



# ANADOLU ORMAN ARAŞTIRMALARI DERGİSİ

ANATOLIAN JOURNAL OF  
FOREST RESEARCH

ISSN 1309-856X

EISSN 2564-7660



Cilt 6 No:2 Aralık 2020

Vol: 6 Issue: 2 December 2020



**Anadolu Orman  
Araştırmaları  
Dergisi**



**Anatolian Journal  
of Forest  
Research**

**ISSN: 1309-856X  
E-ISSN: 2564-7660**

**Cilt: 6 No: 2 Aralık 2020**

**Vol: 6 Issue: 2 December 2020**

**Danışma Kurulu / Advisory Board**

Prof. Dr. Abdullah Emin AKAY	Bursa Teknik Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Ahmet YEŞİL	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa	TÜRKİYE
Doç. Dr. Akif KETEN	Düzce Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Atakan ÖZTÜRK	Artvin Çoruh Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU	Artvin Çoruh Üniversitesi	TÜRKİYE
Assist. Prof. Dr. Carlos A. GONZALES-BENECKE	Oregon State University	A.B.D.
Prof. Dr. Ceyhun GÖL	Çankırı Karatekin Üniversitesi	TÜRKİYE
Dr. Erjon MUHARREMAJ	University of Tirana	ARNAVUTLUK
Prof. Dr. Ertuğrul BİLGİLİ	Karadeniz Teknik Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Fahrettin TILKİ	Artvin Çoruh Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Hakkı YAVUZ	Karadeniz Teknik Üniversitesi	TÜRKİYE
Doç. Dr. Halil Barış ÖZEL	Bartın Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. İbrahim ÖZDEMİR	Süleyman Demirel Üniversitesi	TÜRKİYE
Doç. Dr. İlker ERCANLI	Çankırı Karatekin Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Melih BOYDAK	Işık Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Murat DEMİR	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa	TÜRKİYE
Prof. Dr. Mustafa Fehmi TÜRKER	Karadeniz Teknik Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Ömer KARA	Karadeniz Teknik Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Ömer KÜÇÜK	Kastamonu Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Ramazan ÖZÇELİK	Süleyman Demirel Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Rasoul YUSEFPOUR	University of Freiburg	ALMANYA
Prof. Dr. Sabri ÜNAL	Kastamonu Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU	Karadeniz Teknik Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Serdar CARUS	Süleyman Demirel Üniversitesi	TÜRKİYE
Dr. Öğr. Üyesi Seyran PALABAŞ UZUN	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Sezgin AYAN	Kastamonu Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Sezgin ÖZDEN	Çankırı Karatekin Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Steve WOODWARD	University of Aberdeen	İNGİLTERE
Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ	Kastamonu Üniversitesi	TÜRKİYE
Prof. Dr. Timothy RANDHIR	University of Massachusetts	A.B.D.
Prof. Dr. Tolga ÖZTÜRK	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa	TÜRKİYE
Prof. Dr. Ünal AKKEMİK	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa	TÜRKİYE
Okutman Vitalie GULCA	State Agricultural University of Moldova	MOLDOVA
Prof. Dr. Yusuf SERENGİL	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa	TÜRKİYE

