. 1922. Eine Rhynchotenausbeute aus der Türkei, Kleinasien und den benachbarten Gebieten. *Konowia*, 1: 296-307.
21. Gadeau de Kerville, H. 1939. *Recit Sommaire du Voyage en Liste Methodique des Invertebres et des Vertebres Recoltes en Asie-Mineure*. Voyage Zoologique D'Henri Gadeau de Kerville en Asie-Mineure (Avril-Mai, 1912). Paul Le Chevalier, Paris. 148 pp.
22. Gjonov, I. & Shishiniova, M. 2014. Alien Auchenorrhyncha (Insecta, Hemiptera: Fulgoromorpha and Cicadomorpha) to Bulgaria. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 1: 151-156.
23. Güçlü, Ş. 1996. Studies on Delphacidae (Hom., Auchenorrhyncha) from Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 20: 407-411.
24. Güçlü, Ş. 1997. On some Tettigometridae (Hemiptera, Auchenorrhyncha) from Turkey. *Zoology in the Middle East*, 15: 83-86.
25. Güncan, A. 2014. Türkiye'de Kivi bahçelerinde Yeni Bir zararlı *Metcalfa pruinosa* (Say, 1830) (Hemiptera: Flatidae). *Akademik Ziraat Dergisi*, 3(1): 41-44.
26. Haupt, H. 1930. Ein neuer *Paralimnus* Mats. Aus Kleinasien (Homopt. Cicad.). *Deutsche Entomologische Zeitschrift*, 207-208.
27. Hoch, H. 2013. Fauna Europaea: Fulgoromorpha and Cicadomorpha. In: Karsholt, O. & Nieuwerkerken, E.J. van (2013) Fauna Europaea: Lepidoptera, Moths. Fauna Europaea version 2.6.2, <http://www.faunaeur.org>. (Accessed on: 05.04.2015)
28. Kalkandelen, A. 1972. Orta Anadolu Cicadellidae: Euscelinae Faunasından Dört Yeni Tür ve Bir Alttür. *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi*, 37(3-4): 153-163.
29. Kalkandelen, A. 1974. *Orta Anadolu'da Homoptera: Cicadellidae familyası türlerinin taksonomileri üzerinde araştırmalar*. Ziraî Mücadele ve Karantina Genel Müdürlüğü, Ankara. 220 pp.

30. Kalkandelen, A. 1980. Contributions to the families Delphacidae and Cicadellidae (Homoptera) from Turkey. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 4(3): 147-154.
31. Kalkandelen, A. 1985. Four new species of genus *Zyginidia* (*Zyginidia*) Haut (Homoptera: Cicadellidae) and with notes on the taxonomy and distributions of the species of this genus in Turkey. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 9: 13-25.
32. Kartal, V. 1980. Neue und wenig bekannte Arten der Gattungen Cicadetta und Cicadatra aus dem Irak und der Türkei (Homoptera, Auchenorrhyncha, Cicadidae). *Entomologische Zeitschrift*, 17: 185-192.
33. Kartal, V. 1981. Neue Homopteren aus der Türkei- I. *Priamus*, 1(1): 24-30.
34. Kartal, V. 1983. Neue Homopteren aus der Türkei II (Homoptera Auchenorrhyncha). *Marburger Entomologische Publikation*, 1(8): 235-248.
35. Kartal, V. 1985. Türkiye Yukarı Kızılırmak Havzasındaki Issidae (Homoptera, Auchenorrhyncha) Familyası Türlerinin Taksonomik Yönden İncelenmesi. *Doğa*, A2: 64-77.
36. Kartal, V. 1986. Wenig bekannte und für die Türkei neue *Nymphorgerius*-Arten (Homoptera, Auchenorrhyncha, Dictyopharidae). *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 10(2): 99-103.
37. Kartal, V. 1987. Eine neue und wenig bekannte Arten der Gattung *Ranissus* aus der Türkei (Homoptera, Auchenorrhyncha, Dictyopharidae). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 11(3): 145-150.
38. Kartal, V. 1988. Türkiye Cicadellid Faunası İçin Yeni Bir Cins *Kazachtanicus* Dlab., 1961 (Homoptera, Auchenorrhyncha, Cicadellidae). *Doğa Zooloji Dergisi*, 68-69.
39. Kartal, V. & Zeybekoğlu, Ü. 1994. A New Species *Allygidius nihati* n. sp. (Hom., Auch., Cicadellidae) from Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 18: 259-261.
40. Kartal, V. & Zeybekoğlu, Ü. 1997. Türkiye Faunası İçin Yeni Üç *Diplocolenus* Rib. (Hom., Auch., Cicadellidae, Deltocephalinae) Türü Üzerine Taksonomik Bir Araştırma. *Turkish Journal of Zoology*, 21: 291-294.
41. Kartal, V., Zeybekoğlu, Ü. & Dursun, A. 2001. A faunistic study on Deltocephalinae (Homoptera: Auchenorrhyncha: Cicadellidae) in Yüksekova (Hakkari). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 25(2): 83-92.
42. Karsavuran, Y. & Güçlü, Ş. 2004. Türkiye Faunası için yeni bir zararlı *Metcalfa pruinosus* (Say, 1830) (Homoptera: Flatidae). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 28 (3):209-212.
43. Linnavuori, R. 1965. Studies on the South and East-Mediterranean Hemipterous fauna. *Acta Entomologica Fennica*, 21: 1-70.
44. Lodos, N. & Kalkandelen, A. 1980. Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution and importance of species in Turkey III. Families Meenoplidae, Derbidae, Achilidae, Dictyopharidae and Tettigometridae. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 4(3): 161-178.
45. Lodos, N. & Kalkandelen, A. 1981a. Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution and importance of species in Turkey V. Families Flatidae, Ricaniidae and Cicadidae. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 5(2): 67-82.
46. Lodos, N. & Kalkandelen, A. 1981b. Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution and importance of species in Turkey IV. Family Issidae Spinola. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 5(1): 5-21.
47. Lodos, N. & Kalkandelen, A. 1983. Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution and importance of species in Turkey X. Family Cicadellidae: Xestocephalinae, Stegelytrinae and Cicadellinae. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 7: 23-28.
48. Lodos, N. & Kalkandelen, A. 1984. Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution and importance of species in Turkey XIII. Family Cicadellidae, Typhlocybinae: Typhlocybini (Part I). *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 8: 33-44.
49. Lodos, N. & Kalkandelen, A. 1985. Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution and importance of species in Turkey XIX. Family Cicadellidae, Deltocephalinae: Deltocephalini, Scaphytopiini, Doraturini. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 9: 207-215.
50. Lodos, N. & Kalkandelen, A. 1986. Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution and importance of species in Turkey XXII. Family Cicadellidae, Deltocephalinae: Athysanini (Part II). *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 10(4): 203-211.
51. Lodos, N. & Kalkandelen, A. 1987. Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution and importance of species in Turkey XXV. Family Cicadellidae, Deltocephalinae: Paralimnini Distans (Part I). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 11(3): 151-162.
52. Lodos, N. & Kalkandelen, A. 1988. Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution and importance of Turkey XXVII. (Addenda and Corrigenda). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 12(1): 11-22.
53. Mead, F. W., 2014. <http://.entnemdept.ufl.edu/creatures> (Accessed on: 05.04.2015)
54. Önder F., Karsavuran, Y., Tezcan, S. & M Fent. 2006. *Türkiye Heteroptera (Insecta) Kataloğu*. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir. 164 pp.
55. Önder F., Tezcan, S., Karsavuran, Y. & Zeybekoğlu, Ü. 2011. *Cicadomorpha, Fulgoromorpha and Sternorrhyncha (Insecta: Hemiptera) Catalogue of Turkey*, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir. 140 pp.
56. Özgen, İ., Gözüaçık, C. & Karavin, M. 2011. Host Plant Preferences of *Ricania hedenborgi* Stal, 1868 (Hemiptera: Ricaniidae). *Munis Entomology and Zoology*, 6(2): 983-986.
57. Tezcan, S. & Zeybekoğlu, Ü. 2001. Faunistic studies in ecological cherry orchards in İzmir and Manisa provinces of Turkey. An evaluation on the species of Fulgoroidea and Cercopoidea (Homoptera). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 25 (4): 287-298.
58. Zeybekoğlu, Ü. 1993. Orta Karadeniz Bölgesi *Macrosteles* Fieb. (Homoptera, Auchenorrhyncha, Cicadellidae, Deltocephalinae) Cinsinin Türleri Üzerine Taksonomik Bir Araştırma. *Turkish Journal of Zoology*, 17: 355-365.

