

# Eurasian Journal of Forest Science

Volume 9

Issue 2

June 2021



ISSN: 2147-7493

**Eurasian Journal of Forest Science**

**ISSN: 2147 - 7493**

**Copyrights**

Eurasscience Journals

**Editor in Chief**

Hüseyin Barış TECİMEN

University of Istanbul, Faculty of Forestry, Soil Science and Ecology Dept. İstanbul, Türkiye

**Journal Cover Design**

Mert EKŞİ

Istanbul University Faculty of Forestry Department of Landscape Techniques Bahçeköy-Istanbul, Turkey

**Technical Advisory**

Osman Yalçın YILMAZ

Surveying and Cadastre Department of Forestry Faculty of Istanbul University, 34473, Bahçeköy, Istanbul-Türkiye

**Cover Page**

Toros Mountains, Turkey 2019 Ufuk COŞGUN

**Contact**

H. Barış TECİMEN

Istanbul University-Cerrahpasa, Faculty of Forestry, Soil Science and Ecology Dept. İstanbul, Turkey

[hbarist@gmail.com](mailto:hbarist@gmail.com)

Journal Web Page

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



# Eurasian Journal of Forest Science

**Eurasian Journal of Forest Science** is published 3 times per year in the electronic media.

This journal provides immediate open access to its content on the principle that making research freely available to the public supports a greater global exchange of knowledge.

In submitting the manuscript, the authors certify that:

They are authorized by their coauthors to enter into these arrangements. The work described has not been published before (except in the form of an abstract or as part of a published lecture, review or thesis), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication has been approved by all the authors and by the responsible authorities tacitly or explicitly of the institutes where the work has been carried out. They secure the right to reproduce any material that has already been published or copyrighted elsewhere.

The names and email addresses entered in this journal site will be used exclusively for the stated purposes of this journal and will not be made available for any other purpose or to any other party. The conditions are granted by the editorial management of the journal within our privacy principals.

*Eurasian Journal of Forest Science* is a member of ULAKBIM DergiPark and is listed in the TR-DİZİN of TUBITAK and indexed in Index Copernicus.

**ISSN: 2147 - 7493**

**Issue 9, Number 2, 2021**

## ***Eurasian Journal of Forest Science Editorial Board***

[Ali Kavgacı](#), Southwest Anatolia Forest Research Institute-Antalya, Turkey

[Nadir Ayırmis](#), Department of Wood Mechanics and Technology, Forestry Faculty, Istanbul University, Turkey

[Andraz Carni](#), Institute of Biology, Scientific Research Center of the Slovenian Academy of Sciences and Arts, Ljubljana, Slovenia.

[Türker Dündar](#), Istanbul University Faculty of Forestry Wood Mechanics and Technology Dept. Bahçeköy-Istanbul, Turkey

[Mert Ekşi](#), Istanbul University Faculty of Forestry Department of Landscape Techniques Bahçeköy-Istanbul, Turkey

[Nadir Erbilgin](#), University of Alberta Earth Science Building Department of Renewable Resources, Canada

[Xianjun Jiang](#), College of Resources & Environment, Southwest University, China.

[Taner Okan](#), Istanbul University Faculty of Forestry Forestry Economics Dept. Bahçeköy - İstanbul, Turkey

[Orhan Sevgi](#), Istanbul University Faculty of Forestry Soil Science and Ecology Dept. Bahçeköy - İstanbul, Turkey

[Raj Singh](#), Central Institute of Mining and Fuel Research, India

[Atsushi Yoshimoto](#), Dept. of Mathematical Analysis and Statistical Inference Institute of Statistical Mathematics, Japan

[Rasoul Yousefpour](#), Chair of Forestry Economics and Forest Planning, University of Freiburg, Tennenbacherstr. 4, 79106 Freiburg, Germany, Germany

[Alan L. Wright](#), Soil and Water Sciences, Indian River Res. Ed. Center, Institute of Food and Agriculture, University of Florida, USA.

## Contents

Articles	Pages
<a href="#">Yedi aktif farmasötik bileşenin Aliivibrio fischeri toksisite testi ile su ortamına olan etkilerinin değerlendirilmesi</a>	47-53
<a href="#">Süheyla TONGUR, <u>Sevil YILDIZ</u></a>	
<a href="#">Glechoma hederacea (Lamiaceae): Key features in its native range, habitats, cultural significance, impacts and sustainability status</a>	20-28
<a href="#">Ayse YAZLIK, <u>Ufuk AKSAN</u></a>	
<a href="#">_Legiş yaylasının (İkizdere-RİZE) botanik kompozisyonunun belirlenmesi</a>	29-42
<a href="#">Hüseyin BAYKAL, <u>Adil BAKOĞLU</u>, <u>Muhammed İkbal ÇATAL</u></a>	
<a href="#">Kısıntılı sulama ve potasyum gübrelemesinin, mısırdaki klorofil konsantrasyonu ve membran permeabilitesine etkisi</a>	70-78
<a href="#">Meryem KUZUCU</a>	



## Yedi aktif farmasötik bileşenin *Aliivibrio fischeri* toksisite testi ile su ortamına olan etkilerinin değerlendirilmesi

Süheyla TONGUR<sup>1\*</sup>  ve Sevil YILDIZ<sup>1</sup>

<sup>1\*</sup> Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 42250, Konya, Türkiye

Sorumlu Yazar: [stongur@ktun.edu.tr](mailto:stongur@ktun.edu.tr)

### Özet

Aktif farmasötik bileşenlerin çevresel kalıntıları, çevresel riskler ve sağlık sorunları ile ilişkilidir. Bunların çevreye olan etkileri toplumsal bir endişe konusu haline gelmiştir. Bu çalışmada; flurbiprofen, naproksen Na, propranolol HCl, karbamazepin, azitromisin, doksisisiklin ve klindamisin ilaç etken maddelerinin toksisite testleri *Aliivibrio fischeri* toksisite testi kullanılarak belirlenmiştir. *Aliivibrio fischeri* toksisite testi deneyinde, ilaç etken maddelerinin 5. ve 15. dakika sonunda okunan değerlerine göre EC<sub>50</sub> (mg/L) ve toksik birim (TB) hesaplanmıştır. 15. dk sonunda elde edilen EC<sub>50</sub> değerlerine bakıldığında, EC<sub>50</sub> değerleri en düşük çıkan ilaç aktif bileşenleri “doksisisiklin, azitromisin ve klindamisin” dir. Bu antibiyotik grubu ilaç etken maddeleri “doksisisiklin, azitromisin ve klindamisin” için EC<sub>50</sub> değerleri sırasıyla; 0.10, 0.12 ve 0.76 mg/L olarak bulunmuştur. Farmasötiklerin *Aliivibrio fischeri*'ye akut toksisite testleri hakkında elde edilen veriler, ortaya çıkan kirlenmelerle ilişkili çevresel risklerin değerlendirilmesini kolaylaştırabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Akut toksisite, farmasötikler, *Aliivibrio fischeri*, Microtox<sup>®</sup>, toksik birim, ekotoksikoloji.

### Evaluation of the effects of seven active pharmaceutical ingredients on the aquatic environment with the *Aliivibrio fischeri* toxicity test

#### Abstract

Environmental residues of active pharmaceutical ingredients are associated with environmental risks and health issues. Their environmental impact has become a social concern. In this study; The toxicity of flurbiprofen, naproxen Na, propranolol HCl, carbamazepine, azithromycin, doxycycline and clindamycin drug active ingredients were determined using the *Aliivibrio fischeri* toxicity test. In the *Aliivibrio fischeri* toxicity test experiment, EC<sub>50</sub> (mg/L) and toxic unit (TU) were calculated according to the values read at the end of the 5<sup>th</sup> and 15<sup>th</sup> minutes of the pharmaceutical active ingredients. When the EC<sub>50</sub> (mg/L) values obtained at the end of the 15<sup>th</sup> minute are examined, the active drug components with the lowest EC<sub>50</sub> (mg/L) values are "doxycycline, azithromycin and clindamycin". EC<sub>50</sub> (mg/L) values for "doxycycline, azithromycin and clindamycin" are respectively; It was found to be 0.10, 0.12 and 0.76 mg/L. The obtained data of the acute toxicities of pharmaceuticals to *Aliivibrio fischeri* can facilitate the evaluation of the environmental risks associated with emerging pollutants.

**Keywords:** Acute toxicity, pharmaceuticals, *Aliivibrio fischeri*, Microtox<sup>®</sup>, toxic unit, ecotoxicology.

## **Giriş**

Kimya ve ilaç endüstrisinin başarıları, sağlığımıza ve yaşam standardımıza önemli katkılar sağlamaktadır. Bunların kullanımları genellikle çevre kirliliği ile ilişkilidir (Kümmerer, 2011). Atıksularda pestisitler, biyositler, farmasötikler, endüstriyel kimyasallar ve tüketici ürünlerinden gelen kimyasallar dahil olmak üzere binlerce kimyasal ve diğer kaynaklardan gelen su bulunmaktadır (Escher ve Fenner, 2011). İlaç ve kişisel bakım ürünlerinin (PPCP'ler) artan tüketimi ve üretimi, bunların atıksu ve çevrede sık sık bulunmalarına neden olmuştur (Marugan ve ark., 2012). PPCP'lerin çevreye girişinin ana yolu, arıtılmış ve arıtılmamış evsel veya hastane atıksularının bertaraf edilmesidir. İkinci çevresel kaynak, veterinerlik faaliyetleri sonucunda hayvanlarda kullanılan ilaçlarla bağlantılı olarak yüzey ve yeraltı sularına sızması şeklindedir (Ellis, 2006). Yaygın olarak kullanılan arıtım yöntemleri PPCP'lerin gideriminde yeterli değildir ve günümüzde yeni teknikler geliştirilmekte ve uygulaması test edilmektedir (Gültekin ve İnce, 2007). PPCP atıksularının geleneksel arıtımının düşük etkinliği; (i) PPCP'lerin aktif çamur içindeki organizmalarla minimal etkileşimi (ii) PPCP'lerin su organizmaları üzerindeki toksisitesi ve (iii) geleneksel atıksu arıtımı sırasında PPCP'lerin düşük biyobozunabilirliği gibi nedenlere bağlıdır (Schnell ve ark., 2009). PPCP'lerin çevresel ortamlarda varlığı, yüzey ve yeraltı sularında ng/L ile µg/L arasında değişen seviyelerde kaydedilmiştir (Qin ve ark., 2012). Çevresel ortamlarda bulunan bu farmasötik bileşikler, suda ve karada yaşayan organizmalar üzerinde özellikle uzun vadeli sürekli atıksu çıkışına maruz kaldıklarından bazı etkiler yaratabilir. Bu mikrokirleticilerin çoğu, özellikle karmaşık karışımların bileşenleri olarak mevcut olduklarında, önemli ekotoksikolojik endişelere sebep olmaktadır (Schwarzenbach ve ark., 2006). Ekotoksikolojik araştırmanın ana odağı, çevre için yüksek risk potansiyeli oluşturan maddelerin tanımlanmasıdır. Atıksuyun toksisitesinin bilinmesi arıtma tesislerinin randımanlı bir şekilde işletilebilmesi, alıcı ortamın korunması için oldukça önemlidir. Çevresel risk değerlendirmeleri ve su kalite kontrol uygulamalarında ekotoksikitenin tespit edilebilmesi için biyoanalizlerin yapılması önem taşımaktadır ve gereklidir (Tongur ve ark., 2019). Atıksu arıtımı sırasında toksik bileşiklerin değerlendirilmesi için ekotoksikolojik testler faydalı bir araç olarak kullanılabilir (Fisher ve ark., 2010). Bu nedenle, çevresel risk değerlendirmesi için güvenilir ve anlamlı veriler üreten hızlı ve basit test yöntemlerine fazlasıyla ihtiyaç vardır. Biyotestler, yüzey ve yeraltı suları, kentsel atıksular ve sedimentler gibi çok çeşitli çevresel ve endüstriyel numuneler için geçerlidir (Parvez ve ark., 2006). *Aliivibrio fischeri* toksisite testi bu bağlamda sıklıkla uygulanan bir yöntemdir ve basit prosedür, yüksek hassasiyet ve düşük maliyetler nedeniyle ön plana çıkmıştır (Gellert, 2000). Işık veren bir deniz bakterisi olan *Aliivibrio fischeri*, organik veya inorganik tekli ya da karışım olarak bileşiklerin akut toksik etkilerinin araştırılması için uygulanan biyolojik test yöntemlerinde kullanılmaktadır. Biyoluminesans (ışık yayan) bakteriler ile yapılan bu testlerde kullanılan mikroorganizmalar; *Aliivibrio fischeri*, *Vibrio harveyi* ve *Pseudomonas fluorescens*dir. En yaygın olarak kullanılanı gram-negatif bir deniz bakterisi olan *Aliivibrio fischeri* test organizması ile yapılan toksisite testidir. Biyoluminesans inhibisyonu, direkt olarak hücrenin metabolik durumu ile orantılıdır. Toksik durumlar, hücresel metabolik durumun değişmesine sebep olur. Bu değişimler hızlı bir şekilde biyoluminesansın azalmasını sağlar (Farre ve ark., 2001).

Bu çalışmada; evsel atıksu, endüstriyel atıksu ve yüzeysel sularda en çok tespit edilen farklı terapötik sınıflardan seçilen; antibiyotik, analjezik-anti-inflamatuvar, betabloker ve anti-epileptik ilaçlara ait yedi ilaç etken maddesinin *Aliivibrio fischeri* toksisite testi ile su ortamına olan akut toksisite testleri değerlendirilmiştir.

## **Materyal ve Metot**

### **Sentetik Atıksu Numunesinin Hazırlanması**

Tüm ilaçların stok çözeltisi 2 g/L konsantrasyonunda hazırlanmıştır. Bu hazırlanan ana stok çözeltiler kullanılarak farklı konsantrasyonlarda (1000 mg/L, 500 mg/L, 250 mg/L, 125 mg/L, 62.50 mg/L, 31.25 mg/L, 15.625 mg/L, 7.8125 mg/L, 3.91 mg/L) seyreltilen test çözeltileri kullanılmıştır. Sentetik ilaç atıksularının hazırlanmasında direkt olarak deiyonize su kullanılmıştır. Suda çözünürlüğü düşük olan ilaç etken maddeleri için hidroalkolik (< % 1 etanol) çözeltiden 1-2 damla eklenerek numuneler hazırlanmıştır. Etanol konsantrasyonu % 1'den fazla olmadığı için, akut toksisite testinde kullanılan mikroorganizmalar açısından uluslararası prosedürlere göre toksik olmadığı belirtilmektedir (ISO 11348/1-2-3. 2007).

### **Aliivibrio fischeri Toksikite Test Prosedürü**

Microtox® reaktifi, akut toksisiteyi belirlemek için özel olarak formüle edilmiştir. Bu nedenle toksik maddelere geniş konsantrasyon aralıklarında duyarlıdır. *Aliivibrio fischeri* test prosedürü, temel test olarak uygulanmaktadır (Azur, 1997), ve suda az çözünür maddeler için adapte olmuştur. Çalışmalarda sıkça kullanılan ekotoksikolojik bir biyodeneji olan Microtox® akut toksisite testi, *Aliivibrio fischeri* bakterilerinin biyoluminesans ışık ölçümlerine dayalıdır (Cotou ve ark., 2002).