**Anadolu Orman  
Araştırmaları  
Dergisi**



**Anatolian Journal  
of Forest  
Research**

**ISSN: 1309-856X  
E-ISSN: 2564-7660**

**Cilt: 6 No: 2 Aralık 2020**

**Vol: 6 Issue: 2 December 2020**

**Editör Kurulu / Board of Editors**

**Doç. Dr. Meriç ÇAKIR / Assoc. Prof. Dr. Meriç ÇAKIR**  
Editör / Editor

Assist. Prof. Dr. Carlos A. GONZALES-BENECKE	Oregon State University	U.S.A.
Prof. Dr. Ceyhun GÖL	Çankırı Karatekin Üniversitesi	Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi Ebru GÜL	Çankırı Karatekin Üniversitesi	Türkiye
Doç. Dr. Ender BUĞDAY	Çankırı Karatekin Üniversitesi	Türkiye
Dr. Erjon MUHARREMAJ	University of Tirana	Albania
Doç. Dr. İlker ERCANLI	Çankırı Karatekin Üniversitesi	Türkiye
Prof. Dr. M. Nuri ÖNER	Çankırı Karatekin Üniversitesi	Türkiye
Prof. Dr. Nazan KUTER	Çankırı Karatekin Üniversitesi	Türkiye
Assist. Prof. Dr. Rasoul YUSEFPOUR	University of Freiburg	Germany
Prof. Dr. Sedat KELEŞ	Çankırı Karatekin Üniversitesi	Türkiye
Doç. Dr. Serhat URSAVAŞ	Çankırı Karatekin Üniversitesi	Türkiye
Prof. Dr. Steve WOODWARD	University of Aberdeen	U.K.
Assoc. Prof. Dr. Timothy O. RANDHIR	University of Massachusetts	U.S.A.
Doç. Dr. Üstüner BİR BEN	Çankırı Karatekin Üniversitesi	Türkiye
Lecturer Vitalie GULCA	State Agricultural University of Moldova	Moldova
Dr. Öğr. Üyesi Yalçın KONDUR	Çankırı Karatekin Üniversitesi	Türkiye

**Dizgi Sorumlusu & Kapak Tasarımı / Compositor & Cover Design**

Dr. Öğr. Üyesi Yalçın KONDUR

Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Dekanlığı 18200 Çankırı / TÜRKİYE  
Tel: +90 376 212 2757 Fax: +90 376 213 6983

**Bu dergi yılda iki defa yayınlanır / This journal is published twice a year**

Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, Çankırı Karatekin Üniversitesi'nin 24.03.2010 tarih ve 11/3 sayılı kararı Yönetim Kurulu kararı uyarınca HAKEMLİ DERGİ olarak yayımlanmaktadır.

Anatolian Journal of Forest Research has been published as REFEREED JOURNAL according to 03/24/2010 dated and 11/3 numbered decision of the Administrative Board of Çankırı Karatekin University

**Abstracted and indexed in: / Aşağıdaki kaynaklar tarafından indekslenmektedir:  
SOBIAD, DRJI, Google Scholar**



## İÇİNDEKİLER / CONTENTS

⇒ Ormandan Step Kuşığına Geçiş Bölgesinin Bitki Çeşitliliğine Etki Eden Faktörler	
⇒ Factors Affecting Plant Diversity in the Forest-Steppe Transitional Zone	47
<b><i>Figen ÇAKIR</i></b>	
⇒ Macro and Trace Element Levels of Green Algae <i>Codium fragile</i> (Suringar) Hariot 1889 from Dardanelles (Çanakkale/Turkey)	
⇒ Yeşil Alg <i>Codium fragile</i> (Suringar) Hariot 1889 (Çanakkale/Türkiye)'in Makro ve İz Element Düzeyleri	55
<b><i>Hatice Banu KESKİNKAYA, Numan Emre GÜMÜŞ, Baran AŞIKKUTLU, Cengiz AKKÖZ, Emine Şükran OKUDAN, Serdar KARAKURT</i></b>	
⇒ Preparation of Ecofriendly Offset Printing Ink Varnish with Safflower Oil and <i>Pinus pinaster</i> Resin and Printability	
⇒ Aspir Yapı ve Sahil Çamı Reçinesi ile Çevre Dosyu Ofset Baskı Mürekkebi Hazırlanması ve Basılabilirliği	62
<b><i>Pelin HAYTA, Mehmet OKTAV, Özlem ATEŞ DURU, Zafer ÖZOMAY</i></b>	
⇒ Orta Karadeniz Bölgesinde Tütün Ekim Alanlarının Karbon Depolama Potansiyeli ve Bitki Beslenme Durumlarının Mesafeye Bağlı Değişkenliği	
⇒ Spatial Variability of Carbon Storage Potential and Plant Nutrition Status of Tobacco Planting Areas in the Central Black Sea Region	68
<b><i>Elif GÜNAL, Nurullah ACİR, Hikmet GÜNAL</i></b>	
⇒ Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanında Humus Formlarının Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi	
⇒ Determination and Evaluation of Humus Forms in Çankırı Karatekin University, Faculty of Forestry Research and Application Forest	82
<b><i>Meriç ÇAKIR, Figen ÇAKIR, Halil İbrahim YALÇINTEKİN</i></b>	
⇒ Ardıç Kozalağının Türkiye'deki Hasat Miktarları ve Etnobotanik Kullanımı	
⇒ Harvest Quantities and Ethnobotanical Uses of Juniper Cones in Turkey	91
<b><i>Simge ÇİZGEN TAN, Gamze TUTTU, Serhat URSAVAŞ</i></b>	