59. Zeybekoğlu, Ü. 1994. Orta Karadeniz Bölgesinde Bulunan *Grypotes* Fieb. (Homoptera, Auchenorrhyncha, Cicadellidae, Deltocephalinae) Cinsinin Türleri Üzerine Taksonomik Bir Araştırma. *Turkish Journal of Zoology*, 18: 61-63.
60. Zeybekoğlu, Ü. 1996. Türkiye’de saptanan Ebarrius Ribaut, 1946 (Homoptera, Auchenorrhyncha, Cicadellidae, Deltocephalinae) cinsine bağlı türler üzerine sistematik bir araştırma. *Turkish Journal of Zoology*, 20: 187-189.
61. Zeybekoğlu, Ü. 1998. The species of Deltocephalinae (Homoptera: Auchenorrhyncha: Cicadellidae) found in the Middle and East Black Sea Regions. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 22(1): 37-45.
62. Zeybekoğlu, Ü. 2000. Morphological variations in the *Selenocephalus* Germar, 1833 species in the Black Sea Region of Turkey (Homoptera: Auchenorrhyncha: Cicadellidae: Deltocephalinae). *Acta Entomologica Slovenica*, 8(1): 49-58.

HISTORY OF *in vitro* CULTURE STUDIES ON *Helianthus annuus* L. IN TURKEY

Sergun DAYAN

Trakya University, Faculty of Architecture, Department of Landscape Architecture, Edirne,
e-mail: sergundayan@trakya.edu.tr

Received (Alınış): 19 August 2016, Accepted (Kabul Ediliş): 04 November 2016, Published (Basım): 15 December 2016

Abstract: Tissue culture techniques offer important approaches about sunflower breeding and germplasm conservation. The available data on the subject in Turkey was reviewed in order to encourage the researchers to study on tissue culture of sunflower. *In vitro* studies on sunflower in Turkey started in the first half of the 90s. A large number of *in vitro* culture studies on sunflower using anthers, hypocotyls, cotyledons, petioles of cotyledon, shoot-tips, mature embryos, immature embryos, leaves, petioles, immature cotyledons and microspores as different explants have been published. Microspore culture, anther culture, embryo culture, slow growth storage, micropropagation and gene transfer with *Agrobacterium* were also used in these culture studies. Although these studies formed an important scientific knowledge about sunflower tissue culture in the country, it is still not sufficient. Therefore, there is an urgent need to make more *in vitro* studies on sunflower which is an important agricultural plant for Turkey. The transfer of the results of these studies to agricultural applications is also essential from a sectoral standpoint.

Key words: Tissue culture, sunflower, breeding, germplasm conservation.

Türkiye’de *Helianthus annuus* L. Üzerine Yapılan *in vitro* Kültür Çalışmalarının Tarihi

Özet: Doku kültürü teknikleri, ayçiçeği ıslahı ve germplasm koruması konusunda önemli yaklaşımlar sunmaktadır. Bu derleme, ülkemizde bu alandaki bilimsel birikimi göz önüne sermek ve araştırmacıları ayçiçeği doku kültürü üzerine çalışmaya teşvik etmek için yazılmıştır. Türkiye’deki *in vitro* ayçiçeği çalışmaları 90’ların ilk yarısında başlamıştır. Günümüzde anter, hipokotil, kotiledon, kotiledon petiyolu, sürgün ucu, olgun ve olgunlaşmamış embriyo, yaprak, petiyol, olgunlaşmamış kotiledon, ve mikrospor gibi farklı eksplantların kullanıldığı birçok ayçiçeği *in vitro* kültür çalışması yayınlanmıştır. Buna ek olarak, Türkiye’de yapılmış bu çalışmalarda mikrospor kültürü, anter kültürü, embriyo kültürü, büyümenin yavaşlatılması ile depolama, mikroçoğaltım ve *Agrobacterium* ile gen transferi gibi teknikler kullanılmıştır. Bu araştırmalar Türkiye’deki ayçiçeği üzerine yapılan doku kültürü çalışmaları ile ilgili önemli bir bilgi birikimi oluştursa da henüz istenilen yeterlilikte değildir. Bundan dolayı acil olarak Türkiye için önemli bir tarımsal bitki olan ayçiçeği üzerinde daha fazla *in vitro* araştırma yapmaya gerek duyulmaktadır. Ayrıca bu çalışmalardan elde edilen bilgilerin tarımsal uygulamalara aktarılması sektörel açıdan gereklidir.

Anahtar kelimeler: Doku kültürü, ayçiçeği, ıslah, germplasm koruması

Introduction

Sunflower is an important agricultural plant as a source of vegetable oil and is the second most planted crop after soybean in world vegetable oil production (Weber *et al.* 2003). Sunflower oil is often preferred for vegetable oil consumption in Turkey. Classical breeding techniques as population breeding and selection, hybridization, backcross breeding, inbreeding, mutation breeding, genus and species hybrids, polyploidy breeding are being used in sunflower agriculture (Demir & Turgut 1999). However, due to the use of the same gene source, the varieties obtained using traditional breeding methods are about to reach their upper limits of capacity of genetic productivity. Therefore, the establishment of tissue culture systems has a great importance for genetic manipulation of sunflower in order to obtain agronomically important varieties (Nestares *et al.* 2002).

Tissue culture techniques offer several advantages. For example, protoplast culture is an advantageous technique in terms of gene transfer and interspecific hybridization (Kaya 2004). Double-haploid plants obtained from haploid tissues (i.e. anther, microspore and ovary) are useful for obtaining pure lines. The duration of a breeding process which lasts for 7-8 years using conventional techniques can be reduced by biotechnological methods.

A large number of studies have been published during the last few decades about sunflower regeneration protocols using different explants types such as shoot tips, embryonic axes (Paterson 1984, Malone-Schoneberg *et al.* 1994, Elavazhagan *et al.* 2009), leaves (Greco *et al.* 1984, Lupi *et al.* 1987, Paterson 1984, Inoka & Dahanayake 2015), immature embryos (Finer 1987, Prado

& Berville 1990, Jeannin *et al.* 1995, Lucas *et al.* 2000, Dağüstü *et al.* 2010), hypocotyls (Lupi *et al.* 1987, Mohmand & Quraishi 1994, Müller *et al.* 2001, Sujatha *et al.* 2012), protoplasts (Guilley & Hahne 1989, Fischer *et al.* 1992, Henn *et al.* 1998), mature cotyledons (Greco *et al.* 1984, Brar & Roberts 2006, Sujatha *et al.* 2012), anthers, ovaries (Badea *et al.* 1989, Mohmand & Quraishi 1994, Thengane *et al.* 1994) roots and stems (Inoka & Dahanayake 2015). More detailed information on *in vitro* sunflower studies can be found within the review studies of Moghaddasi (2011) and Davey & Jan (2010).

Despite these developments in tissue culture of sunflowers, *in vitro* sunflower studies in Turkey are still not at the desired level when compared with similar studies throughout the world. The available data on the subject in Turkey was reviewed in order to encourage the researchers to study on tissue culture of sunflower.

History of Tissue Culture Studies on Sunflower in Turkey

The first sunflower tissue culture studies carried out in Turkey date back to early 90s. In one of these studies, Emiroğlu *et al.* (1993) examined the effects of culture medium components and genotype on the shoot and embryoid formation from anther. They used 29 different sunflower genotypes including hybrids and commercial varieties and about 21000 anthers were isolated and cultured on different nutrient media. Although meristemoid structures on callus masses, direct shoot formation or shoot like macroscopic structures and embryoids were observed, the researchers reported that none of these structures developed into plantlets and that subcultures failed.

In a subsequent study, cotyledon and hypocotyl explants of 5 sunflower genotypes were cultured on 7 different culture media one of which was MS (Gürel 1994). Gürel (1994) reported that callusing was 100% on MS medium without hormones and MS medium including 4mg/l kinetin + 2mg/l NAA (Naphthalene acetic acid). In this study, 30mg/l maltose was used instead of sucrose.

In the second half of the 90s, Gürel & Kazan (1998) studied different regeneration protocols using cotyledon, petiole of cotyledon, hypocotyl and shoot-tip as explants and plant growth regulator combinations to develop a plant regeneration system from *H. annuus*. The results showed, considering the shooting capability of these four different explant types, that shoot-tip explants were the most responsive. Gürel & Kazan (1998) also reported that genotypic variation was the most critical factor for shooting from shoot-tips.

Gürel & Kazan (1999) performed another study on gene transfer to sunflower genotypes via *Agrobacterium tumefaciens* Smith & Townsend, 1907. They examined several factors and observed that genotypes had significant variations in their transformation efficiencies (from 0.0 to 82.7% GUS positive), and hybrids were more responsive to *A. tumefaciens* infection than inbred lines.

They also suggested that particle bombardment of explants before the inoculations with *A. tumefaciens* did not affect the transformation positively.