Microtox® testi üretici firma tarafından belirtilen standart metotlara göre yapılmıştır. Deneyde, derin dondurucuda saklanan luminesent bakteri *Aliivibrio fischeri* test öncesinde 2 dakika süreyle su banyosunda tutularak oda sıcaklığına ulaşması sağlanmıştır. Reaktivasyon solüsyonu bakteriler üzerine dökülerek 15 dakika süre ile 15°C'de bekletilerek, bakterilerin testte kullanılabilmesi için aktive edilmiştir. *Aliivibrio fischeri* bir deniz mikroorganizması olduğu için osmolaritesinin % 2 olması için analizi yapılacak çözelti numunelerinin 2.5 mL'sine 250 µg OAA (okzaloasetik asit) eklenmiştir. İlaç konsantrasyonları ise (1000 mg/L, 500 mg/L, 250 mg/L, 125 mg/L, 62.50 mg/L, 31.25 mg/L, 15.625 mg/L, 7.8125 mg/L, 3.91 mg/L) farklı konsantrasyonlarda, doğrudan örneklerin her biri için bir seyreltici yardımıyla başlangıçtaki konsantrasyonun test vialleri içerisinde seyrelme serileri şeklinde hazırlanmıştır. Hazırlanan bakterili solüsyon bir seri küvete, toksisite testinin gerçekleştirileceği ilaç solüsyonları bir başka seri küvete aktarılmıştır. Bakterili solüsyon içeren her bir küvet, ilaç solüsyonu içeren çözelti üzerine aktarılmadan önce ışık yayma şiddeti (I<sub>0</sub>) ölçülmüştür. Daha sonra, bakterili solüsyon, ilaç solüsyonlarını içeren çözelti küvetlerine test prosedürüne göre aktarılmıştır. Deney 15 °C sıcaklık ve lüminesansı 490 nm dalga boyunda gerçekleştirilmiştir. *Aliivibrio fischeri* bakteri kültürlerinin, toksik maddelerin varlığında ışık yayma özelliklerinin azalmasıyla toksisite ölçülmüştür. Sonuçlar, 5. (I<sub>5</sub>) ve 15. (I<sub>15</sub>) dakikada ışık yayılımının % 50'sinin kaybolduğu (EC<sub>50</sub>) konsantrasyon olarak ifade edilmektedir (Gottlieb, 1976).

Temel testten sonra çalışılan ilaçların, etki yüzdesinin hesaplanması için bir matematiksel denklem kullanılmıştır. % değer, I<sub>0</sub>, I<sub>5</sub>, I<sub>15</sub> kullanılarak bilgisayar tarafından hesaplanır.

$$\% \text{ Değer} = 100 - \{ 100 * [(fk * I_c) - I_t] / I_c \} \quad \text{Eşitlik (1)}$$

I<sub>c</sub>; kontrol ışık emisyonu ve I<sub>t</sub>; örneklerin (I<sub>5</sub>, I<sub>15</sub>) ışık emisyonudur. fk değeri (5 veya 15 dk) I<sub>k</sub>/I<sub>0</sub> oranı ile hesaplanır. I<sub>0</sub> ve I<sub>k</sub> biyoluminesans değeri sırasıyla bakteri inkübasyonundan önce ve sonraki değerlerdir.



## Veri Analizi

Belirli bir zaman periyodunda test popülasyonunun % 50'sinin etkilendiği konsantrasyona EC<sub>50</sub> değeri denilmektedir. Toksikite testinden hesaplanarak elde edilen EC<sub>50</sub> değerleri esas alınarak “Toksik Birim (TB)” değerleri *Eşitlik (2)*'de belirtilen formüle göre bulunur. Sonuçların sınıflandırılabilmesi için toksisite test sonuçları, “toksik birim ” olarak ifade edilmiştir. Toksik birim sonuçları Persoonee ve ark., (1993), yapmış oldukları TB=0 ise “toksik değil”, 0<TB<1 aralığında ise “hafif toksik”, 1<TB<10 aralığında “toksik” ve 11<TB<100 aralığında “çok toksik” şeklindeki sınıflandırmaya göre toksisite seviyeleri belirlenmiştir.

$$TB = \left[ \frac{1}{EC_{50}} \right] \times 100 \quad \text{Eşitlik (2)}$$

## Sonuçlar

Çalışmada; flurbiprofen, naproksen Na, propranolol HCl, karbamazepin, azitromisin, doksisisiklin ve klindamisin ilaç etken maddelerine sahip dört farklı ilaç türünün farklı konsantrasyonlardaki numuneleri için *Aliivibrio fischeri* toksisite testi kullanılarak akut toksisite belirlenmiştir.

Farklı konsantrasyonlarda seyreltilmiş ilaç etken maddelerine maruz bırakılan *Aliivibrio fischeri* bakterilerinin Microtox® toksisite test süresine göre 5. ve 15. dakika sonunda elde edilen EC<sub>50</sub> değerlerine göre flurbiprofen, naproksen Na, propranolol HCl, karbamazepin, azitromisin, doksisisiklin ve klindamisin ilaç etken maddelerine ait numunelerin hepsi için 15. dakika sonunda elde edilen EC<sub>50</sub> değerleri 5. dakika sonunda elde edilen EC<sub>50</sub> değerlerinden daha düşük çıkmıştır. EC<sub>50</sub> değerlerinin daha düşük çıkması toksisite ile ters orantılıdır. Buna göre, ilaç etken maddelerinin konsantrasyonlarının sabit kalmasına rağmen, mikroorganizmaya olan temas süresinin artması toksisitenin artmasına da sebep olmuştur. *Aliivibrio fischeri* toksisite test sonucuna göre 5. ve 15. dakikada okunan EC<sub>50</sub> değerleri (Tablo 1) ve toksik birimleri (Tablo 2) aşağıda verilmiştir.

Tablo 1. *Aliivibrio fischeri* toksisite test sonuçlarına göre EC<sub>50</sub> değerleri (mg/L).

EC <sub>50</sub>	Azitromisin	Doksisisiklin	Klindamisin	Flurbiprofen	Naproksen Na	Propranolol HCl	Karbamazepin
5. dk sonunda alınan değerler (mg/L)	0.24	0.16	1.06	3.97	9.61	51.7	62.5
15. dk sonunda alınan değerler (mg/L)	0.12	0.1	0.76	1.90	8.13	33.9	36.1

Tablo 2. *Aliivibrio fischeri* toksisite testi ilaç etken maddelerine ait toksik birim(TB) değerleri.

TB	Azitromisin	Doksisisiklin	Klindamisin	Flurbiprofen	Naproksen Na	Propranolol HCl	Karbamazepin
5. dk sonundaki değerlere göre	417	625	94	25.1	10.4	1.9	1.5
15. dk sonundaki değerlere göre	833	1000	132	52.4	12.2	2.9	2.7

Personee ve ark., (1993) yapmış olduğu toksik birim sınıflandırmasına göre 5. ve 15. dakika test süresi sonunda elde edilen toksik birim sonuçlarına göre, azitromisin ve doksisisiklin etken maddeleri ( $TB_{\text{azitromisin}(5\text{dk})}:417$ ,  $TB_{\text{azitromisin}(15\text{dk})}:833$  ve  $TB_{\text{doksisisiklin}(5\text{dk})}:625$ ,  $TB_{\text{doksisisiklin}(15\text{dk})}:1000$ ) sınır değerlerin üzerinde toksik birimlere sahip olduğu belirlenmiştir. Klindamisin ilaç etken maddesi ise ( $TB_{\text{klindamisin}(5\text{dk})}:94$ ) toksik birim sınıflandırmasına göre “çok toksik” olarak tespit edilmiştir. Diğer ilaç etken maddeleri için toksik birim sınıflandırması yapıldığında 5. dakika için test sonuçları, flurbiprofen ve naproksen Na ilaç etken maddeleri “çok toksik”; propranolol HCl ve karbamazepin ilaç etken maddeleri ise “toksik” çıkmıştır. Aynı şekilde 15. dakika sonunda elde edilen değerlere göre toksik birim sınıflandırması yapıldığında 5.dakikada yapılan sınıflandırma sonuçlarının aynısı alınmıştır. 5. ve 15. dakika sonunda elde edilen değerlere göre yapılan toksik birim sıralaması  $TB_{\text{doksisisiklin}} > TB_{\text{azitromisin}} > TB_{\text{klindamisin}} > TB_{\text{flurbiprofen}} > TB_{\text{naproksen Na}} > TB_{\text{propranolol HCl}} > TB_{\text{karmamazepin}}$  şeklindedir. Çalışmada incelenen yedi ilaç etken maddesi arasında antibiyotik grubu ilaç etken maddeleri (azitromisin, doksisisiklin ve klindamisin) ve analjezik-anti-inflamatuvar gruptan flurbiprofenin diğer ilaç etken maddelerinden daha toksik olduğu tespit edilmiştir.

### **Tartışma**

Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda, antibiyotik ilaç etken maddelerinin *Aliivibrio fischeri* bakterileri üzerinde “çok toksik” etki göstermesinin ve bu bileşenlerin atıksu arıtma tesisi çıkış sularında bulunmasının, çevre için olumsuz etkileri olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlara göre, antibiyotiklerin gideriminin oldukça önemli olduğu anlaşılmaktadır. Antibiyotik kullanımının gün geçtikçe artması ve bu farmasötiklerin insanlar ve hayvanlar tarafından kullanıldıktan sonra kısmen metabolize (yaklaşık olarak %30 ) olabilmeleri (Hamscher ve ark., 2006) konvansiyonel atıksu arıtma tesislerinin biyolojik olarak bozunamayan antibiyotik türlerinin gideriminde yetersiz olması (Rickman ve Mezyk, 2010), atıksu arıtma tesisi çıkış sularında antibiyotiklerin tespit edilmesinin ve bunların çeşitli akuatik türler üzerinde toksik etkilere neden olduğu ve doğal ortamda bulunan bakteri popülasyonları arasında direnç artışına sebep olması (Le-Minh ve ark., 2012) ve yapılan çalışmada sentetik atıksuların toksik etki göstermesi, doğal çevrenin kullanılan antibiyotikler ve diğer terapötik ilaç grupları tarafından tehdit altında olduğunun bir göstergesidir. Ayrıca flurbiprofen ilaç etken maddesinin “çok toksik” etki göstermesi literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, flurbiprofene hem kimyasal yapı olarak benzeyen flurbiprofen gibi bir propiyonik asit türevi olan hem de aynı terapötik ilaç grubu içerisinde yer alan “İbuprofen” ilaç aktif bileşeninin, (Farre ve ark., 2001) yüksek bir antimikrobiyal aktivite potansiyeline sahip olmasından dolayı fungilerin ve *Aliivibrio fischeri* gibi gram-negatif bir bakterinin büyümesini inhibe etmesidir. Buna bağlı olarak, “flurbiprofen” ilaç etken maddesinin yüksek bir potansiyelde bakteri inhibisyonuna sebep olması *Aliivibrio fischeri* bakterisi ile yapılan toksisite testinde daha toksik çıkmasının nedeni olarak açıklanabilir.

Sonuç olarak, çalışmada ilaç aktif bileşenlerinin *Aliivibrio fischeri* üzerinde akut toksik etkileri olduğu tespit edilmiştir. Bu yüzden, çevrede “iz seviyelerde” bulunan farmasötiklerin ekosistemlerdeki oluşumlarının insan, hayvan ve akuatik canlılar üzerinde meydana getirebilecekleri etkilerin ekotoksikolojik testlerle araştırılması gerekmektedir. *Aliivibrio fischeri* gibi akut toksisite testleri ile yapılan çalışmalar, deneysel hızlılık, tekrarlanabilirlik ve etkili maliyet özellikleri nedeniyle önemlidir (Conforti ve ark., 2008). Son olarak, mikrokirleticilerin gideriminde geleneksel atıksu arıtım yöntemlerinin yetersiz olduğu göz önünde bulundurulursa daha iyi giderim verimleri için ileri arıtım teknolojilerinin uygulanması önerilmektedir (Nas ve ark., 2017).

## **Kaynaklar**

- Azur. (1997). Microtox manual, Azur Environmental (formely microbics corporation), 2232 Rutherford Road, Carlsbad, CA.
- Conforti, F., Ioele, G., Statti, G., A., Marrelly, M., Ragno, G., Menichini, F. (2008). Antiproferative activity aganist human tumor cell lines and toxicity test on mediterranean dietary plants. Food Chem. Toxicol. 46, 3325-3332.
- Cotou, E., Papathanassiou, E., Tsangaris, C. (2002). Assessing the quality of marine coastal environments; Comparion of scope for growth and Microtox bioassay results of pollution gradient areas in eastern mediterranean (Greece), Environ. Pollut. 119, 141-149.
- Ellis, J. B. (2006). Pharmaceutical and personal care products (PPCPs) in urban receiving waters. Environ. Pollut. 144, 184-189.
- Escher, B.I., Fenner, K. (2011). Recent advances in environmental risk assessment of transformation products. Environ. Toxicol.
- Farré, M., Ferrer, I., Ginebreda, A., Figueras, M., Olivella, L., Tirapu, L., Vilanova, M., Barceló, D. (2001). Determination of drugs in surface water and wastewater samples by liquid chromatography-mass spectrometry: Methods and preliminary results including toxicity studies with *Vibrio fischeri*. Journal Of Chromatography A. 958, 187-197.
- Fisher, J. C., Belden, J. B., Bidwell, J. R. (2010). Can site-specific heuristic models predict the toxicity of produced water. Chemosphere. 80, 542-547.
- Gellert, G. (2000). Sensitivity and significance of luminescent bacteria in chronic toxicity testing based on growth and bioluminescence. Ecotox. Environ. Safe.
- Gottlieb, D. (1976). The production and role of antibiotics in soil. J. Antibiot. 29, 987- 1000.
- Gultekin, I., Ince, N. H. (2007). Synthetic endocrine disruptors in the environment and water remediation by advanced oxidation processes. J. Environ. Manage. 85, 816-832.
- Hamscher, G., Priess, B., Nau, H. (2006). A survey of the occurrence of various sulfonamides and tetracyclines in water and sediment samples originating from aquaculture systems in Northern Germany in summer 2005. Arch. Lebensmittelhyg. 57, 97-101.
- Kümmerer, K. (2011). Emerging contaminants. In: Frimmel, F. (Ed.), Treatise on Water Science, Elsevier, Oxford, Vol. 3 pp. 69–88.
- Le-Minh, N., Stuetz, R.M., Khan, S.J. (2012). Determination of six sulfonamide antibiotics, two metabolites and trimethoprim in wastewater by isotope dilution liquid chromatography/tandem mass spectrometry. Talanta, 89, 407-416.
- Marugan, J., Bru, D., Pablos, C., Catala, M. (2012). Comparative evaluation of acute toxicity by *Vibrio fischeri* and fern spore based bioassay in the follow-up of toxic chemicals degradation by photocatalysis. J. Hazard. Mater. 213-214, 117-122.
- Nas, B., Dolu, T., Ateş, H., Argun, M. E., Yel, E. (2017), Treatment alternatives for micropollutant removal in wastewater. Selçuk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi. 5 (2), 133-141.
- Parvez, S., Venkataraman, C., Mukherji, S. (2006). A review on advantages of implementing luminescence inhibition test (*Vibrio fischeri*) for acute toxicity prediction of chemicals. Environ. Int.
- Persoonee, G., Goyvaerts, M.P., Janssen, C.R., de Coen W. And Vangheluwe, M. (1993). Cost-effective acute hazard monitirin of polluted waters and waste drums with the aid of Toxkits. Final Report, CEC Contract ACE 89/BE 2/D3, VABRAP, University of Ghent, Belgium, 600 pages.

Qin, M., Yang, H., Chen, S., Xie, H., Guan, J. (2012). Photochemical characteristics of diclofenac and its photodegradation of inclusion complexes with  $\beta$ -cyclodextrins. *Quim. Nova.* 35, 559-562.

Rickman, K.A., Mezyk, S.P. (2010). Kinetics and mechanisms of sulfate radical oxidation of b-lactam antibiotics in water. *Chemosphere*, 81, 359-365.

Schnell, Bols, S. N. C., Barata, C., Porte, C. (2009). Single and combined toxicity of pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) on the rainbow trout liver cell line RTL-W1. *Aquat. Toxicol.* 93, 244-252.