## Ormandan Step Kuşağına Geçiş Bölgesinin Bitki Çeşitliliğine Etki Eden Faktörler

Figen Çakır\*<sup>ID</sup>

Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Silvikültür Anabilim Dalı, Çankırı, Türkiye

### Araştırma Makalesi

#### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 10 Kasım 2020

Kabul Tarihi : 18 Aralık 2020

\*Sorumlu yazar:

figencakir@karatekin.edu.tr

#### ÖZ

Kurak ve yarıkurak alanlarda nem yetersizliğinden kaynaklanan orman-step sınırı oluşmaktadır. Orman ile step arasında geçiş zonu olarak adlandırılan alanlar, hem orman hem de step özellikleri gösteren ekosistemlerdir. Çalışma kapsamında Çankırı iline bağlı Yapraklı ve Sarıkaya ilçelerinde, 3 adet transekt üzerinde 27 örnek alan alınmıştır. Araştırma alanı, kümeleme ve eğrisel uyum analizi sonucunda bitki türü içeriği bakımından orman, geçiş kuşağı ve step olarak üçe ayrılmıştır. Çeşitlilik indis değerleri en düşük orman alanlarında, en yüksek step formasyonuna dâhil alanlarda bulunmuştur. Ayrıca yapılan korelasyon analizine göre; bitki tür çeşitliliği ile yükselti ve meşcere kapalılığı arasında negatif, eğim ile pozitif korelasyon olduğu bulunmuştur. Sonuç olarak ormandan stebe geçiş zonunun bitki tür çeşitliliği; orman alanlarına göre yüksek, step alanlarına göre düşüktür. Bu durum araştırma alanındaki geçiş zonunun antropojen etkiler ile oluştuğunu ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Step, tür çeşitliliği, kümeleme, DCA, Shannon.

### Factors Affecting Plant Diversity in the Forest-Steppe Transitional Zone

#### ABSTRACT

A forest-steppe boundary is formed in arid and semi-arid areas due to lack of moisture. The areas between the forest and the steppe ecosystem are called transition zones and they are ecosystems with both forest and steppe characteristics. The study was conducted in Yapraklı and Sarıkaya districts of Çankırı province by monthly vegetation samples. As a result of the cluster and Detrended Corresponding Analyses, the study area was divided into three as forest, transition zone, and steppe in terms of plant species composition. Diversity index values were the lowest in forest areas and the highest in steppe formation. Besides, according to the correlation analysis, a negative correlation was found between plant species diversity with elevation and canopy closure, while a positive correlation with slope was found.