Gene transfer to the sunflower is a very important point for breeding new lines and/or varieties and for a successful transfer procedure, establishment of tissue culture and regeneration systems are necessary. Considering this necessity, Özyiğit *et al.* (2002) performed a study to establish tissue culture and regeneration systems of five commercially important sunflower genotypes named as Trakya 259, Trakya 80, Trakya 129, Trakya 2098 and Viniimk 8931. They cultured hypocotyl and cotyledon explants on MS medium including various plant hormones and reported that the maximum shoot regeneration rate was 40% (hypocotyl explants of Trakya 259 cultured MS medium including 1mg/l BAP + 0.5mg/l NAA). On the other hand, the shoot regeneration rate of cotyledon explants was lower in comparison with hypocotyl explants. Additionally, Trakya 259 and Trakya 80 genotypes were not responsive on the same medium with cotyledon explants. Obtaining whole plant is critical point for regeneration and micropropagation systems. Özyiğit *et al.* (2002) achieved rooting of all regenerated shoots on MS medium including 1mg/l IBA and they suggested that their results could be used for improvement of gene transfer protocols to these sunflower genotypes which are commercially important.

Arda (2004) studied on regeneration protocols using cotyledon and hypocotyl explants of 15 sunflower hybrids and one native sunflower variety as the control group and found that regeneration and callus formation differed between the native and hybrid varieties.

In addition to the explants listed above, mature embryos of different sunflower genotypes (Trakya 80, Trakya 129, Trakya 259, Trakya 2098, and Viniimk 8931) were also used (see Özyiğit *et al.* 2006). Özyiğit *et al.* (2006), reported that callus development and efficient shoot and root organogenesis are obtained from five different sunflower varieties. The Trakya 259 genotype showed the best shoot regeneration (44%) and all regenerated shoots were rooted on MS medium including 1mg/l IBA (Indole-3-butyric acid) and on MS medium without any hormones. The researchers suggested that mature embryos could be an alternative source for indirect plant regeneration and gene transfer systems for different sunflower genotypes. In another study, cotyledon and immature embryo explant of ten different lines of sunflower were cultured on MS medium supplemented with different concentrations of Kinetin, NAA and 20mg/l sucrose (Binboğa Meral 2007a). The results of this study showed that shoot induction was observed on both explant types cultured on MS medium including any concentration of kinetin and NAA. Binboğa Meral (2007b) studied on *H. annuus* for tumor formation using *A. tumefaciens*. Immature cotyledons, leaves and petioles from one week old *in vitro* plantlets of sunflower were treated with oncogenic A281 strain of *A. tumefaciens*. The

results suggested that induction of tumors started on all explant types within 6-7 days of culture period and after 4 weeks of culture and tumor formation was 100% on all explants types.

Özyiğit *et al.* (2007) studied on the effects of genotype, plant growth regulator and culture requirement for callusing and indirect plant regeneration from sunflower. They reported that callus tissues were obtained from hypocotyls and cotyledons of 5 different sunflower genotypes. Seed germination occurred on hormone free MS medium and various percentage of callus inductions were observed on hypocotyl and cotyledon explants which were cultured on MS medium containing 1mg/l 2,4-D (2,4-Dichlorophenoxyacetic acid). Some genotypes showed high regeneration response while others showed lower on the same media with hypocotyl and cotyledon derived calli. In conclusion, Özyiğit *et al.* (2007) suggested that genotype effected callusing and regeneration in sunflower tissue culture.

Seed maturation of sunflower lasts 120-150 days (it takes 50-60% of the life cycle) therefore, to shorten the seed to seed cycle is very important for reducing the breeding cycle of sunflower. For this reason, Dağüstü *et al.* (2010) studied with immature embryo explants of fifteen genotypes (five restorers, five cytoplasmic male steriles and five maintainers). In their procedure, they dissected immature embryos from seeds of field-grown plants at the 10th day of pollination and cultured them on MS media allowing shoot and root development for 5 to 10 days. Then the plantlets were acclimatized and allowed to growth. These *in vitro* derived plants were self-pollinated and set to seed. By doing so, the researchers obtained the first cycle of immature embryo-derived plants. At the end, the third cycle was also obtained by the same method in the growth chamber. The results showed that most of the cultured embryos developed into healthy shoots with 3-6 leaves and 70% of the developed shoots had vigorous roots. When the researchers acclimatized the plants, only 67.3% of them were matured and set seeds. Finally, Dağüstü *et al.* (2010) reported that they obtained approximately 40-50 mature regenerants per hundred immature zygotic embryos.

As described above, double-haploid plants obtained from haploid tissues are very important for obtaining plants which is homozygous for all characters of nuclear genome. Therefore, Dayan (2011) studied the effects of genotype, light, NAA and BA on the induction of anther androgenesis in two sunflowers cultivars and found that androgenic responses of sunflower's anthers were guided based on the effects of these different parameters.

Conservation of plant breeding lines is as much important as breeding them. Arda *et al.* (2012) studied on *in vitro* sunflower plants preserved by slow growth storage. They stored the mature embryo derived plants at low temperature and determined the anatomical and karyological changes. In the anatomical evaluation,

structures such as epidermis, cortex parenchyma, parenchyma and vascular bundles of experimental group plants showed some major differences compared to the control group plants. All of these differences disappeared at normal culture conditions and plants showed healthy development. In conclusion, they recommended that slow growth storage of sunflower is a practicable method for germplasm conservation of sunflower.

Dağüstü *et al.* (2012) studied on immature embryo culture of sunflower to decrease the generation period in breeding programs. They obtained the four cycles of immature embryo-raised plants using the technique of immature embryo culture. The regenerated plants showed no morphological changes in their study. They suggested that all the agronomic characters examined on *in vitro* regenerated plants decreased compared to field grown plants.

Kılıç *et al.* (2016) used the Comet assay method to understand the genotoxic effects of plant growth regulators and some other parameters on sunflower callus tissues. Anthers with uninucleate-microspores obtained from capitula of Hybrid *H. annuus* genotypes which were grown at field were used for culture. Cultured anthers were pretreated with cold (24, 48 or 72 hours) at 4°C and heat (0, 2, 4, 8 or 12 days) at 35°C in the dark. Different plant growth regulators (0.5mg/l IAA+0.5mg/l BAP, 0.5mg/l NAA+0.5mg/l BAP, 0.5mg/l 2,4-D+0.5mg/l BAP) were added to media. Obtained calli from all experiments were used as a material to determine the DNA damage levels by the Comet assay. Researchers reported high frequency callus induction (95%) at 35°C for 2 days on the MS medium including 0.5mg/l 2,4-D and 0.5mg/l BAP. Additionally, they evaluated different levels of DNA damage in examples of callus nuclei.

Another study on anther culture of four hybrid sunflower genotypes aimed to determine the effects of different growth conditions (field and growth chamber), two pretreatments (cold and heat) and different media compositions on androgenetic ability of the hybrids (Akgül *et al.* 2016). Anthers with late uninucleate-microspores obtained from capitulum were used for culture. Maximum callus induction rates were found to be 34.4% (when anthers cold pretreated for 24 hours) and 41% (when anthers heat pretreated at 35°C for 2 days) on the medium including 0.5mg/l NAA. These results suggested that factors such as genotype, growing conditions of donor plant, pollen phase, pretreatments and culture media compositions effected anther culture.

Doğan *et al.* (2016) who studied on microspore culture of different hybrid sunflower cultivars claimed that androgenic methods are used to obtain haploids such as anther and microspore culture. In these methods, genetic potential of cultivars is very important for a successful culturing. Doğan *et al.* (2016) selected different hybrid sunflower cultivars and evaluated their responses to isolated microspore culture. The effects of different plant growth regulators and media composition on androgenic

microspore culture were studied in their study. As a result, the authors claimed that further studies with isolation method, different media compositions and culture conditions will be necessary in order to develop an efficient microspore isolation and culture technique in sunflower.

Conclusion

In conclusion, when the above studies are examined, it appears that several studies about *in vitro* sunflower culture using different explants types in Turkey have been published in last few decades. Anthers (Emiroğlu *et al.* 1993, Dayan 2011, Kılıç *et al.* 2016, Akgül *et al.* 2016), hypocotyls and cotyledons (Gürel 1994, Gürel & Kazan 1998, Özyiğit *et al.* 2002, Arda 2004, Özyiğit *et al.* 2007), petioles of cotyledon and shoot-tips (Gürel & Kazan 1998), mature embryos (Özyiğit *et al.* 2006, Arda *et al.* 2012), immature embryos (Binboğa Meral 2007a, Dağüstü *et al.* 2010, Dağüstü *et al.* 2012), leaves, petioles and immature cotyledons (Binboğa Meral 2007b) and microspores (Doğan *et al.* 2016) were used as an explant in these studies.