Schwarzenbach, R.P., Escher, B.I., Fenner, K., Hofstetter, T.B., Johnson, C.A., von Gunten, U., Wehrli, B. (2006). The challenge of micropollutants in aquatic systems. *Science*.

Tongur, S., Yıldız, S., Yıldırım, R. (2019). Bazı ilaç gruplarının su ortamına olan etkilerinin akut toksisite testleri ile değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi.* 23, 71-75. doi: 10.19113/sdufenbed.435089.

Dergiye başvuru tarihi: 17.12.2020

Yayınlanmaya kabul edilme tarihi: 22.06.2021



## ***Glechoma hederacea* (Lamiaceae): Key features in its native range, habitats, cultural significance, impacts and sustainability status**

Ayşe Yazlık<sup>1,\*</sup>  and Ufuk Akgün Aksan<sup>2,\*\*</sup> 

<sup>1,\*</sup>Düzce University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Düzce, Turkey

<sup>2,\*\*</sup>Düzce University, Institute of Science, Düzce, Turkey

Corresponding author: [ayseyazlik@duzce.edu.tr](mailto:ayseyazlik@duzce.edu.tr)

### **Abstract**

The existence and sustainability of the ethnobotanical plant species are among the most important resources for the world, especially considering hunger and economic contribution. Moreover, the use of wild plant species for medical purposes for human and animal health increases the value of these plants. Therefore, social awareness is important for the effective and sustainable use of the relevant species. The main reason for this study is the warnings of local community who have this social awareness. Here, we worked on *Glechoma hederacea* L., which we recorded for the first time in Düzce in 2019, due to the environmental and socioeconomic impacts reported to us by the local community. This study aimed to determine *G. hederacea*'s presence in native range, its habitats, some morphological and phenological data and Cultural Food Importance Index value. In addition, the use of the plant in the local area, the parts used and the impacts of ethnobotanical use on the sustainability of its natural spread are presented. For this purpose, the plant was followed in Düzce central district between July 2019 and May 2020. As a result, it was determined that *G. hederacea* started flowering in March in Düzce and the flowering continued until the end of November. In Düzce, which is built on a plain, it has been determined that *G. hederacea* was widespread primarily in pastures, natural open areas, roadsides, open woodlands, tree edges, agricultural and urban habitats. Moreover, for the sustainability of the plant, it has been determined that local community take some sub-regional measures against vegetation removal and even carry out small activities for plant propagation. However, the ratio between harvesting rate and planting is not sufficient. Considering this situation, awareness activities for *G. hederacea* as well as other plant species with ethnobotanical use and, when necessary, encouraging the production of the relevant native species for medical purposes will be useful.

**Keywords:** Anthropogenic factors, native, phenology, wild plant, index value

### **Introduction**

In recent years, concerns in agricultural production gathered under some basic factors. Such as anthropogenic agents (migration, unemployment, ever-increasing globalization, urbanization, privatization, improper agricultural practices, harvesting of wild populations, land degradation, pollution of soil, exclusion and restoration of terrestrial and aquatic habitats, intensification or abandonment, climate change produced by anthropogenic carbon emissions, etc.), overuse of organisms, invasive species, climate change and natural disasters. These factors could be the main cause to reduce self-sufficiency in agricultural production of all countries (Díaz et al., 2015; IPBES, 2018, 2019). These

situations also directly contribute to the reduction of plant and animal products required for human life to survive. For this reason, people have started to turn to produce commodities that will meet their medical needs, especially nutrition (IPBES, 2018, 2019). The increase in the use of wild plants has been particularly noticeable in the last two decades (Yazlık, 2019). However, since the sustainability of these wild plants used for ethnobotanical purposes is also important, there is a need for data on determination of regional or sub regional wild plant forms, research of usage patterns and sustainability (Yazlık, 2019; Yazlık & Duran, 2019; Phumthum, 2020). Information from local habitats of plant species also provides valuable information for the introduction of plants in different areas (Kendir & Güvenç 2010; Yazlık, 2019; Phumthum 2020). As a matter of fact, there is serious evidence that many plants around the world can be dispersed to different areas with anthropogenic factors (Sipek et al., 2020; Applequist et al., 2020). It has been reported that plants with particularly high phenotypic plasticity and rapid growth exhibit a wide distribution and a successful spread in the introduced range and cause high invasion (Pyšek et al., 2020; Sipek et al., 2020). Therefore, the information obtained from the local habitats of the plants in this direction is critically needed to investigate the causes of plant invasion and to develop control measures (Guo, 2006; Yazlık, 2019; Pyšek et al., 2020). One of the plants displaying these properties is *Glechoma hederacea* L. from Lamiaceae, one of the most used families for ethnobotanical purposes (Benaiche et al., 2019). *Glechoma hederacea* is a low-growing perennial plant in parts of Europe and Asia (Hutchings & Price, 1999; CABI, 2020). It tends to spread rapidly in its habitats with its ability to reproduce both seeds and multiple monopodial stolons and its ability to adapt rapidly to environmental conditions. Moreover, anthropogenic factors arising from its use as an ornamental and / or medicinal plant in terms of ethnobotanical play an important role in introducing the plant to different geographies (Hutchings & Price, 1999; Sipek et al., 2020). In addition, it is one of the most common weeds in many places (Southeast Asia, South Australia, New Zealand, America, Argentina, Brazil, Chile and Canada) outside its natural range, and has been defined as an invasive alien plant in these regions (Sipek et al., 2020).

Although some data in the form in which this taxon was recorded almost all in Europe except Turkey (Hutchings & Price, 1999), *G. hederacea* has registered since 1982 in Flora of Turkey (Mill, 1982). On the other hand, the distribution of *G. hederacea* in the national data sets (TUBIVES - <http://www.tubives.com/> and Bizim Bitkiler - <https://www.bizimbitkiler.org.tr>) of Turkey are not included the Düzce province (Figure 1). However, the only record that the plant was found in the relevant area was recently given by Aksan & Yazlık (2021 - *in press*). Considering all these situations, this study addressed the present existence of *G. hederacea*, its habitats, some morphology - phenology data and the impact of the ethnobotanical use of the plant on its sustainability in native range.

## Material and Method

### Study area

*Glechoma hederacea* data was taken from Düzce central district boundaries (between 40°37' and 41°07' north latitudes and 30° 49' and 31°50' east longitudes) in Turkey's western Black Sea region. The climate is temperate in the region. The annual average temperature is 13.0 C °, the average annual precipitation is 823.7 kg / m<sup>2</sup>, the average relative humidity is 75%. (Table 1 - Düzce climate data weather station, period from 1959 to 2019 - (<https://www.mgm.gov.tr/>)). Although a favorable rainfall regime prevails, there may be drought during the summer months. In addition, the height of Düzce central district is 146 m above sea level. The total area of Düzce province is 259.300 hectares (Figure 1). In terms of plant geography, forest vegetation covers a large area in Düzce province, which is located in the Öksin sub-flora of the European-Siberian flora area. In addition, most of the agricultural potential of the province surrounded by mountains is in Düzce plain, which is 36.000 hectares wide.

Table 1. Düzce climate data weather station, period from 1959 to 2019

Measurement Period (1959 - 2019)	Yearly
Average Temperature (° C)	13.0
Average High Temperature (° C)	19.3
Average Lowest Temperature (° C)	8.5
Average Sunbathing Time (hours)	60.9
Average Rainy Days	133.5
Average Monthly Total Rainfall (mm)	831.0
Highest Temperature (° C)	42.4 (in July 2000)
Lowest Temperature (° C)	-20.5 (in January 1967)

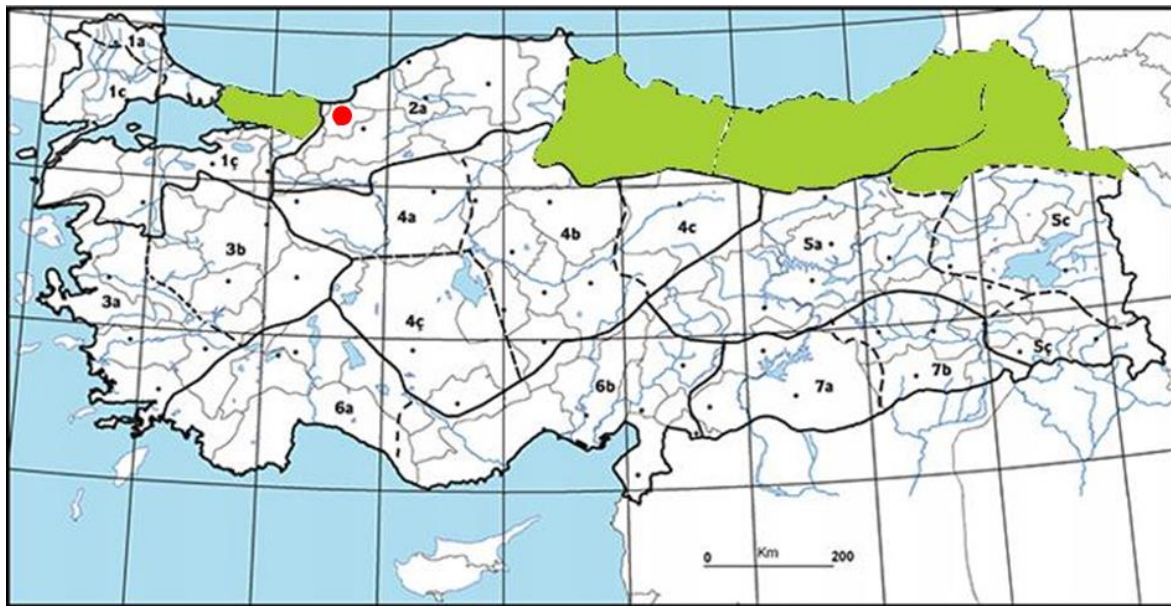


Figure 1. Distribution of *Glechoma hederacea* marked with the green parts on Turkey map (©Bizim Bitkiler, 2020). Düzce study area (A3 grid) marked with a red circle in the Western Black Sea region.

### Study species

The native range of *G. hederacea* is Europe to Russian Far East and NW. Reported as China (Hutchings & Price, 1999). Based on Turkey's plant data set (Bizim Bitkiler, 2020 - <https://www.bizimbitkiler.org.tr>), its Turkish name is *yernanesi*.

It is an evergreen, fragrant perennial plant with lilac, bluish-lilac or purple flowers, and grows up to 50 cm in length. *G. hederacea* has high plant ability due to the fact that is a low-growing perennial herb that spreads by branched horizontal stolons that root at their nodes. Moreover, it is clonal, forms patches or carpet-like mats, adapt to different light intensities, due to leaf area and variable petiole length (Hutchings and Price 1999; Sipek et al., 2020).

### Method

*Glechoma hederacea* was encountered during vegetation studies carried out in pasture areas in Düzce city centre in 2019-2020 (the second author's Master thesis). During this study, the local people reported that were some problems caused by the related plant in the rangelands, such as the deterioration of the

pasture structure and the damage to the animals by the pasture pits. Considering this situation, we interviewed with the headmen (mukhtars), who were the first person authorized to deal with the general problems of the local people, and then the residents. Data on the environmental and socioeconomic impacts of the plant (impact on human welfare, impact on ruminants and pollinator insects) were collected from the interviews with 15 person. In addition, morphological and phenological values of *G. hederacea* (plant height, beginning and end of flowering period) and data on insect and disease factors on the plant were also collected. Finally, the habitats of the relevant plant were determined in Düzce. For this, a total of 12 sample areas (three areas from each direction) were selected, taking into account the directions (East, West, North, South) of the Düzce central district. The sampling number was determined to represent 1% of each sample area and a total of 82 sample points from 12 sample areas were examined. Related areas, area sizes, number of samples according to areas and GPS points were given in Table 2. Data collection and vegetation surveys started on 18 July 2019 and completed on 28 May 2020 (10 months), but the flowering period was monitored all year.

Table 2. Vegetation survey sites, area sizes, number of samples and GPS coordinates in Düzce

No	Survey sites	Location	Area size (acre)	Number of samples	GPS
1	Duraklar	South	60	6	40.790860, 31.123960
2	Hacıahmetler	South	61	6	40.803723, 31.148820
3	Küçükahmetler	South	34	3	40.796578, 31.133358
4	Kadioğlu	North	121	12	40.877171, 31.122880
5	Sarayyeri	North	69	7	40.873631, 31.135158
6	Çavuşlar	North	27	3	40.871470, 31.172558
7	Ağaköy	West	120	13	40.830237, 31.141866
8	Şaziye	West	44	5	40.843323, 31.052190
9	Karadere Hasanağa	West	144	14	40.840018, 31.067521
10	Yahyalar	East	49	5	40.847168, 31.198928
11	Gündolaması	East	60	6	40.835518, 31.219376
12	Günbaşı	East	20	2	40.848945, 31.241861
<b>Total</b>			<b>809</b>	<b>82</b>	

Plant frequency (%) was calculated by using the following equations (Odum, 1971): % Frequency = [number of sampling units in which the species occurs (N)] / [total number of sampling units employed for the study (Q)]\*100 & F = (N / Q)\*100

In addition, we used the Cultural Food Importance Index (CFSI) by Pieroni (2001), a quantitative index that indicates the relative importance value, to obtain another data that may guide the future state of existence of *G. hederacea*. The CFSI was calculated by the following formula.

$$CFSI = QI \times AI \times FUI \times PUI \times MFF \times TSAI \times FMRI \times 10^{-2}$$

The formula takes into account seven index values: (i) Quotation Index (QI): expresses the number of all the positive responses given by the informants about a particular plant. (ii) AI: Availability, (iii) FUI: Frequency of use, (iv) PUI: Plant parts used, (v) MFFI: Multifunctional food use, (vi) TSAI: Taste score appreciation, (vii) FMRI: Food-medicinal role. Categories and index values used in CFSI calculation were given in Table 3.



EPPO code: GLEHE (*Glechoma hederacea* L. - <https://gd.eppo.int/taxon/GLEHG>)

Table 3. Categories and index values used in the calculation of CFSI

<b>Index of categories</b>	<b>Availability</b>	<b>Index value</b>
Availability index (AI)	Very common	4.0
	Common	3.0
	Intermediate	2.0
	Rare	1.0
	Localization of the use index value	
	Ubiquitous	=
	Localized	- 0.5
Frequency of use index (FUI)	Very localized	- 0.1
	<b>Utilization frequency</b>	<b>Index value</b>
	Ordinary year	5.0
	In season	3.0
Part used index (PUI)	Not used during the past 30 years	1.0
	<b>Part used</b>	<b>Index value</b>
	Aerial parts	3
	Stems and leaves	2
	Roots, bulbs, leaves, fruits	1.5
	Bark, stems, seeds, kernel	1.0
Multifunctional food use index (MFFI)	Flowers, inflorescence, female cone, shoots	0.75
	<b>Usage</b>	<b>Index value</b>
	Raw, as snacks, cold dishes, dipped in sauce, salted	1.5
	Boiled, steamed, fried	1
	Ingredient for restricted purposes	0.75
	Condiment, grain, oil and fats (Usage in mixtures)	0.5 (- 0.5)
Taste score appreciation (TSAI)	<b>Taste appreciation</b>	<b>Index value</b>
	Best	10
	Good	7.5
	Fair	6.5
	Poor	5.5
	Terrible	4.0
Food-medicinal role index (FMRI)	<b>Role as food-medicine</b>	<b>Index value</b>
	Important (“that food is a medicine”, with clear specification of the treated affections)	5.0
	Intermediate (“that food is very healthy”)	3.0
	Not recognized	1.0

## Results and Discussion

The presence of the *G. hederacea* was determined in 8 areas (Duraklar, Hacıahmetler, Duraklar, Ağaköy, Şaziye, Karadere Hasanağa, Sarayyeri) out of a total of 12 sample areas (Table 2). The highest plant presence was determined in Ağaköy with 80.3% density, while an average of 25% density was determined in other areas. Plant collection rate was also low in areas determined in low rates density. This was considered as the plant collectors preferring to collect the related plant in areas where the plant is denser. As a matter of fact, the most complaints from local community were made in Ağaköy. In addition, the degraded areas were mostly encountered in this village and its surroundings. Moreover, ease of transportation has been evaluated as an important factor in the development of anthropogenic impacts. Therefore, one of the reasons for the problem in this area may be that the distance of this area to the city centre is approximately four kilometres.