**Key Words:** Steppe, species diversity, cluster, DCA, Shannon.

#### 1. Giriş

Ülkemizde kurak ve yarıkurak bölgelerdeki alanlarda nem yetersizliğinden ileri gelen bir orman-step sınırı oluşmaktadır. Orman-step sınırında ormanın birdenbire kesildiği seyrek görülür. Birçok durumda geniş alanlar kaplayan ara biçimler (geçiş

zonları) oluşur. Sözü edilen alanlar tipik bir orman-step geçiş zonu karakterindedir. Orman ile step ekosistemi arasında bulunan ve geçiş zonu olarak adlandırılan bu alanlar hem orman hem de step özellikleri gösterebilen ekosistemlerdir (Clements, 1905; Liu ve ark., 2000).

*Bu makaleye atıf:*

Çakır, F., 2020. Ormandan Step Kuşağına Geçiş Bölgesinin Bitki Çeşitliliğine Etki Eden Faktörler. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi 6(2): 47-54.



This article is licensed under CC BY-NC 4.0

Geçiş zonları biyolojik çeşitlilik açısından önemli olup, ekosistemin çekirdek alanına göre çok daha fazla bitki türünü barındırırlar (Schilthuizen, 2000). Ayrıca lokal (Risser, 1993; Enserink, 1997; Smith ve ark., 1997; Allen ve Breshears, 1998; Loehle, 2000; Goldblum ve Rigg, 2005) ve global (Churkina ve Svirezhev, 1995) değişimlerin göstergesidirler. Geçiş zonları doğal olarak meydana gelebilecekleri gibi, doğal olmayan çeşitli etkiler sonucunda da oluşmuş olabilirler. Özellikle insanların 20.yüzyıl içerisinde artış gösteren olumsuz etkileri; ekosistemlerin parçalanmasına ve bozulmasına neden olmuştur. İnsanoğlu ekosistemleri bozmaya ve parçalamaya devam ettikçe, geçiş zonlarının yapısı ve fonksiyonlarının bilinmesi konusu giderek önem kazanmaktadır (Myser, 2012). Bununla birlikte, doğal ve doğal olmayan geçiş zonları arasında önemli bazı farklılıklar meydana gelmektedir. Doğal geçiş zonları komşu ekosistemlerde bulunmayan kendilerine has özellikler içerirler ve bu özelliklerinden dolayı türleşmede önemli rolleri olduğu gibi birçok tür için de liman görevi yapmaktadırlar (Schilthuizen, 2000). Bunun aksine doğal olmayan süreçler sonucunda hızlı habitat kayıplarına bağlı olarak gelişen, ekosistem parçalanmaları ve bu yol ile oluşan geçiş zonlarında ise biyolojik çeşitlilik azalmakta ve tür çeşitliliğinin miktar ve kalitesi de olumsuz etkilenmektedir (Fahrig, 2003; Farina, 2006).

Bu nedenle yapılan araştırma ile, Çankırı yöresi ormandan step kuşağına geçiş bölgesinin bitki çeşitliliğine etki eden faktörlerin ortaya konulması amaçlanmıştır. Böylece söz konusu alanlardaki mevcut durum tespit edilerek ileride daha detaylı yapılması planlanan ekolojik, bitki sosyolojisi, yaban hayatı, restorasyon, rehabilitasyon ve özel nitelikli bitkilendirme çalışmaları için bir altlık oluşturması amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Çalışma Alanı

Çankırı merkeze 25 km uzaklıkta bulunan araştırma alanı, Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Yapraklı, Merkez ve Sarıkaya Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer almaktadır. Konum itibarıyla 40°50'44"- 40°39'28" kuzey enlemleri ile 33°34'28"- 33°52'33" doğu boylamları arasında bulunmaktadır. İç Anadolu step iklimi ile Batı Karadeniz iklimi arasındaki geçiş bölgesinde yer alan araştırma sahası, yarıkurak mikrotermal yıl boyunca su fazlası yok veya çok az olan ve denizsel iklim etkilerine yakın özellikler gösteren iklim tipine sahiptir (Çakır, 2014).