References

1. Akgül, N., Şahin, E.Ç., Aydın, Y., Uncuoğlu, A.A., Evci, G. & Gürel, A. 2016. Comparative Assessment of Androgenic Response in Sunflower (*Helianthus annuus*) 19th International Sunflower Conference, Edirne, Turkey, 351.
2. Arda, H. 2004. In Vitro Regeneration and Callus Formation of Different Hybrid of The (Sunflower) *Helianthus annuus* L. Yielding in Turkish Trakya Region. *Asian Journal of Plant Sciences*, 3: 747-751.
3. Arda, H., Dayan, S. & Akpınar, G. 2012. Düşük Sıcaklıkta Muhafaza Edilmiş *in vitro* Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Bitkilerinde Anatomik ve Karyolojik İncelemeler. *Trakya University Journal of Natural Science*, 13(2): 75-86.
4. Badea, E., Prisecaru, M. & Angheluta, H. 1989. Studies on Gynogenesis in Intraspecific and Interspecific Hybrids in The Genus *Helianthus*. *Cercetari De Genetica Vegetala Si Animala* 1 L77-L83.
5. Binboğa Meral, Ü. 2007a. Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.)'nin Olgunlaşmamış Embriyo ve Kotiledon Eksplantlarından Adventif Sürgün Rejenerasyonu. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 13(2): 95-100.
6. Binboğa Meral, Ü. 2007b. Yabani *Agrobacterium tumefaciens* A281 Hattıyla Ayçiçeğinde Tümör Oluşumu. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 13(3): 166-168.
7. Brar, G.S. & Roberts, G.A. 2006. *Agrobacterium*-Mediated Transformation of Sunflower Cotyledon Cells, Induction of Transgenic Shoots, And Regeneration of Fertile Transgenic Sunflower Plants. Google Patents. (Retrieved 13 April 2016) <https://docs.google.com/viewer?url=patentimages.storage.googleapis.com/pdfs/US6998516.pdf>
8. Dağüstü, N., Bayram, G., Sıncık, M. & Bayraktaroğlu, M. 2012. The Short Breeding Cycle Protocol Effective On Diverse Genotypes of Sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Turkish Journal of Field Crops*, 17(2): 124-128.
9. Dağüstü, N., Sıncık, M., Bayram, G. & Bayraktaroğlu, M. 2010. Regeneration of Fertile Plants from Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Immature Embryo. *Helia*, 33(52) 95-101, Doi:10.2298/Hel1052095d.
10. Davey M.R. & Jan, M. 2010. Sunflower (*Helianthus annuus* L.): Genetic Improvement Using Conventional and *in vitro* Technologies. *Journal of Crop Improvement*, 24: 349-391.
11. Dayan, S. 2011. "Ayçiçeğinde (*Helianthus annuus*) Anter Kültürü Yolu İle Haploid Bitki Eldesi Üzerine Araştırmalar" Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji ABD, Edirne, (Danışman: Yrd. Doç. Dr. Hayati Arda, Doktora Tezi).
12. Demir, İ. & Turgut, İ. 1999. Genel Bitki Islahı, III. Basım, *Ege Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınları*, No: 496, Bornova, İzmir.
13. Doğan, E., Akgül, N., Aydın, Y., Uncuoğlu, A.A. & Evci, G. 2016. Microspore Culture Response of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Cultivars, 19th International Sunflower Conference, Edirne, Turkey, 609.
14. Elavazhagan, T, Jayakumar, S, Chitravadivu, C. & Balakrishnan, V. 2009. In Vitro Culture and Cytological Studies On *Helianthus annuus* L. *Botany Research International*, 2(4) 258-262.
15. Emiroğlu, Ü., Gürel, A., Fried, W., Yıldırım, Z. & Çaylak, Ö. 1993. Ayçiçeğinde (*Helianthus annuus* L.) Genotip ve Anter Kültürü Besin Ortamının Embriyoid ve Sürgün Oluşumuna Etkisi. Tübitak-Toag-736 No'lu Proje Kesin Raporu.
16. Finer, J. 1987. Direct Somatic Embryogenesis and Plant Regeneration from Immature Embryos of Hybrid

Microspore culture (Doğan *et al.* 2016), anther culture (Emiroğlu *et al.* 1993, Dayan 2011, Kılıç *et al.* 2016, Akgül *et al.* 2016), embryo culture (Özyiğit *et al.* 2006, Arda *et al.* 2012, Binboğa Meral 2007a, Dağüstü *et al.* 2010, Dağüstü *et al.* 2012), slow growth storage (Arda *et al.* 2012), micropropagation (Özyiğit *et al.* 2002) and gene transfer with *Agrobacterium tumefaciens* (Gürel & Kazan 1999, Binboğa Meral 2007b) are the techniques which were used in sunflower culture studies in Turkey.

Consequently, all of these available studies are evaluated as promising in tissue culture of sunflower. Nevertheless, more studies are still needed for the development of new breeding lines and/or varieties of sunflower, which is commercially registered. Although some studies are ongoing in different laboratories in Turkey, there is still a major need to devote more resources to this research field. Planning of master and doctoral studies on sunflower tissue culture techniques in universities may be an important step for improvement. I hope that this review will positively contribute to sunflower tissue culture studies in Turkey.

- Sunflower (*Helianthus annuus* L.) On A High Sucrose-Containing Medium. *Plant Cell Reports*, 6(5): 372–374, Doi:10.1007/Bf00269564.
17. Fischer, C., Klethi, P. & Hahne, G. 1992. Protoplasts from Cotyledon and Hypocotyl of Sunflower (*Helianthus Annuus* L.): Shoot Regeneration and Seed Production. *Plant Cell Reports*, 11(12): 632–636, Doi:10.1007/Bf00236388.
 18. Greco, B., Tanzarella, O.A., Carrozzo, G. & Blanco, A. 1984. Callus Induction and Shoot Regeneration in Sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Plant Science Letters*, 36(1): 73–77, Doi:Http://Dx.Doi.Org/10.1016/0304-4211(84)90278-5.
 19. Guilley, E. & Hahne, G. 1989. Callus Formation from Isolated Sunflower (*Helianthus annuus*) Mesophyll Protoplasts. *Plant Cell Reports*, 8(4): 226–229, Doi: 10.1007/Bf00778539.
 20. Gürel, A. 1994. Ayçiçeğinde (*Helianthus annuus* L.) Somatik Dokuların *in vitro* Kültürleri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31: 41–48.
 21. Gürel, E. & Kazan, K. 1998. Development of an Efficient Plant Regeneration System in Sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Turkish Journal of Botany*, 22: 381–387.
 22. Gürel, E. & Kazan, K. 1999. Evaluation of Various Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Genotypes for *Agrobacterium tumefaciens*-Mediated Gene Transfer. *Turkish Journal of Botany*, 23: 171-177.
 23. Henn, J., Wingender, R. & Schnabl, H. 1998. Regeneration of Fertile Interspecific Hybrids from Protoplast Fusions Between *Helianthus annuus* L. And Wild *Helianthus* Species. *Plant Cell Reports*, 18: 220–224.
 24. Inoka K. & Dahanayake, N. 2015. Effect of Plant Growth Regulators on Micro-propagation of Sunflower (*Helianthus annuus* L.). *International Journal of Scientific and Research Publications*, 5(1); 1-5.
 25. Jeannin, G., Bronner, R. & Hahne, G. 1995. Somatic Embryogenesis and Organogenesis Induced On the Immature Zygotic Embryo of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Cultivated *in vitro*: Role of The Sugar. *Plant Cell Reports*, 15(3-4): 200–204, Doi: 10.1007/Bf00193720.
 26. Kaya, Y. 2004. Ayçiçeği Biyoteknolojisinde Son Gelişmeler ve İslahında Kullanım Olanakları. *Trakya University Journal of Science*, 5(2): 141-147.
 27. Kılıç, E., Akgül, N., Aydın, Y. & Uncuoğlu, A.A. 2016. Genotoxic Effects of *in vitro* Tissue Culture Conditions in Sunflower (*Helianthus annuus* L.) 19th International Sunflower Conference, Edirne, Turkey, 610.
 28. Lucas, O., Kallerhoff, J. & Alibert, G. 2000. Production of Stable Transgenic Sunflowers (*Helianthus annuus* L.) From Wounded Immature Embryos by Particle Bombardment and Co-Cultivation with *Agrobacterium*. *Molecular Breeding*, 105: 479–487.
 29. Lupi, M., Bennici, A., Locci, F. & Gennai, D. 1987. Plantlet Formation from Callus and Shoot-Tip Culture of *Helianthus annuus* (L.). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 11(1): 47–55, Doi:10.1007/Bf00036575.
 30. Malone-Schoneberg, J., Scelonge, C.J., Burrus, M. & Bidney, D.L. 1994. Stable Transformation of Sunflower Using *Agrobacterium* and Split Embryonic Axis Explants. *Plant Science*, 103(2): 199–207, Doi:Http://Dx.Doi.Org/10.1016/0168-9452(94)90208-9.
 31. Moghaddasi M.S. 2011. Sunflower Tissue Culture. *Advances in Environmental Biology*, 5(4): 746-755.
 32. Mohmand, A.S. & Quraishi, A. 1994. Tissue Culture of Sunflower. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 15(1): 153–160.
 33. Müller, A., Iser, M. & Hess, D. 2001. Stable Transformation Of Sunflower (*Helianthus annuus* L .) Using A Non-Meristematic Regeneration Protocol and Green Fluorescent Protein As A Vital Marker. *Transgenic Research*, 10(1987): 435–444.
 34. Nestares, G., Zorzoli, R., Mroginski, L. & Picardi, L. 2002. Heriability of *in vitro* Plant Regeneration Capacity in Sunflower. *Plant Breed*, 121: 366–368.
 35. Özyiğit I.I., Gozukirmizi, N. & Semiz, B.D. 2007. Genotype Dependent Callus Induction And Shoot Regeneration in Sunflower (*Helianthus annuus* L.). *African Journal Of Biotechnology*, 6(13): 1498-1502.
 36. Özyiğit, I.I., Bajrovic, K., Gözükırmızı, N. & Semiz, B.D. 2002. Direct Plant Regeneration from Hypocotyl and Cotyledon Explants of Five Different Sunflower Genotypes (*Helianthus annuus* L.) From Turkey. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 16(1): 8-11, Doi: 10.1080/13102818.2002.10819148.
 37. Özyiğit, I.I., Gözükırmızı, N. & Semiz, B.D. 2006. Callus Induction and Plant Regeneration from Mature Embryos of Sunflower. *Russian Journal of Plant Physiology* 53(4): 621-624.
 38. Paterson, K.E. 1984. Shoot Tip Culture of *Helianthus annuus* - Flowering and Development of Adventitious and Multiple Shoots. *American Journal of Botany*, 71(7): 925–931, Doi:10.2307/2443662.
 39. Prado, E. & Berville, A. 1990. Induction of Somatic Embryo Development by Liquid Culture in Sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Plant Science* 67(1): 73–82, Doi:Http://Dx.Doi.Org/10.1016/0168-9452(90)90052-P.
 40. Sujatha, M., Vijay, S. & Vasavi, S. 2012. Combination of Thidiazuron and 2-Isopentenyladenine Promotes Highly Efficient Adventitious Shoot Regeneration from Cotyledons of Mature Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Seeds. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 111: 359–372, Doi:10.1007/S11240-012-0202-1.
 41. Thengane, S.R., Joshi M.S., Khuspe, S.S. & Mascarenhas, A.F. 1994. Anther Culture in *Helianthus annuus* L., Influence of Genotype and Culture Conditions On Embryo Induction and Plant Regeneration. *Plant Cell Reports*, 13(3-4): 222–226, Doi:10.1007/Bf00239897.
 42. Weber, S., Friedt, W., Landes, N., Molinier, J., Himber, C. & Rousselin, P. 2003. Improved *Agrobacterium*-Mediated Transformation of Sunflower (*Helianthus annuus* L.): Assessment of Macerating Enzymes and Sonication. *Plant Cell Reports*, 21: 475–482.