**Basic features:** When the data collected for the morphological and phenological of *G. hederacea* in Düzce were evaluated, it was determined that it could be grown up to an average of 20 - 60 cm depending on the habitat type of the plant. Plant height has the highest value (~60 cm) in pastures and open areas, and the lowest value in tree edges (~20 cm). Although it has a high adaptability to different light intensities (Sipek et al., 2020), these different values indicate that it can also vary according to its habitats. The flowering period of *G. hederacea* was observed throughout the year in Düzce, and the flowering period started in March and continued until the end of November.

**Habitats:** As a result of the vegetation studies, the general habitats of *G. hederacea* were determined as pastures, roadside, tree edges, and open woodland in the natural range. Especially in pastures with high humidity and / or high ground water, the presence of the plant has higher rates. Beside we have also encountered in the road safety zone urban area, some city parks and in hazelnut plantations of Düzce. An additional record was found for the detection of the plant in hazelnut plantations (Koca & Yıldırım, 2008) located in Akçakoca district, which is located on the Black Sea coastline of Düzce.

**Impacts:** When the general impact conditions are examined, the presence of the plant in pasture areas has a high positive impact on both animal nutrition and the sustainable existence of pollinator insects. However, the clonal uprooting of plants is an important obstacle to the sustainability of this positive effect. In addition, it was determined as negative impacts that the removal of the pasture areas of the related plant caused a serious decrease in the plant density, the injury of animals and the unrest of the local people, due to people other than the local population. Therefore, removing the plant from the environment at a high rate causes negative significant environmental and socioeconomic impacts. In particular, the danger of extinction of the plants in the relevant areas, especially the pasture areas, the injury of animals from the pits opened on the pasture (Figure 3) and the deterioration of human welfare are the main problems of the local people. Indeed, the heavy gathering of native plant species from the relevant areas is one of the most important obstacles to the sustainability of these plants (Guo, 2006; Yazlık, 2019; Yazlık & Duran, 2019).

**Usage:** The main reason for the collection of the plant is its use in human health. In this context, it has been determined with this study that drugs made from the roots of the plant are used against kidney and urinary tract diseases in Düzce. There is evidence that *G. hederacea* is also used for medicinal purposes in different regions. For example; in traditional European medicine, it is used against eye inflammation, while in traditional Austrian medicine it is used in the treatment of diseases such as liver and bile, respiratory tract, kidney and urinary tract, fever, flu (Hutchings & Price 1999; Sipek et al., 2020). Also at the plant infusion in different regions of Turkey, syrups and liquid extract, cough suppressants, nerve sedative, expectorant, wound healing is used as a tonic and was reported (Birinci, 2008). However, in the current records, it is reported that only the leaves of the plant are used and that the dried leaves are brewed, like tea. It is also emphasized that young leaves are used as an aromatic spice for salads (Baytop 1999; Birinci, 2008). As a result of the evaluations, it has been understood that *G. hederacea* is uprooted only in Düzce. This information is important as the use parts of ethnobotanical plants will provide important evidence in determining the extinction risks of these plants. Therefore, in ethnobotanical studies, determining the usage parts of the plants in addition to the way they are used can provide important data.

According to the Cultural Food Significance Index (CFSI) analysis, the CFSI index value of *G. hederacea* was determined as 590.63. In this high CFSI value of the plant, the frequency of use (FUI), usage parts (PUI), and high food - medicinal role index (FMRI) values of the plant were effective. *G. hederacea's* detailed CFSI value calculation is given in Table 4.

We believe that the cultural significance index value, which allow quantification of the role played by a particular biological taxon in a particular local culture, provide valuable information about the existence / sustainable use of plant species in relevant local cultures. As a matter of fact, knowing these values provides important information to researchers and decision makers on issues such as determining

the conservation priorities of ethnobotanical plant species, selecting the species to be propagated in place and establishing legal restrictions on collecting. In addition, it also makes it easier to reach a common consensus in ethnobotanical studies that can be done between cultures (Pieroni, 2001).

Table 4. The CFSI value of *Glechoma hederacea*

	Values of the partial indexes	Details calculation	CFSI value
<i>G. hederacea</i>	<b>QI:</b> 12.00		
	<b>AI:</b> Common, ubiquitous		
	<b>FUI:</b> Ordinary year	12.00 x 3.00 x 5.00 x	
	<b>PUI:</b> Stems and leaves, roots	3.50 x 2.50 x 7.50 x	590.63
	<b>MFFI:</b> Boiled, steamed, fried, salted	5.00 x 10 <sup>-2</sup> =	
	<b>TSAI:</b> Good		
	<b>FMRI:</b> Important		

Finally, it should be noted that although it is not presented here, two insect species (*Liriomyza* sp. and *Frankliniella* sp.) that open galleries on the leaves and also a powdery mildew disease (*Erysiphe* sp.) were also found on *G. hederacea* in Düzce. It will also be beneficial to monitor these agents in the future and to take the necessary measures.

## Conclusion

*Glechoma hederacea* general habitats, morphological - phenological features and ethnobotanical usage have dealt with for the first time with this study in Turkey. In addition, only one plant species could lead to socio-economic impacts in different directions (human welfare and animal nutrition, health) cases have been reported, and could finally occur with the risk of extinction of the plant has emphasized the loss of biodiversity. Considering that all these situations may arise from a single plant species, it is absolutely necessary to develop and disseminate precautionary studies for the protection of ethnobotanical plants. For this, the sustainability of native plants that are used ethnobotanically should be taken into consideration. Particularly ethnobotanical plant usage parts provide important data for the sustainability of the plants' existence. The use of perennial multiple monopodial stolons such as here poses a great risk in removing all of the plant's reproductive material. In other words, the ethnobotanical use of seeds or stem parts alone does not increase the risk value for this perennial plant sustainability, but uprooting the plant in Düzce may cause a serious impact on the extinction risk level. For this reason, against the risk of extinction of ethnobotanical plants, plants should be evaluated according to their "using parts" and necessary awareness studies should be carried out in this regard. In addition, considering the cultural importance of *G. hederacea* discussed here and its contribution to human health; training activities on sustainability, informing local administrators about the priority of conservation of *G. hederacea*, and encouraging local cultivation of the plant by taking into account root use can be suggested. On the other hand, legal restrictions on plant collection for ethnobotanical purposes are also an important factor in the sustainable use of plants. For instance, the collection of ethnobotanical plants from their natural environment and sales are restricted by law in Turkey (Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry General Directorate of Forestry: 1983 - 2003 notification 286; 2003 - 2016 notification 297 and since 2016 notification 302). In this context, permission is obtained from the relevant authorities and only limited collection of plants is allowed. However, despite these limitations and inspections, it cannot be prevented that the plants are collected illegally or unconsciously. Therefore, when necessary, the scope of the sanctions of decision-makers and legal restrictions and protection activities should be expanded. Beside these, Cultural Food Significance Index (CFSI) value of *G. hederacea* plant collected and consumed in Düzce was determined for the first time in Turkey with this

study. *G. hederacea*'s this value can be used in consensus that can be established in cross-cultural ethnobotanical studies. In addition, this assessment method provides an additional assessment to determine the importance level of plants listed in ethnobotanical studies. For this reason, we emphasize the determination of importance index values in studies to be carried out within the scope of ethnobotany.

The contribution of native plants to biological diversity is an undeniable fact. In addition, considering the contribution of these plants to biodiversity and ecosystem functions, it is important to protect and sustain the plants in the local ranges of the countries. For this, local information on the relevant species, data on morphological and physiological development processes provide valuable information. Moreover, the continuity of ethnobotanical studies is important for the preservation of local knowledge. Beside, when the subject is considered for the world, the conservation of native plants within their local range makes valuable contributions not only to the regions where they are located, but also to the sustainability of the world. Considering all these situations, the protection of plant production areas, especially pasture areas, which are considered as natural heritage areas for all countries, and the continuity of ethnobotanical studies providing local information should be ensured. Finally, we argue that the most important precaution that can be taken in the issue of preventing excessive collection of ethnobotanical plants depends on the dissemination of awareness studies that will provide understanding of the importance and sustainability of these plants at the local scale.

## References

- Aksan, A.U., Yazlık, A. (2021). Mera alanlarında bulunan bitki türleri ve etkileri: Düzce merkez ilçe örneği. *Akademik Ziraat Dergisi*, 10 (1), 81-96. DOI: 10.29278/azd.797748.
- Applequist, W.L., Brinckmann, J.A., Cunningham, A.B., Hart, R.E., Heinrich, M., Katerere, D.R., van Andel, T. (2020). Scientists' warning on climate change and medicinal plants. *Planta Med.* 86 (1):10-18. doi: 10.1055/a-1041-3406.
- Baytop, T. (1999). Türkiye'de tıbbi bitkilerle tedavi (geçmişte ve bugün). Nobel Tıp Kitapevleri. (second edition). 480 s.
- Benaiche, H., Bouredja, N., Alioua, A. (2019). Ethnobotanic study of medicinal plants used in Oran, Algeria. *Bangladesh Journal of Botany* 48: 1163-1173.
- Bizim Bitkiler (2020). Bizim Bitkiler® Version 3.1 <https://www.bizimbitkiler.org.tr> Accessed on November, 27, 2020.
- Birinci, S. (2008). Doğu Karadeniz bölgesinde doğal olarak bulunan faydalı bitkiler ve kullanım alanlarının araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi, pp: 204. Adana.
- CABI (2020). *Glechoma hederacea* (ground ivy).<https://www.cabi.org/isc/datasheet/25249> Accessed on May 10, 2020.
- Díaz, S., Demissew, S., Carabias, J., Joly, C., Lonsdale, M., Ash, N., Larigauderie, A., Adhikari, J.R., Arico, S., Baldi, A., Bartuska, A., Baste, I.A., Bilgin, A., Brondizio, E., Chan, K.M., Figueroa, V.E., Duraiappah, A., Fischer, M., Hill, R., Koetz, T., Leadley, P., Lyver, P., Mace, G.M., Martin-Lopez, B., Okumura, M., Pacheco, D., Pascual, U., Perez, E.S., Reyers, B., Roth, E., Saito, O., Scholes, R.J., Sharma, N., Tallis, H., Thaman, R., Watson, R., Yahara, T., Hamid, Z.A., Akosim, C., AlHafedh, Y., Allahverdiyev, R., Amankwah, E., Asah, S.T., Asfaw, Z., Bartus, G., Brooks, L.A., Caillaux, J., Dalle, G., Darnaedi, D., Driver, A., Erpul, G., Escobar Eyzaguirre, P., Failler, P., Fouda, A.M.M., Fu, B., Gundimeda, H., Hashimoto, S., Homer, F., Lavorel, S., Lichtenstein, G., Mala, W.A., Mandivenyi, W., Matczak, P., Mbizvo, C., Mehrdadi, M., Metzger, J.P., Mikissa, J.B., Moller, H., Mooney, H.A., Mumby, P., Nagendra, H., Neshover, C., Oteng-Yeboah, A.A., Pataki, G., Roue, M., Rubis, J., Schultz, M., Smith, P., Sumaila, R., Takeuchi, K., Thomas, S., Verma, M., Yeo-Chang, Y., Zlatanova, D. (2015). The IPBES

Conceptual Framework - connecting nature and people. *Curr. Opin. Environ. Sustain* 14:1–16.

Guo, Q. (2006). Intercontinental biotic invasions: what can we learn from native populations and habitats? *Biol Invasions* 8(7):1451–1459.

Hutchings, M., Price, E. (1999). *Glechoma hederacea* L. (*Nepeta glechoma* Benth., *N. hederacea* (L.) Trev.). *J Ecol.* 87 (2):347–364.

IPBES (2018). The IPBES assessment report on land degradation and restoration. Montanarella L, Scholes R and Brainich A (eds.). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany. 744 p.

IPBES (2019). Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. ES Brondizio, Settele J, Diaz, S, Ngo HT (editors). IPBES secretariat, Bonn, Germany.

Kendir, G., Güvenç, A. (2010). Etnobotanik ve Türkiye’de yapılmış etnobotanik çalışmalara genel bir bakış. *Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy* 1: 49-80.

Koca, A.D., Yıldırım, Ş. (2008). Akçakoca (Düzce) ilçesinin genel vejetasyonu üzerine bir araştırma. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 10: 46-56.

Mill, R.R. (1982). *Glechoma hederacea* L., Ed: Davis PH, *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Edinburgh University Press, Edinburgh 7: 288.

Odum, E.P. (1971). *Fundamentals of Ecology*. W.B. Saunders Company, 574 s

Phumthum, M. (2020). How far are we? Information from the three decades of ethnomedicinal studies in Thailand. *Ethnobiology and Conservation* 9 (21): 1-12.

Pieroni, A. (2001). Evaluation of the cultural significance of wild food botanicals traditionally consumed in Northwestern Tuscany. Italy. *J Ethnobiol.* 21: 89–104.

Pyšek, P., Hulme, P.E., Simberloff, D., Bacher, S., Blackburn, T.M., Carlton, J.T., Dawson, W., Essl, F., Foxcroft, L.C., Genovesi, P., Jeschke, J.M., Kühn, I., Liebhold, A.M., Mandrak, N.E., Meyerson, L.A., Pauchard, A., Pergl, J., Roy, H.E., Seebens, H., van Kleunen, M., Vilà, M., Wingfield, M.J., Richardson, D.M. (2020). Scientists’ warning on invasive alien species. *Biological Reviews* 95 (6):1511-1534.

Sipek, M., Perčin, A., Zgorelec, Z., Sajna, N. (2020). Morphological plasticity and ecophysiological response of ground ivy (*Glechoma hederacea*, Lamiaceae) in contrasting natural habitats within its native range. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology* 155 (1):136-147. doi: 10.1080/11263504.2020.1727981

TUBIVES (2020) Turkish Plants Data Service (TÜBİVES) Version 2.0 BETA [http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php?sayfa=1&tax\\_id=7848](http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php?sayfa=1&tax_id=7848) Accessed on November, 27, 2020.

Yazlık, A, Duran, E. (2019). Conservation of ethno-botanical plants: The well-being of natural areas and local communities. II. International Agriculture Congress, pp:94. 21-24 November 2019. Ankara, Turkey.

Yazlık, A. (2019). A proposal against extinction of plant species by human influence: The specimen of *Trachystemon orientalis*. International Black Sea Coastline Countries Symposium pp:74. 18 - 20 October 2019, Zonguldak, Turkey.

Submitted: 25.03.2021 Accepted: 23.06.2021



## Legiş yaylasının (İkizdere-RİZE) botanik kompozisyonunun belirlenmesi

Hüseyin Baykal<sup>1</sup> , Adil Bakoğlu<sup>1</sup> , Muhammed İkbâl Çatal<sup>2,\*</sup> 

<sup>1)</sup>Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Pazar Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Rize, Türkiye.

<sup>2,\*)</sup>Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Rize, Türkiye.