Araştırma alanı, ülkemizin üç büyük flora alanlarından biri olan İran-Turan flora bölgesinde olup Davis'in kareleme sistemine göre A4 karesi içinde yer almaktadır. Araştırmaya konu olan ormandan stebe geçiş zonlarının bulunduğu alanlarda yer alan türler; Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* J.F.Arnold), Katran Ardıcı (*Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus* L.), Baklagiller (Leguminosae spp.), Kuşburnu (*Rosa canina* L.), Ahlat (*Pyrus elaeagnifolia* Pallas), Alıç (*Crataegus monogyna* L.), Karaçalı (*Paliurus spina-christi* Mill.), Geven türleri (*Astragalus* spp.)'dir (Anonim, 2011-2030).

### 2.2. Vejetasyon Alımı

Araştırma alanında; ormanın önemli kuruluş hatlarının (sıklık, kapalılık, boy, alan bütünlüğü vb.) kaybolmaya başladığı bölgelerden başlayarak, ağaçların tamamen varlığını yitirdiği ve otsu türlerin bulunduğu step alanlarına kadar uzanan 3 adet transekt alınmıştır. Her bir transekt üzerinde 9 örnek alan belirlenerek toplam 27 örnek alanda bitki alımı yapılmıştır. Bitki örneklerinin alınacağı örnek alanların büyüklüğü 400 m<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir (Çakır ve Bozkuş, 2017).

Vejetasyon alımlarında, örnek alanlarda yayılış gösteren otsu ve odunsu bitki türlerinin mümkün olduğunca doğru tespit edilebilmesi, vejetasyon alımının tüm bitki türlerinin olabildiğince iyi tanınabildiği bir zamanda yapılması ile sağlanabilmektedir. Araştırma alanımızda yayılış gösteren ilkbahar geofitleri için nisan ayı sonu, mayıs ayı başı en uygun alım zamanıdır. Ancak bu dönemde odunsu türler henüz yapraklarını tam olarak açmamakta ve yazın yeşil olan türler ise haziran başında yeni gelişmeye başlamaktadırlar. Bu nedenle vejetasyon alımı için nisan, mayıs, haziran, temmuz, ağustos ve eylül aylarının ilk haftalarını kapsayan bir arazi çalışma takvimi oluşturulmuştur.

Araziden toplanarak teşhise hazır hale getirilen bitki örneklerinin teşhisleri Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi ve İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi herbaryumunda yapılmıştır. Taksonların teşhisinde bitkilerin arasındaki morfolojik farklar ve benzerliklerden yararlanılmıştır. Bitki örneklerinin teşhisinde (Davis, 1965-1985; Davis ve ark., 1988), Yaltırık ve Efe (1989), Seçmen ve diğ., (1998) eserleri ile İstanbul ve Düzce Üniversitesi herbaryum örneklerinden yararlanılmıştır.

### 2.3. Verilerin değerlendirilmesi

Tür çeşitliliğinin belirlenmesinde Shannon-Wiener çeşitlilik indisi kullanılmıştır. Her bir örnek alanın taksonomik tür çeşitliliği; Tür zenginliği (S), Simpson ( $\bar{D}$ ), Shannon-Wiener ( $H'$ ) ve Fisher alfa çeşitlilik indislerine göre belirlenmiştir (Shannon ve Weaver, 1949; Simpson, 1949; Whittaker, 1972).

Örnek alanlarda bulunan bitki türlerinin frekans değerleri esas alınarak hesaplanan Shannon Wiener indisinin yetişme ortamı özellikleri ile arasındaki ilişkileri ortaya koymak üzere istatistik değerlendirme yapılmıştır. Bu amaçla, Shannon Wiener tür çeşitliliği indis değerleri ve yetişme ortamı özelliklerine ilişkin veri matrisleri kullanılarak SPSS ortamında basit korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir.