KİTAP TANITIMI: INSECT BEHAVIOR

Hakan BOZDOĞAN

Ahi Evran Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, 40100, Kırşehir,
e-mail: hakan.bozdogan@ahievran.edu.tr

Alınış (Received): 25 Kasım 2016, Kabul Ediliş (Accepted): 01 Aralık 2016, Published (Basım): 15 Aralık 2016

Robert W. Matthews & Janice R. Matthews, 2010. **Insect Behavior**, Second Edition Springer Dordrecht Heidelberg London New York, ISBN 978-90-481-2388-9, e-ISBN 978-90-481-2389-6, DOI 10.1007/978-90-481-2389-6, Hardcover 36,39 €

Böcek davranışı esas itibariyle, hayvan davranış biliminin içerisinde bir uğraşı alanı olmakla birlikte, gizli kalmış, bir o kadar dikkat çekici, merak uyandırıcı, zaman zaman da itici olan bir bilim dalıdır. Alanın araştırmacıları elde ettikleri bulguları kitap formatında genç araştırmacıların dikkatine sunmaktadır. Robert W. Matthews ve Janice R. Matthews'in hazırladıkları "Insect Behavior" isimli eser, bu tarz bir çalışmanın ürünüdür.

İkinci basımı otuz yıl sonra 2010 yılında yapılan eserde, yazarlar; "Böcek davranışı bilimi şu an kanatlanıp uçmaktadır" ifadesiyle yeni fikir ve kuramlar ile tarihsel süreçteki seyrin kesiştiğini ifade etmektedir.

Majör davranış sistem fonksiyonlarını konu alan bu eser, bir ansiklopedi olmaktan çok, temel davranış konsept ve proseslerini karşılaştırma ve değerlendirme yapmak suretiyle okurlarına sunmaktadır. Gereksiz alıntılarla okurunu sıkımayan, son derece yalın ve akıcı bir dil üslubu kullanılarak yazılmış eserde, davranış çalışan araştırmacılara uygulanabildiğinde etkin yanıt alınan ve kazanımı olan bir beceri edindirme ilkesi güdülmüştür.

Eserin ilk bölümünde, böcek davranışının kapsam ve tarihçesi ele alınmış ve bu yönüyle ilk bölüm kitabın bütününe yansıtılmaktadır. İkinci bölümde, yarasaların ve güvelerin ekolojileri hakkındaki bilgiler grafiklerle açıklanmıştır. Yarasa ve güvelerin "cat-and-mouse" olarak adlandırılan ikili av-avcı ilişkileri davranış biyolojisi ve reseptör titreşimleri ile etkin bir biçimde anlatılmıştır. Yazarın yarasanın avlanma rotasyonunu şematize ettiği doğa fenomeninde renksiz görsellere yer vermesi ilgiyi azaltmaktadır. Zira böylesine sıra dışı bir avlanma rotasyonunun renkli görsellerle izahı, okuyucunun esere olan ilgisini daha da artıracaktır.

Yine, ikinci bölümde, larval dönemdeki öğrenme, hafıza ve şartlanma davranışı işlenirken, uyarıcılardan zengin bir ortamdaki hafıza ve öğrenme davranışı ve avlanma esnasında oluşturulan çizgisel rotasyon, kitabın ilgi çekici bölümleri arasında yer almaktadır. Bacak kinematiği, kasların aşağı ve yukarı vuruş hareketlerinin milisaniye boyutunda ölçümü, sinir bazlı koordinasyonlar, davranışlarda nöropil bölgelerinin önemini vurgulamaktadır.

Balarılarının elektrik şoku aldıklarında, besin kaynaklarından uzaklaşması ve on iki gün sonra bile çıktıkları kovanları hatırlayabilmeleri böcek davranışları bakımından dikkat çekicidir. Kumsal eşekarları daha önce kapattıkları yuvalarına hızlı ve kısa süreli bir seziş ile geri dönebilmektedirler. Peki ama böcekler tüm bu davranışları nasıl yapabiliyorlar?

Bu soruların yanıtı uzun yıllar merak edilmiş olmakla birlikte yapılan çalışmaların sonuçları hala belirsizliklerle doludur. Böceklerde programlama davranışlarına ilişkin veriler, böceklerin dünyasını aralamaya yardımcı olmaktadır. Örneğin; bazı sinir kanatlı erkekleri *Chrysoperla downesi* her dem yeşil ağaçların dalları arasında dinlenirken, abdomenlerini ağaç dallarının uçlarına sürterek dişileri cezbederler. Siyah kemirici kurtlardan bazılarının *Agrotis ipsilon*'ın 97-113km/h hızla uçtukları kaydedilmiştir. *Cataglyphis* cinsi karıncaların, Büyük Sahra çölünden geçerken, yüzey sıcaklığının 70°C (158°F) olması dolayısıyla hızla kaçıştıkları gözlemlenmiştir.

Yazar, kimyasal iletişim kısmında, toplanma, kümelenme, besin temini, eş seçimi gibi davranışları alt başlıklar halinde sunmuş ve kimyasal iletişiminin fonksiyonlarını kemosensör duyu sinirlerinin kurduğu bağlantı yapılarını göstererek açıklamıştır. Böceklerde, kokunun alınımı, iletimi ve bu süreçte böceğin takip ettiği kimyasal iz, doğrusal bir düzlemde *Lasius* cinsi karıncalar üzerinde resmedilmiştir. Eserin ilgi çekici yönlerinden birisi de gizemli yaşam döngü ve davranışına sahip olan böceklerin kümelenme davranışının gerekçelerinin biyofiziksel yasalarla açıklanmaya çalışılmış olmasıdır. Bu yönüyle genel geçer bilgilerden ziyade, böcek davranışlarının sıra dışı yönlerine ışık tutulmaya çalışılmıştır.

Eserin Hayatta Kalma Kataloğu “Defence: A Survival Catalogue” başlıklı kısmında aktif ve pasif mesajlardan: “Bu İşte Birlikteyiz, Düşündüğün Gibi Değilim, Durumu Tersine Çeviriyorum, Aposematik Savunma: Ben Tehlikeliyim, Mimikri: Ben Başka Biriyim, Sistemik Savunma: Zehirliyim, Ben Burada Değilim” gibi alt başlıklar son derece sıra dışı ve okuyucuda merak uyandıracak gibi görünmektedir.