Sorumlu yazar: [muhammed.catal@erdogan.edu.tr](mailto:muhammed.catal@erdogan.edu.tr)

### Özet

Bu çalışma, Rize ili İkizdere ilçesi Legiş yaylası merasında 2019 yılı içerisinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada meranın toprağı kaplama oranı, botanik kompozisyonu, mera kalite derecesi ve mera durumu karakterleri incelenmiştir. Arazi çalışması, Temmuz ayı içinde, vejetasyonun klimaks evreye ulaştığı safhada yapılmıştır. Araştırma alanında örnek parseller “Lup” yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Araştırmada 20 familyaya ait toplam 39 takson teşhis edilmiştir. Familyaların takson sayıları; *Poaceae* (4), *Fabaceae* (4), *Asteraceae* (3), *Apiaceae* (3), *Brassicaceae* (1), *Campanulaceae* (1), *Caprifoliaceae* (1), *Caryophyllaceae* (2), *Crassulaceae* (1), *Cyperaceae* (1), *Gentianaceae* (1), *Geraniaceae* (2), *Lamiaceae* (3), *Orobanchaceae* (2), *Plantaginaceae* (1), *Polygonaceae* (2), *Primulaceae* (1), *Ranunculaceae* (2), *Rosaceae* (3) ve *Rubiaceae* (1) şeklindedir. Mera alanının toprağı kaplama oranı % 78.92 olarak belirlenmiştir. Çalışma alanının botanik kompozisyonunda *Poaceae* % 12.90, *Fabaceae* % 28.24 ve diğer familyalar % 58.86 olarak tespit edilmiştir. 2.63 mera kalite derecesi ile meranın durumu “Zayıf” olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Botanik kompozisyon, Legiş yaylası, Rize, toprağı kaplama oranı.

### Determination of the botanical composition of Legiş plateau (İkizdere-RİZE)

#### Abstract

This study was carried out in 2019 at the pasture of Legiş plateau in İkizdere district of Rize province. In the study, canopy coverage rate, botanical composition, pasture quality degree and pasture condition characters were studied. The field study was carried out in July, when the vegetation reached the climax phase. Sample plots in the research area were determined using the "Lup" method. A total of 39 taxa belonging to 20 families were identified in the study. Taxa numbers of families; *Poaceae* (4), *Fabaceae* (4), *Asteraceae* (3), *Apiaceae* (3), *Brassicaceae* (1), *Campanulaceae* (1), *Caprifoliaceae* (1), *Caryophyllaceae* (2), *Crassulaceae* (1), *Cyperaceae* (1), *Gentianaceae* (1), *Geraniaceae* (2), *Lamiaceae* (3), *Orobanchaceae* (2), *Plantaginaceae* (1), *Polygonaceae* (2), *Primulaceae* (1), *Ranunculaceae* (2), *Rosaceae* (3), *Rubiaceae* (1). The canopy coverage rate of pasture area was determined as 78.92%. The botanical composition of the study area was determined as *Poaceae* 12.90%, *Fabaceae* 28.24% and other families 58.86%. With a pasture quality degree of 2.63, the condition of the pasture was determined as "Weak".

**Keywords:** Botanical composition, Legiş plateau, Rize, canopy coverage rate.

## **Giriş**

Çayır ve meralar, ülkenin önemli doğal kaynakları olmasının yanı sıra hayvanların ihtiyacı olan kaba yemin en ucuz karşılandığı alanlardır. Ayrıca, biyolojik çeşitliliği sağlaması, kültür bitkileri için gen kaynağı olması, yaban hayvanlarına barınma alanı sağlaması ve toprak yüzeyinde kalkan görevi görerek erozyona karşı koruması gibi çok önemli görevleri de vardır (Açıkgöz, 2001).

Türkiye topraklarının 14.6 milyon ha'nını (TÜİK, 2019) ve Rize ilinin ise 45.332 ha (Anonim, 2018) alanını oluşturan çayır meralar, uygun olmayan kullanım sonucu bitki örtüsü ve verim potansiyeli ile ot kalitesi düşmüştür (Gökkuş, 1991). Bu durum ülke hayvancılığı ve ekonomisini olumsuz etkilediği gibi, toprak ve su kaynaklarının da tahrip olmasına yol açmaktadır. Bu sorunların çözülebilmesi için ot verimi ve kalitesi düşmüş olan meraların ıslah edilerek yeniden yüksek verime sahip kaliteli yem üretir duruma getirilmeleri gerekir. Ancak, mera ıslahında başarılı olabilmek için, öncelikle ıslah edilecek meranın vejetasyon yapısının iyi bilinmesi önemlidir (Çınar ve ark., 2019). Vejetasyon yapısının iyi bilinmesi amacıyla yapılacak olan çalışmalardan biri de, o bölgeye ait vejetasyonla ilgili botanik kompozisyon çalışmalarıdır.

Rize ili yaylalarında bazı floristik (Baykal ve Atamov, 2016; Baykal ve ark., 2018; Baykal, 2019) ve botanik kompozisyonun belirlenmesi ile ilgili (Bakoğlu ve ark., 2019; Çatal ve ark., 2019; Baykal ve ark., 2020; Çatal ve ark., 2020; Bakoğlu ve ark., 2021) çalışmalar yapılmış olmasına rağmen, Legiş yaylasının botanik kompozisyonunun belirlenmesine yönelik herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Çalışmanın temel amacı Legiş yaylasının botanik kompozisyonu, toprağı kaplama oranı, mera kalite derecesi ve mera durumunun tespit edilmesidir.

## **Materyal ve Yöntem**

**Çalışma Alanı:** Bu çalışma, 2019 yılında Rize ili İkizdere ilçesine bağlı deniz seviyesinden ortalama 2680 m yükseklikte (N: 40° 38' 52,0; E: 40° 42' 20,0") ve ilçeye 25.8 km uzaklıkta bulunan Legiş yaylasında gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanının konumu ve çalışma alanından çekilen bazı fotoğraflar Şekil 1'de verilmiştir.

Araştırma alanının uzun yıllar sıcaklık ortalaması, yağış miktarı ve nispi nemi sırasıyla 14.3°C; 2296 mm; % 80 olarak kayıt altına alınmıştır (Anonim, 2019).

**Materyal ve Metot:** Arazi çalışmaları 2019 yılında Legiş yaylası mera alanlarında vejetasyonunun klimaks safhaya ulaştığı Temmuz ayı içerisinde yapılmıştır. Araştırmanın materyalini mera vejetasyonundan elde edilen bitki örnekleri oluşturmuştur. Her bir takson için 3 bitki toplanmış olup, herbaryum kurallarına göre (Erik ve ark., 1996) kurutularak kartonlara yapıştırılmış ve Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Pazar Meslek Yüksekokulu'nda koruma altına alınmıştır. Bitki örnekleri Türkiye ve Ege Adaları Florası (Davis, 1965-1985; Davis ve ark., 1988; Güner ve ark., 2000) yardımı ile teşhis edilmiştir. Ailesi, takson (Türkçe adlar dahil) ve yazar adları sırası ile Güner ve ark., (2012)'na göre verilmiştir.

Meranın vejetasyon özellikleri Lup metodu kullanılarak belirlenmiştir. Lup hattı 20 m uzunlukta, iki lup arası ölçüm mesafesi 20 cm olacak şekilde, bir lup hattında toplam 100 lup değeri ölçülmüştür. Botanik kompozisyonun belirlenmesinde her bir lup içerisine düşen bitki taksonu ölçüm cetveline kaydedilmiştir. Lup içerisine düşen bitki örnekleri bütün organları ile birlikte toplanıp, teşhis edilmiştir.



şekil 1: Çalışma alanının konumu ve bazı görüntüler.

Meranın botanik kompozisyonunun belirlenmesinde Tosun, (1968)'un belirttiği esaslar dikkate alınarak her bir ana hat üzerinde 10 lup hat olacak şekilde 5 ana hat ölçmüştür. Lup ölümlerinde bitkiye rastlanılan lup alanlarının, toplam lup alanına bölünmesiyle toprağı kaplama alanı belirlenmiştir (Gökkuş ve ark., 1993). Botanik kompozisyonda yer alan bitkilere Gökkuş ve ark., (1993) ve Bakoğlu (1999)'nun belirttikleri esaslar dahilinde ve Anonim (2008)'de bitkilerin yem olarak değerlendirilmesi durumuna göre -1 ile 10 arasında puanlar verilmiş, daha sonra botanik kompozisyondaki oranları ile çarpılmış ve tüm taksonlara ait değerlerin toplanmasıyla mera kalite derecesine göre (Tablo 1), mera durum sınıfı belirlenmiştir.

Tablo 1: Mera Durumu Skalası (De Vries vd., 1951)

Kalite Derecesi	Mera Durumu
8.1 – 10	çok iyi
6.1 – 8	İyi
4.1 – 6	Orta
2.1 – 4	Zayıf
0.0 - 2	ok Zayıf

## Bulgular ve Tartışma

Çalışmada tespit edilen bitkilerin familyası, takson ismi, Türkçe adları, değer sayıları, toprağı kaplama oranları, botanik kompozisyon oranları ve mera kalite dereceleri Tablo 2'de verilmiştir. Familyaların toprağı kaplama ve botanik kompozisyon oranları ile ilgili grafik şekil 2'de verilmiştir.

Tablo 2'ye bakıldığında araştırma alanında yer alan mera vejetasyonunun toplam toprağı kaplama oranı % 78.92, *Poaceae*, *Fabaceae* ve diğer familyaların oranı ise sırasıyla % 9.88; 23.85; 45.19 olarak belirlenmiştir. Toprağı kaplama alanına göre *Poaceae*, *Fabaceae* ve diğer familyaların botanik



kompozisyonları ise sırasıyla % 12.90; 28.24; 58.86 olarak tespit edilmiştir. Mera kalite derecesi 2.63 değeri ile meranın durumu “Zayıf” olarak belirlenmiştir. Çalışılan meranın botanik kompozisyonunda bulunan bitkilerden *Poaceae*’den *Poa pratensis* (% 4.30), *Fabaceae*’den *Trifolium canescens* (% 10.97) ve diğere familyalardan *Stachys macrantha* (% 8.95) taksonları ilk sırayı oluşturmaktadır.

Çalışılan mera vejetasyonunda *Poaceae*’de 4, *Fabaceae*’de 4 ve diğere familyalardan 31 tane olmak üzere, toplam 20 familyaya ait 39 takson tespit edilmiştir. Diğere familyalardan *Asteraceae* (3), *Apiaceae* (3), *Brassicaceae* (1), *Campanulaceae* (1), *Caprifoliaceae* (1), *Caryophyllaceae* (2), *Crassulaceae* (1), *Cyperaceae* (1), *Gentianaceae* (1), *Geraniaceae* (2), *Lamiaceae* (3), *Orobanchaceae* (2), *Plantaginaceae* (1), *Polygonaceae* (2), *Primulaceae* (1), *Ranunculaceae* (2), *Rosaceae* (3) ve *Rubiaceae* (1) takson tespit edilmiştir. Ayrıca merada tespit edilen taksonlardan *Helictotrichon argaeum*, *Psephellus appendicigerus* ve *Geranium ponticum* taksonları endemiktir.

Rize ili genelinde botanik kompozisyon ile ilgili çalışmalara baktığımızda; Bakoğlu ve ark., (2019) Rize ili Handüzü yaylasında yaptığı çalışmada, toprağı kaplama oranını % 82.4, toprağı kaplama alanına göre buğdaygillerin botanik kompozisyondaki oranını % 33.37, baklagillerin oranını % 5.75 ve diğere familyaların oranını % 60.88 bulduğı ve 2.456 mera kalite derecesi ile meranın durumunun zayıf olduğı; Çatal ve ark., (2019) Rize ili Ovit yaylasında yaptığı çalışmada, toprağı kaplama oranını % 63.4; botanik kompozisyonda buğdaygillerin oranı % 39.35, baklagillerin oranı % 6.61 ve diğere familyaların oranı da % 54.04 olarak tespit ettiğini ve 1.976 mera derecesi ile meranın durumunu çok zayıf bulduklarını belirtmişlerdir. Baykal ve ark., (2020) Rize ilinin Palovit yaylası merasında yaptığı çalışmada, toprağı kaplama oranını % 70.75, botanik kompozisyonda buğdaygiller, baklagiller ve diğere familyaların oranını sırasıyla % 54.98, 2.88, 42.14 olarak tespit ettiklerini ve 2.383 mera derecesi ile meranın durumunu zayıf bulduklarını; Çatal ve ark., (2020) Rize ili Trovit yaylası mera alanında yaptığı çalışmada toprağı kaplama oranını % 79.15, buğdaygiller, baklagiller ve diğere familyaların botanik kompozisyonunu ise sırasıyla % 21.24; 13.66; 65.10 olduğunu ve 2.365 mera derecesi ile meranın durumunu zayıf bulduklarını; Bakoğlu ve ark., (2021) Zorkal yaylası mera alanının toprağı kaplama oranı % 83.40, botanik kompozisyonunda *Poaceae* % 13.07, *Fabaceae* % 28.11 ve diğere familyaları % 58.82 olarak tespit ettiklerini ve 2.65 mera kalite derecesi ile meranın durumunu zayıf olarak bulduklarını belirtmişlerdir.

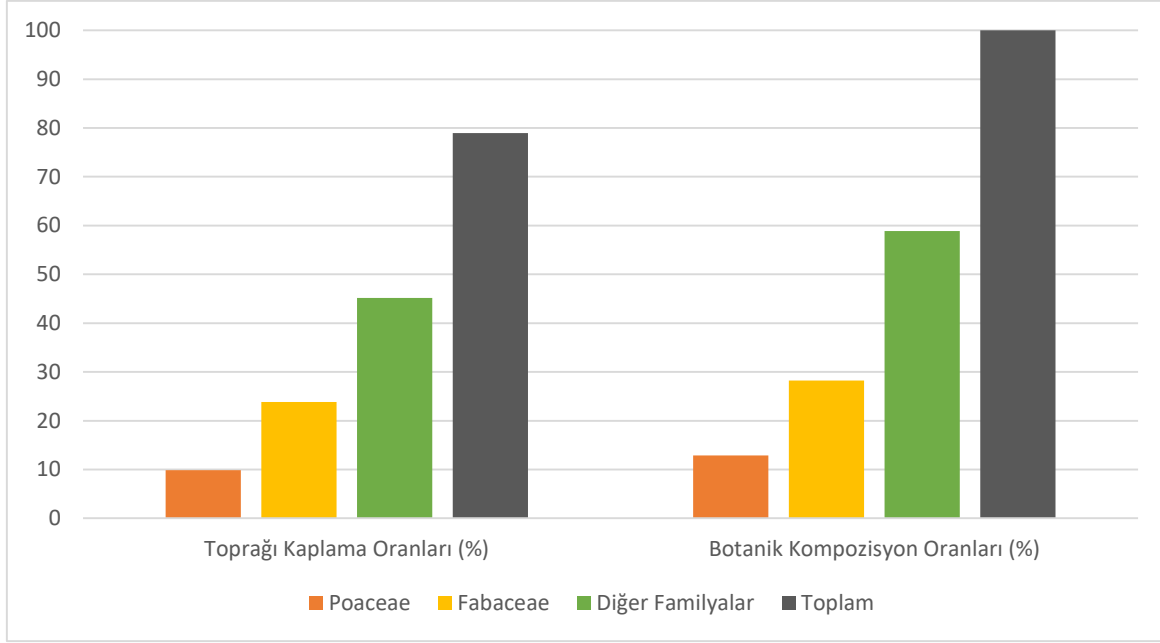
Araştırmadan elde edilen sonuçlar ile diğere araştırmacıların (Bakoğlu ve ark., 2019; Çatal ve ark., 2019; Baykal ve ark., 2020; Çatal ve ark., 2020; Bakoğlu ve ark., 2021) bulguları arasında benzerlik ve farklılıklar bulunmaktadır. Farklılıkların ortaya çıkmasına meraların ekolojik koşullarının farklı olması ile farklı vejetasyon ölçüm yöntemi ve uygulamalardır.