Genel anlamda eserin dili sade, anlaşılır, açıklayıcı ve akıcıdır. Eserdeki davranış kuralları açıklanırken, çok

fazla kuramsal bilgi verilmeden, örneklemeler üzerinden gidilmesi, okuyucunun konuyu kavramasını kolaylaştırmaktadır. Eserin kaynakça ya da bibliyografik künyesi yeterlidir. 10 büyük konu başlığı ve 514 sayfadan oluşan Böcek Davranışı kitabı, başta tüm biyolojik bilimler dâhil olmak üzere, lisans ve lisansüstü öğrencilere temel düzeyde entomoloji ve hayvan davranışı öğretileri sunmaktadır. Eser, bu anlamda okuruna davranış edinimleri konusunda yeni bir perspektif kazandıran temel bir başvuru kaynağı niteliğindedir

Trakya University Journal of Natural Sciences

Telif Hakları Devretme Formu

Eserin Adı :

Eserin Cinsi :

Yukarıda belirtilen, baskı ve yayın hakkını Trakya Üniversitesi'ne devrettiğim ve basım işlerinin Üniversiteler Yayın Yönetmeliği ve Trakya Üniversitesi Yayın Uygulama Yönergesi hükümleri gereğince yapılmasını kabul ettiğim eserimin telif hakkından feraget ettiğimi, buna ilişkin mali haklarımı Trakya Üniversitesi'ne devrettiğimi beyan ederim.

Adı, Soyadı :

Ünvanı :

İmza :

Tarih :

Trakya University Journal of Natural Sciences

Copyright Release Form

Title of the Article :

Type of the Article :

Please read the notes, fill complete, sign and send this form to the Journal Editor. We transferred copyright of below article to the Trakya University (Edirne - Turkey). The material presented in the article has not been published or submitted elsewhere. I am aware of manuscript submission in its present form. Additionally, data collection has been done under all legal requirements. We accepted the conditions of publication below the article. I (we) agree that the above conditions of publication form.

Name and the surname of the author(s) :

Title of the author(s) :

Address of the author(s) :

Signature :

Date :

Yazım Kuralları

Trakya University Journal of Natural Sciences

(Trakya Univ J Nat Sci)

Trakya University Journal of Natural Sciences, her yıl Haziran ve Aralık aylarında olmak üzere yılda iki sayı olarak çıkar ve **Biyoloji, Biyoteknoloji, Çevre Bilimleri, Biyokimya, Biyofizik, Su Ürünleri, Ziraat, Veterinerlik, Ormancılık, Hayvancılık, Genetik, Gıda, Temel Tıp Bilimleri** alanlarındaki teorik ve deneysel makaleleri yayınlar. Dergide makaleler Türkçe ve İngilizce olarak yayınlanabilir. Ancak, makale İngilizce yazılmış ise Türkçe özet, Türkçe yazılmış ise geniş İngilizce özet olmalıdır. Özet kısmında kısaca giriş, materyal ve metot, sonuçlar ve tartışma başlıkları yer almalıdır. Dergide orijinal çalışma, araştırma notu, derleme, teknik not, editöre mektup, kitap tanıtımı yayınlanabilir. Makalelerin başlıkları Türkçe ve İngilizce olarak yazılır. Değerlendirilmek üzere dergiye gönderilen makalelerin yazımında ulusal ve uluslararası geçerli etik kurallara uyularak araştırma ve yayın etiğine dikkat edilmesi gerekmektedir. Makalelerine konu olarak seçilen deney hayvanları için etik kurul onayı alınmış olmalı ve makalenin sunumu esnasında dergi sistemine ek dosya olarak eklenerek belgelendirilmelidir. Basılacak eserlerin daha önce hiçbir yerde yayınlanmamış ve yayın haklarının verilmemiş olması gerekir. Dergide yayınlanacak yazıların her türlü sorumluluğu yazar(lar)ına aittir.

Makalelerin sunulması

Makaleler <http://dergipark.gov.tr/trkjinat> web adresi üzerinden gönderilmelidir. Dergiye makale gönderimi mutlaka online olarak yapılmalıdır.

Makale gönderiminde daha önce Dergi Park sistemine giriş yapmış olan kullanıcılar, üye girişinden kullanıcı adı ve şifreleri ile giriş yapabilirler.

Makale gönderiminde sisteme ilk kez giriş yapacak ve makale gönderecek yazarlar **"KAYIT"** bölümünden giriş yapacaklardır.

Yazarlar dergipark sistemine kaydolduktan sonra **"YAZAR"** bölümünden girecek ve makaleyi sisteme, yönergelere uygun olarak yükleyeceklerdir.

Eser hazırlama ilkeleri

Eserler, Yayın Komisyonu'na **MS Word** kelime işlemcisiyle **12 punto** büyüklüğündeki **Times New Roman** tipi yazı karakteriyle ve 1,5 aralıklı yazılmış olarak gönderilecektir. İletişim bilgileri makalenin ilk sayfasında tek başına yazılacak, daha sonraki sayfada yazar isimleri ve iletişim bilgileri bulunmamalıdır. Tüm makale her sayfası kendi arasında satır numaraları içerecek şekilde numaralandırılacaktır. **Makaleler, 15 basılı sayfayı geçmemelidir.** Yazar adları yazılırken herhangi bir akademik unvan belirtilmemelidir. Çalışma herhangi bir kurumun desteği ile yapılmış ise, teşekkür kısmında kurumun; kişilerin desteğini almış ise kişilerin bu çalışmayı desteklediği yazılmalıdır.

Makale aşağıdaki sıraya göre düzenlenmelidir:

Başlık: Kısa ve açıklayıcı olmalı, büyük harfle ve ortalanarak yazılmalıdır. Türkçe makalelerde İngilizce özetin üzerine İngilizce başlık, İngilizce makalelerde Türkçe özetin üzerine Türkçe başlık yazılmalıdır.

Yazarlar: Adlar kısaltmasız, başlığın altına yan yana, soyadlar büyük harfle ortalanarak yazılmalıdır. Adres(ler) tam yazılmalı, kısaltma kullanılmamalıdır. Birden fazla yazarlı çalışmalarda, yazışmaların hangi yazarla yapılacağı yazar ismi altı çizilerek belirtilmeli (sorumlu yazar) ve **yazışma yapılacak yazarın adres ve e-posta adresi yazar isimlerinin hemen altına yazılmalıdır.**

Özet ve Anahtar kelimeler: Türkçe ve İngilizce özet 250 kelimeyi geçmemelidir. Özeti altına küçük harflerle anahtar kelimeler ibaresi yazılmalı ve yanına anahtar kelimeler virgül konularak sıralanmalıdır. Anahtar kelimeler, zorunlu olmadıkça başlıktakilerin tekrarı olmamalıdır. İngilizce özet koyu harflerle "Abstract" sözcüğü ile başlamalı ve İngilizce başlık, İngilizce özetin üstüne büyük harflerle ortalanarak yazılmalıdır. Makaledeki ana başlıklar ve varsa alt başlıklara **numara verilmemelidir.**

Giriş: Çalışmanın amacı ve geçmişte yapılan çalışmalar bu kısımda belirtilmelidir. Makalelerde SI (Systeme International) birimleri ve kısaltmaları kullanılmalıdır. Diğer kısaltmalar kullanıldığında, metinde ilk geçtiği yerde 1 kez açıklanmalıdır.

Materyal ve Metod: Eğer çalışma deneysel ise kullanılan deneysel yöntemler detaylı ve açıklayıcı bir biçimde verilmelidir. Makalede kullanılan metod/metodlar, başkaları tarafından tekrarlanabilecek şekilde açıklayıcı olmalıdır. Fakat kullanılan deneysel yöntem herkes tarafından bilinen bir yöntem ise ayrıntılı

açıklamaya gerek olmayıp sadece yöntemin adı verilmeli veya yöntemin ilk kullanıldığı çalışmaya atıf yapılmalıdır.

Sonuçlar: Bu bölümde elde edilen sonuçlar verilmeli, yorum yapılmamalıdır. Sonuçlar gerekirse tablo, şekil ve grafiklerle de desteklenerek açıklanabilir.

Tartışma: Sonuçlar mutlaka tartışılmalı fakat gereksiz tekrarlardan kaçınılmalıdır. Bu kısımda, literatür bilgileri vermektten çok, çalışmanın sonuçlarına yoğunlaşmalı, sonuçların daha önce yapılmış araştırmalarla benzerlik ve farklılıkları verilmeli, bunların muhtemel nedenleri tartışılmalıdır. Bu bölümde, elde edilen sonuçların bilime katkısı ve önemine de mümkün olduğu kadar yer verilmelidir.

Teşekkür: Mümkün olduğunca kısa olmalıdır. Teşekkür, genellikle çalışmaya maddi destek sağlayan kurumlara, kişilere veya makale yayına gönderilmeden önce inceleyip önerilerde bulunan uzmanlara yapılır. Teşekkür bölümü kaynaklardan önce ve ayrı bir başlık altında yapılır.

Kaynaklar: Yayınlanmamış bilgiler kaynak olarak verilmemelidir (*Yayınlanmamış kaynaklara örnekler: Hazırlanmakta olan veya yayına gönderilen makaleler, yayınlanmamış bilgiler veya gözlemler, kişilerle görüşülerek elde edilen bilgiler, raporlar, ders notları, seminerler gibi*). Ancak, tamamlanmış ve jüriden geçmiş tezler ve DOI numarası olan makaleler kaynak olarak verilebilir. Kaynaklar, makale sonunda alfabetik sırada (yazarların soyadlarına göre) sıra numarası ile belirtilerek verilmelidir.

Makale ve kitapların referans olarak veriliş şekilleri aşağıdaki gibidir:

Makale: Yazarın soyadı, adının baş harfi, basıldığı yıl. Makalenin başlığı, *derginin adı*, cilt numarası, sayı, sayfa numarası. Dergi adı italik yazılır.

Örnek:

Tek yazarlı Makale için

Soyadı, A. Yıl. Makalenin adı. (Sözcüklerin ilk harfi küçük). *Yayınlandığı derginin açık ve tam adı*, Cilt(Sayı): Sayfa aralığı.

Kıvan, M. 1998. *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera: Scutelleridae)'nin yumurta parazitoiti *Trissolcus semistriatus* Nees (Hymenoptera: Scelionidae)'un biyolojisi üzerinde araştırmalar. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 22(4): 243-257.

İki ya da daha çok yazarlı makale için

Soyadı1, A1. & Soyadı2, A2. Yıl. Makalenin adı. (Sözcüklerin ilk harfi küçük). *Yayınlandığı derginin tam adı*, Cilt(Sayı): Sayfa aralığı.

Lodos, N. & Önder, F. 1979. Contribution to the study on the Turkish Pentatomoidea (Heteroptera) IV. Family: Acanthosomatidae Stal 1864. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 3(3): 139-160.

Soyadı1, A1., Soyadı2, A2. & Soyadı3, A3. Yıl. Makalenin adı. (Sözcüklerin ilk harfi küçük). *Yayınlandığı derginin tam adı*, Cilt (Sayı): Sayfa aralığı.

Önder, F., Ünal, A. & Ünal, E. 1981. Heteroptera fauna collected by light traps in some districts of Northwestern part of Anatolia. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 5(3): 151-169.

Kitap: Yazarın soyadı, adının baş harfi, basıldığı yıl. Kitabın adı (varsa derleyen veya çeviren ya da editör), cilt numarası, baskı numarası, basımevi, basıldığı şehir, toplam sayfa sayısı.

Örnek:

Soyadı, A., Yıl. *Kitabın adı*. (Sözcüklerin ilk harfi büyük, italik). Basımevi, basıldığı şehir, toplam sayfa sayısı s./pp.

Önder F., Karsavuran, Y., Tezcan, S. & Fent, M. 2006. *Türkiye Heteroptera (Insecta) Kataloğu*. Meta Basım Matbaacılık, İzmir, 164 s.

Lodos, N., Önder, F., Pehlivan, E., Atalay, R., Erkin, E., Karsavuran, Y., Tezcan, S. & Aksoy, S. 1999. *Faunistic Studies on Lygaeidae (Heteroptera) of Western Black Sea, Central Anatolia and Mediterranean Regions of Turkey*. Ege University, İzmir, ix + 58 pp.

Kitapta Bölüm: Yazarın soyadı, adının baş harfi basıldığı yıl. Bölüm adı, sayfa numaraları. Parantez içinde: Kitabın editörü/editörleri, *kitabın adı*, yayınlayan şirket veya kurum, yayınlandığı yer, toplam sayfa sayısı.

Örnek:

Soyadı, A., Yıl. Bölüm adı, sayfa aralığı. In: (editör/editörler). *Kitabın adı*. (Sözcüklerin ilk harfi büyük, italik). Basımevi, basıldığı şehir, toplam sayfa sayısı s./pp.

Jansson, A. 1995. Family Corixidae Leach, 1815—The water boatmen. Pp. 26–56. In: Aukema, B. & Rieger, Ch. (eds) Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region. Vol. 1. Enicocephalomorpha, Dipsocoromorpha, Nepomorpha, Gerromorpha and Leptopodomorpha. The Netherlands Entomological Society, Amsterdam, xxvi + 222 pp.

Kongre, Sempozyum: Yazarlar, Yıl. "Bildirinin adı (Sözcüklerin ilk harfi küçük), sayfa aralığı". Kongre/Sempozyum Adı (Tarihi (gün aralığı ve ay), Toplantı Yeri) Bildirileri, (varsa) Yayınlayan Kurum, toplam sayfa sayısı s./pp.

Örnek:

Önder, F., Karsavuran, Y., Pehlivan, E. & Turanlı, F. 1995. Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) uygulama alanında saptanan Pentatomoidea (Heteroptera) türleriyle ilgili bir değerlendirme. GAP Bölgesi Bitki Koruma Sorunları ve Çözüm Önerileri Sempozyumu, 27-29 Nisan, Şanlıurfa, 120-130.

Internet: Eğer bir bilgi herhangi bir internet sayfasından alınmış ise (*internetten alınan ve dergilerde yayınlanan makaleler hariç*), kaynaklar bölümüne internet sitesinin ismi tam olarak yazılmalı, siteye erişim tarihi verilmelidir.

Soyadı, A., Yıl. Çalışmanın adı. (Sözcüklerin ilk harfi küçük). (web sayfası) <http://www.....>. (Erişim tarihi: Mayıs 2009).

Hatch, S., 2001. Studentsperception of online education. Multimedia CBT Systems. <http://www.scu.edu.au/schools/sawd/moconf/papers2001/hatch.pdf> (Erişim: May 2009).

Kaynaklara metin içinde numara verilmemeli ve aşağıdaki örneklerde olduğu gibi belirtilmelidir.

Örnekler:

... x maddesi atmosferde kirliliğe neden olmaktadır (Landen 2002). Landen (2002) x maddesinin atmosferde kirliliğe neden olduğunu belirtmiştir. İki yazarlı bir çalışma kaynak olarak verilecekse, (Landen ve Bruce 2002) veya Landen ve Bruce (2002)'ye göre. ... şeklinde olmuştur; diye verilmelidir. Üç veya daha fazla yazar söz konusu ise, (Landen ve ark. 2002) veya Landen ve ark. (2002)'ye göre olduğu gösterilmiştir; diye yazılmalıdır.

Dipnotlar: Çalışma daha önce bir kongrede sunulmuşsa, bunlar ilk sayfanın altında dipnot olarak verilmeli.

Grafik ve Tablolar: Tablo dışında kalan fotoğraf, resim, çizim ve grafik gibi göstermeler "Şekil" olarak verilmelidir. Resim, şekil ve grafikler, net ve ofset baskı tekniğine uygun olmalıdır. Her tablo ve şeklin metin içindeki yerlerine konmalıdır. Tüm tablo ve şekiller makale boyunca sırayla numaralandırılmalı (Tablo 1., Şekil. 1), başlık ve açıklamalar içermelidir. Şekillerin sıra numaraları ve başlıkları, alta, tabloların ki ise üstlerine yazılır.

Şekiller (tablo dışında kalan fotoğraf, resim, çizim ve grafik gibi) tek tek dosyalar halinde en az **300 dpi** çözünürlükte ve **tif** dosyası olarak şekil numaraları dosya isminde belirtilmiş şekilde ayrıca sisteme ek dosya olarak yüklenmelidir.

Sunulan makaleler, öncelikle Dergi Yayın Kurulu tarafından ön incelemeye tabii tutulur. **Dergi Yayın Kurulu, yayınlanabilecek nitelikte bulmadığı veya yazım kurallarına uygun hazırlanmayan makaleleri hakemlere göndermeden red kararı verme hakkına sahiptir.** Değerlendirmeye alınabilecek olan makaleler, incelenmek üzere iki ayrı hakeme gönderilir. Dergi Yayın Kurulu, hakem raporlarını dikkate alarak makalelerin yayınlanmak üzere kabul edilip edilmemesine karar verir.