Tablo 2. Legiş yaylasının mera alanında bulunan bitkilerin familyaları, taksonları, değere sayıları, toprağı kaplama ve botanik kompozisyon oranları, mera dereceleri

Familya	Takson ismi	Türkçe	DS	TKO	BK	MKD	
<b>POACEAE</b>							
1	<i>Poaceae</i>	<i>Poa pratensis</i> L.	Çayırsalkım otu	7	2,23	4,30	0,30
2	<i>Poaceae</i>	<i>Festuca drymeja</i> Mert. & W.D.J.Koch	Çalı yumağı	2	3,50	3,75	0,08
3	<i>Poaceae</i>	* <i>Helictotrichon argaeum</i> (Boiss.) Parsa	Erceyulaf	2	3,45	3,90	0,08
4	<i>Poaceae</i>	<i>Nardus stricta</i> L.	Kıl otu	3	0,70	0,95	0,03
			<b>Toplam</b>		<b>9,88</b>	<b>12,90</b>	<b>0,48</b>
<b>FABACEAE</b>							
1	<i>Fabaceae</i>	<i>Trifolium canescens</i> Willd.	Sarı üçgül	7	8,70	10,97	0,77
2	<i>Fabaceae</i>	<i>Trifolium repens</i> L. var. <i>repens</i>	Ak üçgül	8	5,80	6,35	0,51

3	<i>Fabaceae</i>	<i>Vicia canescens</i> Labill. subsp. <i>variegata</i> (Willd.) P.H.Davis	Alaca fiğ	5	4,85	5,90	0,30
4	<i>Fabaceae</i>	<i>Coronilla coronata</i> L.	Burçak	-1	4,50	5,02	-0,05
<b>Toplam</b>					<b>23,85</b>	<b>28,24</b>	<b>1,52</b>
<b>DİĞER FAMILİYALAR</b>							
1	<i>Asteraceae</i>	<i>Achillea setacea</i> Waldst. & Kit.	Ayvabala	0	1,25	1,40	0,00
2	<i>Asteraceae</i>	<i>Crepis paludosa</i> (L.) Moench	Sukiskısı	1	1,30	1,45	0,01
3	<i>Asteraceae</i>	* <i>Psephellus appendicigerus</i> (K.Koch) Wagenitz	Ovit tülübaşı	0	0,90	1,00	0,00
4	<i>Apiaceae</i>	<i>Carum meifolium</i> (M.Bieb.) Boiss.	Bağdanaz	0	1,85	2,05	0,00
5	<i>Apiaceae</i>	<i>Seseli libanotis</i> Koch	Dağ havucu	0	0,75	0,95	0,00
6	<i>Apiaceae</i>	<i>Chaerophyllum astrantiae</i> Boiss. & Balansa ex Boiss.	Yılandokotu	2	0,92	0,97	0,02
7	<i>Brassicaceae</i>	<i>Draba huetii</i> Boiss.	Çayır dolaması	0	0,95	1,10	0,00
8	<i>Campanulaceae</i>	<i>Campanula rapunculus</i> L. subsp. <i>rapunculus</i>	Firenk salatası	0	0,52	0,65	0,00
9	<i>Caprifoliaceae</i>	<i>Scabiosa caucasica</i> M.Bieb.	Zarifuyuz otu	2	0,43	0,45	0,01
10	<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Cerastium purpurascens</i> Adams	Alacaboynuz otu	3	0,45	0,47	0,01
11	<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke var. <i>vulgaris</i>	Ecibücü	1	0,71	1,47	0,01
12	<i>Crassulaceae</i>	<i>Sedum album</i> L.	Çoban kavurgası	0	0,91	1,03	0,00
13	<i>Cyperaceae</i>	<i>Carex atrata</i> L. subsp. <i>aterrima</i> (Hoppe) Hartm.	Gecesaparnası	1	0,65	0,75	0,01
14	<i>Gentianaceae</i>	<i>Gentiana septemfida</i> Pall.	Yedigentian	4	1,70	2,31	0,09
15	<i>Geraniaceae</i>	<i>Geranium platypetalum</i> Fisch. & C.A.Mey.	Korutırı	2	2,70	2,80	0,06
16	<i>Geraniaceae</i>	* <i>Geranium ponticum</i> (P.H.Davis & J.Roberts) Aedo	Yaylatırı	2	0,55	0,75	0,02
17	<i>Lamiaceae</i>	<i>Ajuga orientalis</i> L.	Dağmayasılı	0	1,30	1,30	0,00
18	<i>Lamiaceae</i>	<i>Stachys macrantha</i> (K.Koch) Stearn	Koca soğulcan	2	6,95	8,95	0,18
19	<i>Lamiaceae</i>	<i>Thymus longicaulis</i> C.presl subsp. <i>longicaulis</i>	Aşkekiği	3	0,50	0,75	0,02
20	<i>Orobanchaceae</i>	<i>Pedicularis condensata</i> M.Bieb.	Kırkbitotu	-1	0,67	1,10	-0,01
21	<i>Orobanchaceae</i>	<i>Pedicularis wilhelmsiana</i> Fisch. ex M.Bieb.	Teleklibit otu	-1	0,69	1,11	-0,01
22	<i>Plantaginaceae</i>	<i>Veronica gentianoides</i> Vahl subsp. <i>gentianoides</i>	Kandil çiçeği	1	0,75	0,95	0,01
23	<i>Polygonaceae</i>	<i>Polygonum bistorta</i> L.	Çimeneveleği	1	4,31	5,60	0,06
24	<i>Polygonaceae</i>	<i>Rumex alpinus</i> L.	Şortah	0	0,65	0,75	0,00
25	<i>Primulaceae</i>	<i>Primula auriculata</i> Lam.,Tabl.	Felç otu	3	0,58	1,10	0,03
26	<i>Ranunculaceae</i>	<i>Ranunculus brachylobus</i> Boiss. & Hohen.	Şellebung	1	4,03	5,20	0,05
27	<i>Ranunculaceae</i>	<i>Anemone narcissiflora</i> L. subsp. <i>narcissiflora</i>	Mayıs çiçeği	0	0,97	1,40	0,00
28	<i>Rosaceae</i>	<i>Alchemilla retinervis</i> Buser	Damarlıkeltat	0	4,03	6,40	0,00
29	<i>Rosaceae</i>	<i>Potentilla recta</i> L.	Suparmak otu	1	1,70	2,85	0,03
30	<i>Rosaceae</i>	<i>Sibbaldia parviflora</i> Willd. var. <i>parviflora</i>	Fındık otu	1	0,90	0,95	0,01
31	<i>Rubiaceae</i>	<i>Galium album</i> Mill. subsp. <i>prusense</i> (K.Koch) Ehrend. & Krendl	Bursa iplikçiği	2	0,62	0,85	0,02
<b>Toplam</b>					<b>45,19</b>	<b>58,86</b>	<b>0,63</b>
<b>GENEL TOPLAM</b>					<b>78,92</b>	<b>100,00</b>	<b>2,63</b>

\*: Endemik, DS: Değer Sayısı, TKO: Toprağı Kaplama Oranı, BK: Botanik Kompozisyon, MKD: Mera Kalite Derecesi.



şekil 2: Familyaların Toprağı Kaplama ve Botanik Kompozisyon Oranları (%).

## Sonuç

Sonuç olarak yapılan bu çalışmada; 4 *Poaceae*, 4 *Fabaceae* ve 31 tane de diğer familyalardan olmak üzere, toplam 20 familyaya ait 39 takson tespit edilmiştir. Mera bitkilerinin toprağı kaplama oranı % 78.92, toprağı kaplama alanına göre botanik kompozisyonları *Poaceae* % 12.90, *Fabaceae* % 28.24 ve diğer familyalar % 58.86 oranında olduğu belirlenmiştir. Meranın botanik kompozisyonunda bulunan bitkilerden *Poaceae*'den *Poa pratensis* (% 4.30), *Fabaceae*'den *Trifolium canescens* (% 10.97) ve diğer familyalardan *Stachys macrantha* (% 8.95) taksonları ilk sırayı oluşturmaktadır. 2.63 mera kalite derecesi ile meranın durumu “Zayıf” olarak belirlenmiştir. Zayıf olan merayı iyileştirmek amacıyla meraya uygun ıslah yöntemini belirlemeye yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

## Kaynaklar

- Açıkğöz, E. (2001). Yem bitkileri (3. Baskı). Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, Yayın No:182. Vipaş A.ř.:yayın No:58, s.584, Bursa.
- Anonim. (2008). Türkiye'nin çayır ve mera bitkileri. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Yayınları, 468s.
- Anonim. (2018). Rize Mera Alanı. <https://rize.tarim.gov.tr/Menu/13/Ekonomi> (24.09.2019).
- Anonim. (2019). T.C. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Rize İl Müdürlüğü Kayıtları.
- Bakoğlu, A. (1999). Otlatılan ve korunan iki farklı mera kesiminin bazı toprak ve bitki örtüsü özelliklerinin karşılaştırılması. Doktora Tezi. Atatürk Üniv. Fen Bil. Ens. Erzurum, Türkiye, 128s.
- Bakoğlu, A., Baykal, H., Çatal, M.İ. (2019). Handüzü yaylasının botanik kompozisyonu üzerine bir çalışma, Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 7, 1339-1343.
- Bakoğlu, A., Baykal, H., Çatal, M.İ. (2021). Zorkal Yaylasının (İkizdere-RİZE) Mera Özellikleri ve Botanik Kompozisyonunun Belirlenmesi. Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences, 1, 72-76. DOI: 10.35229/jaes.786349

- Baykal, H., Atamov, V. (2016). Floristic diversity in Bashemsin Valley of Kackar Mountains National Park of Rize, Turkey. *Pakistan Journal of Botany*, 48(5), 1871-1876.
- Baykal, H. (2019). Flora of Akyamaç Waterfall Natural Park and environs (Rize/Turkey). *Biological Diversity and Conservation*, 12, 128-137.
- Baykal, H., Atamov, V., Yüksek, T. (2018). Flora of Tunca Valley Natural Park and environs (Ardeşen-Rize/Turkey)". *Biological Diversity and Conservation*, 11, 6-24.
- Baykal, H., Çatal, M.İ., Bakoğlu, A. (2020). Çamlıhemşin-Palovit yaylasının botanik kompozisyonu üzerine bir araştırma. *Turkish Journal of Forestry*, 21(2), 136-140.
- Çatal, M.İ., Baykal, H., Bakoğlu, A. (2020). Determination of botanical composition of Çamlıhemşin Trovit plateau. *Eurasian Journal of Forest Science*, 8(3): 181-189. DOI: 10.3195/ejefs.726529
- Çatal, M.İ., Baykal, H., Bakoğlu, A. (2019). Ovit yaylasının (İkizdere-RİZE) botanik kompozisyonunun belirlenmesi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 4, 435-440. DOI: 10.35229/jaes.600149
- Çınar, S., Hatipoğlu, R., Avcı, M., Yücel, C., İnal, İ. (2019). Adana ili Tufanbeyli ilçesi meralarının vejetasyon yapısı üzerine bir araştırma. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(1), 143-152. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.448421
- Davis, P.H. (1965-1985). *Flora of Turkey and The East Aegean Islands*, Vol. 1-9, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Davis, P.H., Mill, R.R., Tan, K. (1988). *Flora of Turkey and The East Aegean Islands*, Vol. 10, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- De Vries, D.M., De Boer, T.A., Dirver, J.P.P. (1951). Evaluation of grassland by botanical research in the Netherlands. In *Proc. United National Sci. Conf. on the Conservation and Utilization of Resources*, 6, 522-524.
- Erik, S., Guner, A., Yıldırım, Ş., Sümbül, H. (1996). *Tohumlu bitkiler sistematigi laboratuvar kılavuzu*. Literature Yayınları, Ankara.
- Gökkuş, A. (1991). Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri çayır mer'a yem bitkileri ve hayvancılığı geliştirme projesi eğitim semineri 20-22 Şubat 1991. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Tarım İl Müdürlüğü.
- Gökkuş, A., Koç, A., Çomaklı, B. (1993). Çayır-mera uygulama kılavuzu. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No:142, A.Ü. Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M. T. (ed.). (2012). *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., Başer, K.H.C. (2000). *Flora of Turkey*. Vol. 11. Edinburgh: University Press.
- Tosun, F. (1968). Doğu Anadolu kıraç meralarının ıslahında uygulanabilecek teknik metodların tesbiti üzerine bir araştırma. *Zirai Araştırma Enstitüsü Araştırma Bülteni* No: 29, Ankara.

Dergiye başvuru tarihi: 01.04.2021

Yayınlanmaya kabul edilme tarihi: 22.06.2021



## Kısıntılı sulama ve potasyum gübrelemesinin, mısırdaki klorofil konsantrasyonu ve membran permeabilitesine etkisi<sup>1</sup>

Meryem KUZUCU 

*Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Kilis.*

Sorumlu yazar: [mkuzucu@kilis.edu.tr](mailto:mkuzucu@kilis.edu.tr)

### Özet

Sera koşullarında saksı denemesi olarak yürütülen bu çalışmada, su stresinde yetiştirilen mısır bitkisine farklı dozlarda verilen potasyum gübresinin, klorofil oluşumu, membran permeabilitesinin bitkiler üzerine etkileri incelenmiştir. Denemede bitkilere saksı kapasitesine göre belirlenen üç farklı düzeyde (S<sub>1</sub>:%100 tam sulama, S<sub>2</sub>:%75 sulama(%25 kısıntılı), S<sub>3</sub>:%50 sulama(%50kısıntılı)) sulama suyu uygulanmış ve üç farklı düzeyde potasyum gübresi (K<sub>1</sub>:0ppm K, K<sub>2</sub>:100ppm K, K<sub>3</sub>:200ppm K) verilmiştir. Tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Uygulanan sulama suyu miktarı azaldıkça bitki bünyesinde klorofil oluşumu azalmış, uygulanan potasyum miktarı arttıkça, klorofil konsantrasyonu artış göstermiştir. Klorofil-a miktarı değerlerinin 1058–985 mg/kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği görülmüştür. Klorofil-b miktarı değerlerinin 869–310 mg/kg<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. En yüksek toplam klorofil verimi 1927mg/kg<sup>-1</sup> ile S<sub>1</sub>K<sub>2</sub> konusunda belirlenmiştir. Membran permeabilitesi değeri, uygulanan sulama suyu miktarı azaldıkça artmış ve uygulanan potasyum miktarı arttıkça azalma göstermiştir. En yüksek membran permeabilitesi değeri % 48,4 ile S<sub>3</sub>K<sub>0</sub> grubundan alınmıştır. Bu uygulamada hücre membranı en yüksek düzeyde zarar görmüştür. En düşük membran permeabilitesi değeri % 24,3 ile S<sub>1</sub>K<sub>2</sub> konusundan elde edilmiştir. Çalışmada, potasyum gübrelemesinin su stresinin olumsuz etkilerini azaltabileceği sonucuna varılmıştır. Kuru koşullarda yapılan potasyum gübrelemesinin bitkide turgoru düzenleyerek, su kaybını ve solmayı önlediği ve kuraklığın etkilerini azalttığı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Potasyum, su stresi, membran geçirgenliği, klorofil konsantrasyonu, mısır.