Editör : Doç. Dr. Kadri KIRAN

Trakya Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Balkan Yerleşkesi
22030 - EDİRNE

Tel : 0284 235 82 30
Fax : 0284 235 82 37
e-mail : tujns@trakya.edu.tr

Author Guidelines

Trakya University Journal of Natural Sciences

(Trakya Univ J Nat Sci)

Trakya University Journal of Natural Sciences, is published twice a year in June and in December and includes theoretical and experimental articles in the field of **Biology, Biotechnology, Environmental Sciences, Biochemistry, Biophysics, Fisheries Sciences, Agriculture, Veterinary and Animal Sciences, Forestry, Genetics, Food Sciences** and **Basic Medicine Sciences**. Articles in the journal can be published either in Turkish or English. On the other hand, if an article is written in English, it should include an abstract in Turkish, and if written in Turkish, it should include a detailed abstract written in English. Abstracts should include an introduction, material and methods, results and discussion sections in summary. Original studies, research notes, reviews, technical note, letters to the Editor and book reviews can be published in the journal. Heading of the articles should be written both in English and Turkish. The authors should pay attention to research and publication ethics in preparation of their manuscripts before submission by considering national and international valid ethics. An approval of Ethics and Animal Welfare Committee is mandatory for submissions based on experimental animals and this approval should be provided during submission of the manuscripts. Articles which have not been published elsewhere previously and whose copyright has not been given to anywhere else should be submitted. All responsibilities related to published articles in Trakya University Journal of Natural Sciences belong to the authors.

Submitting articles

Articles should be submitted on the web through <http://dergipark.gov.tr/trkjinat> and all submissions should be performed online.

Authors, who are already a member of the DergiPark system, can enter in the login section using their "user name" and "password" to submit their articles.

Authors entering the DergiPark system for the first time to submit an article will enter in the "**REGISTER**" section to submit their articles.

Article preparation rules

Articles should be submitted to the Journal using **MS Word** preparing **12 points Times New Roman** font and 1.5 raw spacing. Author names and contact info must be in first page, article must continue in second page without author names and contact info. Whole article should have numbered with line number restarting each page. **Articles should not exceed 15 pages**. The author's name must not be specified any academic titles. If studies supported by a foundation, this support should have been written in the acknowledgement section.

Articles should be arranged as below:

Title: Should be short and explanatory and written in capital letters and centered.

Authors: The name(s) of the author(s) should not be abbreviated and must be written under the title one by one, with surnames in capital letters. Address(es) should be written in full. Corresponding authors in multiple authored submissions should be indicated, and the address and e-mail of the corresponding author should be written just under the author(s) list.

Abstract and keywords: Turkish and English abstracts should not exceed 250 words. "Keywords" should be written under the abstract in small letters and all keywords should be written using a comma after all. Keywords should not be replica of the title words, if it is not obligatory. Abstract should begin "Abstract" word from the left side of the page, and if the article is written in Turkish, the English title should be written above the English Abstract. The main and sub headers (if present) should not be numbered.

Introduction: The aim of the submitted and history of the previous studies should be indicated in this section. SI (Systeme International) system and abbreviation should be used in the article. Other abbreviations- should be explained once in their first appearance in the text.

Material and Method: If the submitted study is experimental, methods of the experiments should be given in detail. The method(s) used in the article should be descriptive for others to repeat. If a widely known experimental method is used, the method does not need to be explained in detail. In this situation, indicating only the name of the experimental method or citing the study who used the method for the first time will be enough.

Results: Obtained results should be given in this section without any comment. Results can be explained with tables, figures or graphics, if necessary.

Discussion: Results must be discussed, but unnecessary duplications should be avoided. In this section, rather than giving literature data, authors should focus on their results considering similarities and differences with and between previously conducted researches, and should discuss possible reasons of similarities and differences. The contribution to science and importance of the obtained results should also be mentioned as much as possible in this section.

Acknowledgements: Should be as short as possible. Thanks are usually made to institutions or individuals who support the study or to experts who reviewed the article before submitting to the journal. Acknowledgement section should be given before the references section in a separate header.

References: Unpublished information should not be given as a reference (examples of unpublished references: articles in preparation or submitted somewhere, unpublished data or observations, data obtained based on interviews with individuals, reports, lecture notes, seminars, etc.). However, thesis completed and signed by a jury and articles with DOI numbers given can be used as reference. References should be given at the end of the text, sorted alphabetically by author's surname and should be given with numbering.

Articles and books as a reference forms are as follows:

Articles: Surname of author, first letter of author's first name, publication year, article title, the *name of the journal*, volume, issue, page numbers. Journal name is written in italics.

Example:

Articles with single author

Surname, N. Year. Article title (First letter of all words small). *Whole name of journal*, Volume (Issue): page range.

Kivan, M. 1998. *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera: Scuteleridae)'nin yumurta parazitoiti *Trissolcus semistriatus* Nees (Hymenoptera: Scelionidae)'un biyolojisi üzerinde araştırmalar. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 22(4): 243-257.

Articles with two or more authors

Surname1, N1. & Surname2, N2. Year. Article title (first letter of all words small). *Whole name of journal*, Volume (Issue): page range.

Lodos, N. & Önder, F. 1979. Contribution to the study on the Turkish Pentatomoidea (Heteroptera) IV. Family: Acanthasomatidae Stal 1864. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 3(3): 139-160.

Surname1, N1., Surname2, N2. & Surname3, N. Year. Article title (First letter of words small). *Whole name of journal*, Volume (Issue): page range.

Önder, F., Ünal, A. & Ünal, E. 1981. Heteroptera fauna collected by light traps in some districts of north western part of Anatolia. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 5(3): 151-169.

Book: Surname of author, first letter of author's first name, Year. *Book title* (name of translator or book editor if present), volume, edition number, press, city, page number.

Example:

Surname, N. Year. *Book Title* (First letter of words small and italic), volume, edition number, press, city, page number.

Önder, F., Karsavuran, Y., Tezcan S. & Fent, M. 2006. *Türkiye Heteroptera (Insecta) Kataloğu*. Meta Basım Matbaacılık, İzmir, 164 s.

Lodos, N., Önder, F., Pehlivan, E., Atalay, R., Erkin, E., Karsavuran, Y., Tezcan, S. & Aksoy, S. 1999. *Faunistic studies on Lygaeidae (Heteroptera) of Western Black Sea, Central Anatolia and Mediterranean Regions of Turkey*. Ege University, İzmir, ix + 58 pp.

Book Section: Surname of author, first letter of the author's first name, Year. Section name, page range. In: (Editor of Book, *Book title*, press, city, page number).

Example:

Surname, N. Year. Section name, page range. In: (Editor of Book, *Book title* (First letter of words small and italic), press, city, page number)

Jansson, A. 1995. Family Corixidae Leach, 1815—The water boatmen. Pp. 26–56. In: Aukema, B. & Rieger, Ch. (eds) Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region. Vol. 1. Enicocephalomorpha, Dipsocoromorpha, Nepomorpha, Gerromorpha and Leptopodomorpha. The Netherlands Entomological Society, Amsterdam, xxvi + 222 pp.

Congress, Symposium: Surname, N. Year. "Presentation title (first letters of all words small), page range". Name of Congress/Symposium (Date -day range and month, place), page number.

Example:

Önder, F., Karsavuran, Y., Pehlivan E. & Turanlı, F. 1995. Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) uygulama alanında saptanan Pentatomoidea (Heteroptera) türleriyle ilgili bir değerlendirme. GAP Bölgesi Bitki Koruma Sorunları ve Çözüm Önerileri Sempozyumu, 27-29 Nisan, Şanlıurfa, 120-130.

Internet: If any information is taken from an internet source (articles published in journals and taken from internet excluded), internet address should be written in full in references section and access date should be indicated.

Surname, N. Year. Name of study (First letter of words small). (Web page: <http://www.....>), (Date accessed: May 2009).

Hatch, S. 2001. Student spercption of online education. Multimedia CBT Systems. <http://www.scu.edu.au/schools/sawd/moconf/papers2001/hatch.pdf> (Date accessed: May 2009).

References within the text should not be numbered and indicated as in the following examples.

Examples:

... atmospheric pollution is causing by x matter (Landen 2002). If an article has two authors, it should be indicated in the text as (Landen and Bruce 2002) or ... according to Landen and Bruce (2002) If there are three or more authors, references should be indicated as (Landen et al. 2002) or according to Landen et al. 2002 ...

Footnotes: If the study was represented in a congress before, this should be indicated as a footnote below the first page.

Graphics and tables: All photos, pictures, drawings and graphics except tables should be indicated as Figures. Pictures, figures and graphics should be clear and ready to print with offset technique. The places of all tables and figures should be indicated in the text. All tables and figures should be numbered within the text respectively (Table 1, Fig. 1). Figure numbers and legends are written below the figures, table numbers and legends are written above the tables.

All figures (all pictures, drawings and graphics except table) should also be uploaded to the system separately with 300dpi resolution at least as .tif file using the figure numbers in the files name.

Submitted articles are subjected to prior review by the Editorial Board. Editorial Board has the right to reject the articles which are considered of low quality for publish or those which are insufficiently prepared according to the author guidelines. The articles accepted for consideration for evaluation will be sent to two different referees. Editorial Board decides to accept or reject the submissions for publication by taking into account the reports of referees.

Editor : Dr. Kadri KIRAN

Trakya Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Balkan Yerleşkesi
22030 - EDİRNE-TURKEY

Phone : +90 284 235 82 30
Fax : +90 284 235 82 37
e-mail : tujns@trakya.edu.tr