### Impacts of limited irrigation and potassium fertilization on chlorophyll formation and cell membrane permeability of corn

#### Abstract

The study was designed to carry out as pot experiment conducted to determine the impacts of different potassium fertilizer doses applied to corn grown under water stress on chlorophyll formation, cell membrane permeability. The experiment was designed as randomized blocks with three replications. In this research three different irrigation levels (S<sub>1</sub>:%100 full irrigation, S<sub>2</sub>:%75 (%25 limited irrigation), S<sub>3</sub>:%50 (%50 limited irrigation)) of pot capacity with two different doses (K<sub>1</sub>:0ppm K, K<sub>2</sub>:100ppm K, K<sub>3</sub>:200ppm K) were applied to corn plants. The chlorophyll formation decreased as irrigation water decreased and increased as potassium fertilizer applied increased. It was observed that the chlorophyll-a values has

<sup>1</sup> Bu çalışma yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

changed between 1058–985 mg/kg<sup>-1</sup>. The amount of chlorophyll-b varied has changed between 869-310 mg / kg<sup>-1</sup>. The highest total chlorophyll yield was determined in S<sub>1</sub>K<sub>2</sub> with 1927mg / kg<sup>-1</sup>. Membrane permeability value increased as the amount of irrigation water applied decreased and it decreased as the amount of potassium applied increased. The highest membrane permeability value was obtained from S<sub>3</sub>K<sub>0</sub> group with 48.4%. In this application, the cell membrane has damaged at the highest level. The lowest membrane permeability value was obtained from S<sub>1</sub>K<sub>2</sub> subject with 24.3%. In this study, it was concluded that potassium fertilization can reduce the negative effects of water stress. It has been concluded that potassium fertilization in dry conditions regulates turgor in the plant, prevents dehydration and wilting, and reduces the effects of drought.

**Keywords:** Potassium, water stress, membrane permeability, chlorophyll concentration, corn.

## **Giriş**

Ülkemizin yarı kurak iklim kuşağında bulunması nedeniyle, bitkilerin su ihtiyacı çoğunlukla yağışlarla karşılanamamaktadır. Günümüzde yaşanan iklim değişikliği ve küresel ısınmanın tarıma verdiği zararlı etkiler aşikârdır. Kuru tarım yapılan bölgelerimizde iklim değişikliği ile mücadelede kısıtlı bulunan suyun kontrollü ve faydalı bir şekilde tüketilmesi gerekmektedir. Sulama suyunun gereğinden fazla uygulanması drenaj ve tuzluluk başta olmak üzere birçok soruna sebep olmaktadır. Kullanılabilir suyun yetersiz oluşu ve aşırı sulamaların zararları dikkate alınırca kısıntılı sulama uygulamaları bir gereksinim olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yüzden açık kanal sulamaları yerine sulama suyunu kontrollü kullanmayı gerektiren sulama sistemleri uygulanmaktadır. Su kaynağının yeterli olmadığı durumlarda optimum verimi sağlamak için sulama düzeyi düşürülebilir, sulama sayısı azaltılabilir, sulama araklıları açılabilir (Tülücü,1985). Konya koşullarında nohudun optimum sulama zamanı ve seviyesinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bir çalışmada nohudun çiçeklenme ve bakla dolum dönemleri dikkate alınarak tam ve kısıntılı sulama uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, Konya koşullarında nohudun “çiçeklenme ve bakla dolum” dönemlerinde eksiksiz olarak sulanması gerektiğini göstermiştir. Kısıtlı su kaynakları koşulunda, nohutta destek sulamanın bu iki dönemde de %50 kısıntılı uygulanması, verimde önemli bir artış sağlamıştır (Çıtak ve Topak, 2016). Pamuk bitkisinde yaprak su potansiyeli ve klorofil konsantrasyonu değerlerini belirlemek amacıyla yürütülen çalışma, farklı sulama seviyelerinde (S<sub>100</sub>, S<sub>75</sub>, S<sub>50</sub>, S<sub>0</sub>) 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışma sonucuna göre S<sub>100</sub>, S<sub>75</sub>, S<sub>50</sub>, ve S<sub>0</sub> deneme konularına sırasıyla 887mm, 654mm, 533mm ve 0 mm sulama suyu uygulanmıştır. Sulama öncesi klorofil değerleri; S<sub>100</sub>:31.8-43.5; S<sub>75</sub>:35.4-41.6; S<sub>50</sub>:40-47; S<sub>0</sub>:45.5-53.1 arasında bulunmuştur. Sulama sonrası klorofil değerleri ise: S<sub>100</sub>:35.2-43.9; S<sub>75</sub>:36.1-41; S<sub>50</sub>:40.6-44.3; S<sub>0</sub>:48.2-51.2 olarak bulunmuştur. Sulama konuları dikkate alındığında, yaprak su potansiyeli ve klorofil değerinin, su stresinin kontrolünde ve sulama programlanmasında kullanılabileceği bildirilmiştir (Yazdıç ve Değirmenci, 2018). Sulama programı, bir bitkinin sulama zamanı ve ihtiyaç duyduğu sulama suyu miktarının belirlenmesi olarak tanımlanabilir. Sulama suyu uygulamasına karşı bitki verim duyarlılığının bilinmesi ekonomik sulama stratejilerinin belirlenmesinde kritik öneme sahiptir. Bitkinin su açığı ve bunun bitkide yarattığı stres, evapotranspirasyon ve verim üzerine etkili olan su açığının bitkinin büyüme ve verimini etkileyişi, bitki türüne ve bitkinin büyüme dönemlerine göre farklılık gösterdiği çeşitli çalışmalar sonucunda bildirilmiştir (Doorenbos ve Kassam, 1986). (Abdalla ve Abdelwahab, 1995), (Sangakkara ve ark., 1995) potasyum besin elementinin bitkide su seviyesinin yükselttiğini, hücreler arasında su moleküllerini tutarak, kurak ve olumsuz koşulları düzenlediğini bitki gövde ve köklerinde kuru madde verimini ve ürün verimini arttırdığını bildirmişlerdir. Soğan bitkisine uygulanan amonyum gübresi ile membran permeabilitesi değeri %30, üre ile %27, karışık aminoasit ile %25 ve nitrat uygulamasıyla %27 olarak belirlenmiştir (İnal ve Tarakçıoğlu, 2001).

(Kuzucu, 2019), kuru koşullarda organik gübrelenmenin, bitkide verim artışı sağladığı ve aynı zamanda toprağın fiziksel koşullarını iyileştirdiği ve organik madde miktarını artırdığını bildirmiştir. Biber bitkisine Azot uygulaması malç ve su stresinin değerlendirildiği çalışmada, su stresinin membran permeabilitesini arttırdığı, bitki toprak üstü aksamında N, P, K, Ca ve Mg içeriğini azalttığı belirlenmiştir. Bu çalışmada, malç uygulamaları ile verim ve klorofil konsantrasyonu olumlu etkilenmiş ve su kullanım etkinliği kontrol konusuna göre %12 artmıştır (Kırnak ve ark., 2003).

Kurak ve yarı kurak bölgelerde su be besin elementlerinin kısıntılı oluşu verimi büyük ölçüde etkilemektedir. Özellikle Potasyum bitki bünyesindeki fizyolojik etkilerinden dolayı bitkilerin dayanıklılığını artırdığı bilinmektedir. Ayrıca bitkilerde yaşamsal faaliyetlerde metabolik, fizyolojik ve biyokimyasal olaylarda görev alır ve ürün miktarı ile kalitesini artırır. Bu çalışmada potasyum gübresi ve sulama suyu uygulamasıyla mısır bitkisinde klorofil konsantrasyonu ve membran permeabilitesine olan etkileri incelenmiştir.

### **Materyal ve Yöntem**

Bu çalışma Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi uygulama serasında saksı denemesi olarak yürütülmüştür. Laboratuvar çalışmaları ise Köy Hizmetleri Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü laboratuvarı ve Ziraat Fakültesi laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Bitki materyali olarak RX-788 hibrit at dişi mısır çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada, RX-788 hibrit mısır tohumu, sulama sistemi, gübre materyali olarak; triple süper fosfat, amonyum nitrat ve potasyum sülfat gübreleri materyal olarak kullanılmıştır. Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi araştırma alanından, 0-20 cm derinlikten alınan toprağın bazı analiz sonuçları; pH'sı 7.89, %0.080 tuz, % 1.22 organik madde, tekstürü; % 30.7 kireç, % 21 kum, % 58 kil, % 21 silt içeren killi toprak olduğu belirlenmiştir. Çalışma, tesadüf blokları deneme desenine göre, 2 konulu ve 3 tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. 10 litre kapasiteli saksılar 1:1 oranında karıştırılmış olan toprak ve kum materyali ile doldurulmuştur. 1'e 1'lik saksılar tarla kapasitesine getirilmiştir. Sulama %100(tam sulama) kapasite, %75(%25 kısıntılı sulama) kapasite ve %50(%50kısıntılı sulama) kapasite olarak belirlenmiştir. Gübreleme konuları; kontrol, 100ppm K uygulaması, 200ppm K uygulaması olarak belirlenmiştir. Denemede yer alan 27 adet saksı 3'er grup oluşturacak şekilde düzenlenmiştir. Her bir grupta yer alan 9 adet saksıya kendileri için belirlenen kapasiteye göre sulama suyu uygulanmıştır, Ekimle birlikte mısır tohumlarının çimlenmesi için, her saksıya 100 ppm triple süper fosfat ve 100 ppm amonyum nitrat gübresi eşit bir şekilde verilmiştir. Her saksıya 5'er adet mısır tohumu ekilmiş ve ilk gerçek yapraklar oluşuktan sonra en iyi gelişen üç bitki bırakılmış ve diğer ikisi ise seyreltilmiştir. Bitkilerde yeterli kök sistemi ve toprak üstü aksamı oluşuktan sonra, yaklaşık olarak ekimden iki hafta sonra deneme uygulamaları başlatılmıştır. Saksılar iki günde bir tartılarak, her bir gruptan eksilen sulama suyu miktarı kendi kapasitesine göre, eklenerek tamamlanmıştır. Bitkilerin homojen şartlarda geliştirilmesi amacıyla, her gün aynı saatte saksılar belirli bir sıra izleyerek yerleri değiştirilmiştir. Bu işlemler hasada kadar olan sürede düzenli olarak gerçekleştirilmiştir.

**-Klorofil tayini (mg/kg):** Her bitkiden alınan 1g bitki örneği % 90'lık asetonla muamele edildikten sonra spektrofotometrede 645, 663 ve 750 nm dalga boyu kullanılarak okunmuş ve okunan değerler,

**Klorofil a:**  $1.64 \times (A663) - 2.16 \times (A645)$ ,

**Klorofil b:**  $20.97 \times (A645) - 3.94 \times (A663)$  formüllerine göre hesaplanmıştır. (Strain ve Svec, 1966).

- **Membran permeabilitesi tayini (%)** : Her bitkiden, bir tane genç yaprak örneği alınarak 1cm büyüklüğünde parçalara ayrılmış ve saf su ile çalkalama cihazında, 25°C' de 24 saat çalkalanmıştır. Bu işlem sonucunda EC<sub>1</sub> değeri okunmuş ve örnekler 120°C' de olan etüve alınmış, burada 20 dakika bekledikten sonra, EC<sub>2</sub> değeri okunmuş ve verilen  $\frac{EC_1}{EC_2} \times 100$  formülü ile membran permeabilitesi tespit edilmiştir. (Lutts ve ark.1996).

#### **-Verilerin değerlendirilmesi**

Bu çalışmada, incelenen özelliklere ait elde edilen rakamsal değerler Tesadüf Blokları Deneme desenine göre, TARİST istatistik paket programı kullanılarak analize tabi tutulmuştur. İstatistiksel yönden farklı olan ortalamalar LSD (%5) testine göre gruplandırılmıştır.

### **Bulgular ve Tartışma**

#### **1.1. Klorofil-a Miktarı (mg/kg)**

Su stresinde yetiştirilen mısır bitkisine farklı düzeylerde uygulanan potasyum gübrelemesi sonucu elde edilen ortalama klorofil-a miktarına ilişkin Çizelge 1'den, klorofil a miktarı üzerine; sulama, gübreleme ve sulama gübreleme interaksiyonunun önemli olduğu anlaşılmaktadır. Klorofil a miktarına ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Klorofil-a miktarı değerlerine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar

Gübreleme	Klorofil-a Miktarı Değerleri (mg/kg)		
	Sulama-I (tam sulama)	Sulama-II (%25kısıntılı sulama)	Sulama-III (%50 kısıntılı sulama)
Kontrol(0ppm K)	1018 a	1014 a	985 b
K <sub>1</sub> (100ppm K)	1030 a	1027 ab	1022 b
K <sub>2</sub> (200ppm K)	1058a	1041 b	1030 c

L.S.D. (%5): 6.277

Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında önemli bir farklılık bulunamamıştır.

Çizelge 1'den klorofil-a miktarı değerlerinin 1058-985mg/kg arasında değiştiği, en yüksek ortalama klorofil-a miktarı 1058mg/kg ile S<sub>1</sub>K<sub>2</sub> konusundan elde edildiği, en düşük miktarı ise, 985mg/kg ile S<sub>3</sub>K<sub>0</sub> konusundan elde edilmiştir. Klorofil-a miktarı, en yüksek ortalama verimi %100 sulanan ve en yüksek doz K gübresi uygulanan(S<sub>1</sub>K<sub>2</sub>) konudan elde edilmiştir. Bununla birlikte su stresi oluşturmak amacıyla, %50 sulanan konudan ise en düşük verim elde edilmiştir. Su stresi koşulları S<sub>3</sub>K<sub>0</sub> uygulaması klorofil-a oluşumunu %3.24, S<sub>3</sub>K<sub>1</sub> konusunda %0.77 azaltmıştır. Su stresine maruz bırakılan S<sub>3</sub>K<sub>1</sub> konusu, tam sulanan fakat potasyum gübresi uygulanmayan S<sub>3</sub>K<sub>0</sub> konusuna göre %17 klorofil verimini artırmıştır. Burada kuru koşullarda K gübrelemesinin önemi ortaya çıkmıştır. Potasyumun bitkilerde fizyolojik olayları kontrol ederek, bu olaylara olumlu katkıda bulunan bir besin elementi olduğu bilinmektedir. Potasyumun bitkiler üzerine olan olumlu etkileri de incelenen klorofil a oluşumunda açıkça görülmüştür. Potasyum besin elementinin su kısıntısı uygulamalarında faydalı bir gübreleme olduğu bildirilmiştir Mengel ve Kirkby (1987), Sangakkara ve ark. (1995). Bu çalışmada su stresi koşullarının, klorofil oluşumunu azalttığı belirlenmiştir. Su stresi, tuz stresi ve çevre koşullarından kaynaklanan nedenlerden dolayı, bitkilerin klorofil konsantrasyonunun azaldığı belirtilmektedir Abdalla ve Abdelwahab (1995), Sangakkara ve ark.(1996).



### 1.2. Klorofil-b Miktarı (mg/kg)

Su stresinde yetiştirilen mısır bitkisine farklı düzeylerde uygulanan potasyum gübrelmesi sonucu elde edilen ortalama klorofil-b miktarına ilişkin Çizelge 2 'de görüldüğü gibi klorofil b miktarı üzerine sulama ve potasyum uygulamasının etkileri önemli bulunmuştur. Ayrıca sulama ve gübreleme arasındaki interaksiyonun da önemli bulunduğu görülmektedir. Klorofil b miktarına ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 2 'de görülmektedir.

Çizelge 2. Klorofil-b miktarı değerlerine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar

Gübreleme	Klorofil-b Miktarı Değerleri mg/kg		
	Sulama-I (tam sulama)	Sulama-II (%25kısıntılı sulama)	Sulama-III (%50 kısıntılı sulama)
Kontrol	423a	362b	310c
K <sub>1</sub>	641 a	468 b	412 c
K <sub>2</sub>	869 a	842 b	804 c

LSD (%5): 1.717

Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında önemli bir farklılık bulunamamıştır.

Çizelge 2'den klorofil-b miktarı değerlerinin 869 ile 310mg/kg arasında değiştiği görülmüştür. Araştırmada en yüksek ortalama klorofil b miktarı 869mg/kg ile S<sub>1</sub>K<sub>2</sub> konusundan ve 842mg/kg ile S<sub>2</sub>K<sub>2</sub> konusundan elde edilmiştir. En düşük klorofil b miktarı ise, 310mg/kg ile S<sub>3</sub>K<sub>0</sub> grubundan elde edilmiştir. Klorofil oluşumu üzerine sulamanın önemli bir etkisi olmuştur. En yüksek Klorofil-b ortalama verimi %100 sulanan konudan elde edilmiştir. Bununla birlikte su stresine maruz bırakılan %50 sulanan konuda, su stresinin klorofil-b miktarı üzerine olan olumsuz etkilerinin, potasyum gübrelmesiyle azaltılabileceği, S<sub>3</sub>K<sub>2</sub> konusundan elde edilen yüksek klorofil miktarı ile ortaya çıkarılmıştır. Su stresi kontrolde, verimi %26, K<sub>1</sub> konusunda %35 ve K<sub>2</sub> konusunda ise, %7 azaltmıştır. Su stresindeki K<sub>2</sub> konusu(S<sub>3</sub>K<sub>2</sub>) klorofil veriminde tam sulanan fakat potasyum gübresi uygulanmayan konuya (S<sub>1</sub>K<sub>0</sub>) göre %90 artış sağlamıştır. Su stresi, fotosentezi olumsuz yönde etkilemiş ve klorofil b oluşumunu azaltmıştır. Fotosentezin azalmasıyla, bitkilerin fizyolojik işlevlerinin bozulduğu ve klorofil oluşumunun azaldığı gözlenmiştir. Su stresi, tuz stresi ve çevre koşullarından kaynaklanan nedenlerden dolayı bitkilerin klorofil-b konsantrasyonunun azaldığı bildirilmiştir Mengel ve Kirkby (1987), Abdalla ve Abdelwahab (1995). Potasyumun klorofil-b oluşumu üzerine olan olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir (Sangakkara ve ark., 1995), (Sangakkara ve ark.,1996).

### 3.3.Toplam Klorofil Miktarı (mg/kg)

Çizelge 3'te görüldüğü gibi toplam klorofil miktarı üzerine sulama ve gübreleme uygulamaları önemli bulunmuştur, sulama ve gübreleme arasındaki interaksiyon önemli bulunmuştur. Toplam klorofil miktarına ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar verilmiştir. Çizelge 3'ten görüldüğü gibi toplam klorofil miktarı değerlerinin 1296-1927mg/kg arasında değiştiği görülmüştür. Araştırmada en yüksek toplam klorofil verimleri 1927,6mg/kg ile S<sub>1</sub>K<sub>2</sub> konusundan ve 1883,3mg/kg ile S<sub>2</sub>K<sub>2</sub> konusundan elde edilmiştir.

Çizelge 3. Toplam klorofil miktarı değerlerine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar

Gübreleme	Toplam Klorofil Miktarı Değerleri mg/kg		
	Sulama-I (tam sulama)	Sulama-II (%25kısıntılı sulama)	Sulama-III (%50 kısıntılı sulama)
Kontrol	1441 a	1377 b	1296 c
K <sub>1</sub>	1671 a	1495 b	1434 c
K <sub>2</sub>	1927 a	1883 b	1834 c

LS.D. (%5): 13.141

Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında önemli bir farklılık bulunamamıştır.

En düşük verim ise, 1296mg/kg ile S<sub>3</sub>K<sub>0</sub> grubundan elde edilmiştir. Su stresi kontrolde, verimi %10, K<sub>1</sub> konusunda %14 ve K<sub>2</sub> konusunda ise, %4 azaltmıştır. Su stresindeki S<sub>3</sub>K<sub>2</sub> konusu, tam sulanan fakat potasyum gübresi uygulanmayan S<sub>1</sub>K<sub>0</sub> konusuna göre %27 verim artışı sağlamıştır. En yüksek toplam klorofil miktarı; ortalama verimi %100 sulanan konudan ve aynı zamanda 200ppm potasyum gübresi uygulanan konudan elde edilmiştir. Gübreleme ve sulamanın klorofil oluşumu üzerine ayrı ayrı etkileri olduğu gözlenmiştir. İncelenen bu konu, klorofil-a ve klorofil-b toplamından meydana geldiği için, elde edilen sonuçlar benzerlik göstermiştir. Dolayısıyla, su stresi fotosentez oluşumunu olumsuz etkilediği gibi, toplam klorofil oluşumunu da olumsuz etkilemiştir. Belirli oranlarda uygulanan su kısıntısı, tarımda su tasarrufu sağlarken, verimi de olumsuz etkilemediği sonuçlarına ulaşılmış çalışmalar bulunmaktadır. Çukurova koşullarında, toplam büyüme mevsimi boyunca farklı düzeylerdeki su kısıntısının I. ürün mısır tane verimine ve su kullanım randımanına etkilerini belirlemek amacıyla çalışma yürütülmüştür. Su kısıntısı üzerine yapılmış çalışmada, sulama konuları, her 10 günde bir 120 cm'lik toprak profilinde tüketilen suyun, % 100 (I<sub>100</sub>), % 80(I<sub>80</sub>), % 60 (I<sub>60</sub>), % 40(I<sub>40</sub>), % 20(I<sub>20</sub>), ve % 0'ı (I<sub>0</sub>) uygulanmış ve I<sub>100</sub> deneme konusuna göre % 20 su kısıntısı uygulanan I<sub>80</sub> konusundan alınan verim, istatistiksel olarak I<sub>100</sub> konusundan farklı çıkmamıştır. Bu düzeyden sonra yapılan kısıntılar, verimde önemli azalmalara neden olmuştur (Gençoğlan ve Yazar, 1999).

### 3.4. Membran permeabilitesi (%)

Su stresinde yetiştirilen mısır bitkisine farklı düzeylerde uygulanan potasyum gübrelemesi sonucu elde edilen membran permeabilitesine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4 'te gösterilmiştir.

Çizelge 4'te görüldüğü gibi varyans analiz sonuçlarına göre membran permeabilitesi üzerine sulama ve potasyum uygulamasının etkileri önemli bulunmuştur. Ayrıca sulama ve gübreleme arasında interaksiyon da önemli bulunmuştur. Membran permeabilitesine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 5'te görülmektedir. Çizelge 5.'te görüldüğü gibi membran permeabilitesi değerleri üzerine sulama ve potasyum gübrelemesi arasında önemli fark bulunmuştur. Araştırmada en yüksek ortalama membran permeabilitesi değeri %48,4 ile S<sub>3</sub>K<sub>0</sub> grubundan alınmıştır. Bu grupta hücre membranı en yüksek düzeyde zarar görmüştür. En düşük membran permeabilitesi değeri ise %24.3 ile S<sub>1</sub>K<sub>2</sub> grubundan alınmıştır. Bu grupta ise sulama ve gübrelemenin olumlu etkileri sonucunda hücre membranı zarar görmemiştir denilebilir.

Çizelge 4. Membran permeabilitesine ait varyans analizi sonuçları

Değişim Kaynakları	S.D	Kareler Ortalaması	F Değeri	F (cetvel)	
				0.05	0.01
Tekerrür	2	0.238	0.278	3,630	6.230
Sulama	2	191,926	224.158**	3.630	6.230
Gübre	2	434.915	507.954**	3.630	6.230
A*B	4	24.648	28.788**		4,770
Hata	16	0.856			
Genel	26	52.556			

%D.K : 2.74

\*\*%1 göre göre önemli

\*%5 'e göre önemli

Çizelge 5. Membran permeabilitesine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar

Gübreleme	Membran Permeabilitesine Ait Değerler (%)		
	Sulama-I	Sulama-II	Sulama-III
Kontrol	32.3c	41.6b	48.4a
K <sub>1</sub>	30.6c	34.3ab	39.5a
K <sub>2</sub>	24.3b	26.7b	29.6a

LSD.(%5): 2.207

Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında önemli bir fark bulunamamıştır.

Su stresi kontrol konusunda, membran permeabilitesini %49, K<sub>1</sub> konusunda %29 ve K<sub>2</sub> konusunda ise, %21 artırmıştır. Su stresindeki S<sub>3</sub>K<sub>0</sub> konusu, tam sulanan S<sub>1</sub>K<sub>2</sub> konusuna göre, membran permeabilitesi değeri %99 artış göstermiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi, S<sub>3</sub>K<sub>0</sub> konusunda membran permeabilitesi değeri yüksek bulunmuştur. Burada su stresi koşullarından dolayı hücre membran en yüksek düzeyde zarar görmüştür. Potasyum uygulanan konularda ise, membran permeabilitesi değeri daha düşük bulunmuştur. Su stresi uygulanan fakat aynı zamanda uygulanan potasyum düzeyi en yüksek olan konudan elde edilen membran permeabilitesi değerleri, tam sulanan ve K gübresi uygulanmayan, S<sub>1</sub>K<sub>0</sub> konusundan daha düşük bulunmuştur. (Çakmak, 2003), tuzlu koşullarda yetiştirilen mısır ve sorgum bitkilerine uygulanan bor dozunun artmasıyla birlikte, membran permeabilitesi, Na ve Cl konsantrasyonlarının da arttığı, bor uygulaması sonucunda, bitkilerde K konsantrasyonunda azalma görüldüğü belirlenmiştir. Bu çalışmada, potasyum elementinin su stresinin membran permeabilitesi üzerine yaptığı zararlı etkileri, azalttığı belirlenmiştir. Bitkilerin bazı durumlarda maruz kaldıkları su stresi, tuz stresi ve bazı elementlerin uygulanması sonucu, membran permeabilitesi değerinin arttığı tespit edilmiştir İnal ve Tarakçıoğlu (2001), Alpaslan ve Güneş (2001), Liang ve ark. (2001).

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Kurak ve yarı kurak bölgelerde, bitkiler yeterli suyu temin edemediklerinden dolayı, yeterli düzeyde gelişip istenilen miktarda ürün veremezler. Su stresi, kurak ve yarı kurak bölgelerde

tarımsal üretimi sınırlandıran en önemli faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Çalışmada en yüksek klorofil-a miktarı %100 sulama ve 200ppm K uygulamasından elde edilmiştir. En düşük klorofil-a miktarı ise %50 sulama ve 0ppm K uygulamasından elde edilmiştir. En yüksek hücre zarı geçirgenliği %50 sulama ve 0ppm K uygulamasından elde edilmiştir. En düşük hücre zarı geçirgenliği %100 sulama ve 200 ppm K uygulamasından elde edilmiştir.

Bu araştırmadan elde ettiğimiz bulgular sonucunda, kurak ve yarı kurak bölgeler ile su sıkıntısı yaşanan alanlarda, bitkinin yaşamsal faaliyetini sürdürebilmesi için toprak analizleri sonuçlarına göre belirlenecek miktarlarda, potasyum gübrelemesi önerilebilir. Bünyesinde yeteri kadar potasyuma sahip bitkiler su stresine karşı daha dayanıklıdır. Potasyum, su kullanımını düzenleyen bir bitki besin elementi olduğu için, kurak bölgelerde uygulanması önerilebilir, fakat bu uygulama için topraktaki mevcut potasyum miktarının da dikkate alınması unutulmamalıdır. Ayrıca, bitkiye verilen sulama suyundan, bitkinin çeşidi ve bölgenin iklim koşulları da dikkate alınarak, bitkinin yaşamsal fonksiyonları takip edilerek, belirli oranlarda kısıtlama yapılması önerilebilir. Su kaynaklarının korunması ve devamlılığının sağlanabilmesi amacıyla, kısıntılı sulama programlarının uygulanması ve su stresine dayanıklı çeşitlerin geliştirmesi ve bu çeşitlere uygun sulama olanaklarının belirlenmesi, bu bölgeler için büyük önem taşımaktadır. Bu uygulama ile daha fazla alanın sulama olanağı artacaktır. Aynı zamanda aşırı sulamalar ile meydana gelen, topraklarda tuzluluk, çoraklaşma ve erozyon gibi olumsuz etkiler, azaltılmış olacaktır.

#### **Kaynaklar**

- Abdalla, M.H. and Abdelwahab, M.H. 1995. Response of Nitrogen Fixation, Nodule Activities and Growth of Potassium Supply in Water Stressed Broadbean. *Journal of Plant Nutrition* 18: 1391-1402.
- Alpaslan, M. ve Güneş, A. 2001. Interactive Effects of Boron Salinity Stress on the Growth Membrane Permeability and Mineral Composition of Tomato and Cucumber. *Plants. Journal of Plant and Soil*. 236: 123-128.
- Çakmak, İ. 2003. Response of Maize and Sorghum to Excess Boron and Salinity. *Journal of Biologia Plantar-Um*. 47 (2): 313-316.
- Çıtak, G. ve Topak R. 2016. Farklı Sulama Programları Uygulamasının Nohutta Verim ve Kaliteye Etkisi. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 3(2): 298-303.
- Doorenbos, J., and Kassam, A.H., 1986. Yield Response to Water. *FAO Irrigation and Drainage No: 33*.
- Gençoğlan, C. ve Yazar, A. 1999. Kısıntılı Su Uygulamalarının Mısır Verimine ve Su Kullanım Randımanına Etkileri. *Journal of Agriculture and Forestry* 23 (1999) 233-241 © Tübitak
- İnal A. ve Tarakçıoğlu, C, 2001. Effects of Nitrogen Forms on Growth, Nitrate Accumulation Membrane Permeability and Nitrogen use Efficiency of Hydroponically Grown Bunch Onion under Boron Deficiency and Toxicity. *Journal of Plant Vol:24 (10): 1521-1534*.
- Kırnak, H. Kaya, C, Higgs, D, and Taş, İ. 2003, Responses of Drip Irrigated Bell Pepper to Water Stress and Different Nitrogen Levels with or without Mulch Cover. *Journal of Plant Nutrition*. 26 (2): 263-277.
- Kuzucu, M. 2019. Effects of Organic Fertilizer Application on Yield, Soil Organic Matter and Porosity on Kilis Oil Olive Variety under Arid Conditions. [Eurasian Journal of Forest Science](#) 2019 7(1): 77-83. 10.31195/ejefs.511098.

Liang, Y., Chaoguang, Y., and Honghao, S., 2001. Effects of on Growth and Mineral Composition of Barely Grown under Toxic Levels of Aluminium. *Journal of Plant Nutrition*. Vol:24 (2): 229-243.

Lutts, S., Kinet, J.M. and Bouharmont, J. 1995. Changes in Plant Response to NaCl During Development of Rice (*Oryza Sativa* L.) Varieties Differing in Salinity Resistance. *J.Exp. Bot.* Vol:46. 1843-1852.

Mengel, K, and Kirkby, E.A. 1987. *Principles of Plant Nutrition*. Intemational Potash Institute. Berne . Switzerland. 427-454.

Sangakkara U.R., Hartwig, U.A., and Nösberger, J. 1995. Growth and Nitrogenfixation of *Phaseolus Vulgaris* as Effected by Temperature, Soil Moisture and Fertilizer Potassium, Nuclear Techniques İn Soil Plant Studies For Sustainable Agriculture And Environmental Preservation International Atomic Energy Authority. Austria. 263-272.

Sangakkara, U.R., Hartwig, U.A. and Nösberger, J. 1996. Response of Root Branching and Shoot Water Potentials of French Beans to Soil Moisture and Fertilizer Potassium- *J. Agronomy and Crop Science*.Vol:177: 165-173.

Strain, H.H. and Svec, W.A., 1966. Extraction Separation, Estimation and Isolation of Chlorophylls. in: Vernon, L.P., And Seely, Gr., (Eds.), *The Chlorophylls*. Academic Press, New York, Pp. 21460

Tülücü, K. 1985. Tanımsal Sulamada Kısıntılı Sulama Uygulaması. Su Üretim Fonksiyonu Kavramı ve Kaynakların En İyi Kullanımı. *Doğa Bilim Dergisi*. 9 132-142.

Yazdıç, M. ve Değirmenci H. 2018. Pamukta Farklı Sulama Seviyelerinin Yaprak Su Potansiyeli ve Klorofil Değerine Etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi Cilt 21, Sayı 4*. Sf: 511-519.

Dergiye başvuru tarihi: 07.04.2021

Yayınlanmaya kabul edilme tarihi: 22.06.2021