Bitki türlerinin dağılımı itibarıyla örnek alanların gruplandırılması amacıyla hiyerarşik sınıflandırma yöntemlerinden kümeleme analizi (Cluster analysis) kullanılmıştır. Kümeleme analizi gerçekleştirilirken Ward's metodu seçilmiştir (Fontaine ve ark., 2007; Özkan, 2009; Özkan ve Gülsoy, 2010). Kümeleme analizi PC-ORD (Multivariate analysis of ecological data, Version 4.14) paket programı kullanılarak yapılmıştır. Kümeleme analizleri sonucunda elde edilen farklı sayıdaki vejetasyon grupları arasından en uygun dağılımı gösteren ayrımın belirlenebilmesi için PC-ORD programında MRPP (Multi-response permutation procedure) ve PAST programında Oneway ANOSIM analizleri gerçekleştirilmiştir. MRPP ve Oneway Anosim analizleri sonucunda belirlenen en iyi ayrımın indikatör türlerini belirlemek için PC-ORD programında İndikatör Testi (Indicator Species

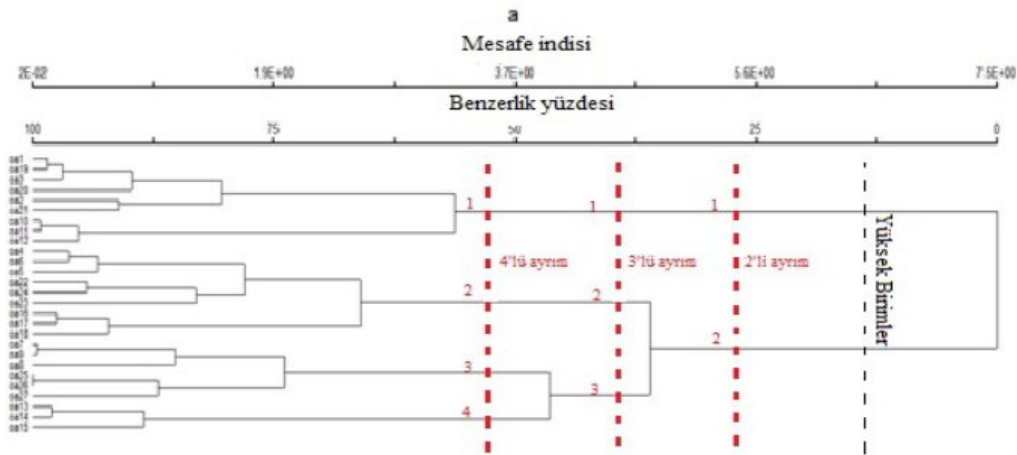
Analysis) uygulanmıştır. Örnek alanların eksenler boyunca dağılımı eğrisel uyum analizi (DCA; Detrended Corresponding Analyses) ile belirlenmiştir.

Bir vejetasyon grubunda bulunmaları bakımından dikkat çeken türlere ayırıcı türler denilmektedir. Ellenberg (1956) ve Braun-Blanquet (1964)'e göre, vejetasyon gruplarında en az %50 oranında bulunan ve diğer birimlerde ya çok az ya da hiç bulunmayan türler ayırıcı türler olarak kabul edilmektedir. Buna göre vejetasyon veri tablosuna göre bir vejetasyon grubunda bulunma değerleri %50'nin üzerinde olan ve diğer 2 grupta bulunmayan veya çok az olan türler ait olduğu grubun ayırıcı türleri; bulunma değeri %80'nin üzerinde olan türler ise tanıtıcı türler olarak belirlenmiştir. Kümeleme analizi ile ayrılan vejetasyon gruplarının gösterge türlerini belirlemek üzere PC-ORD paket programında indikatör tesiti uygulanmıştır. *P* önem seviyesi 0,05'den küçük olan türler ait olduğu grubun gösterge türü olarak belirlenmiştir.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Örnekleme Alanlarının Vejetasyon Grupları

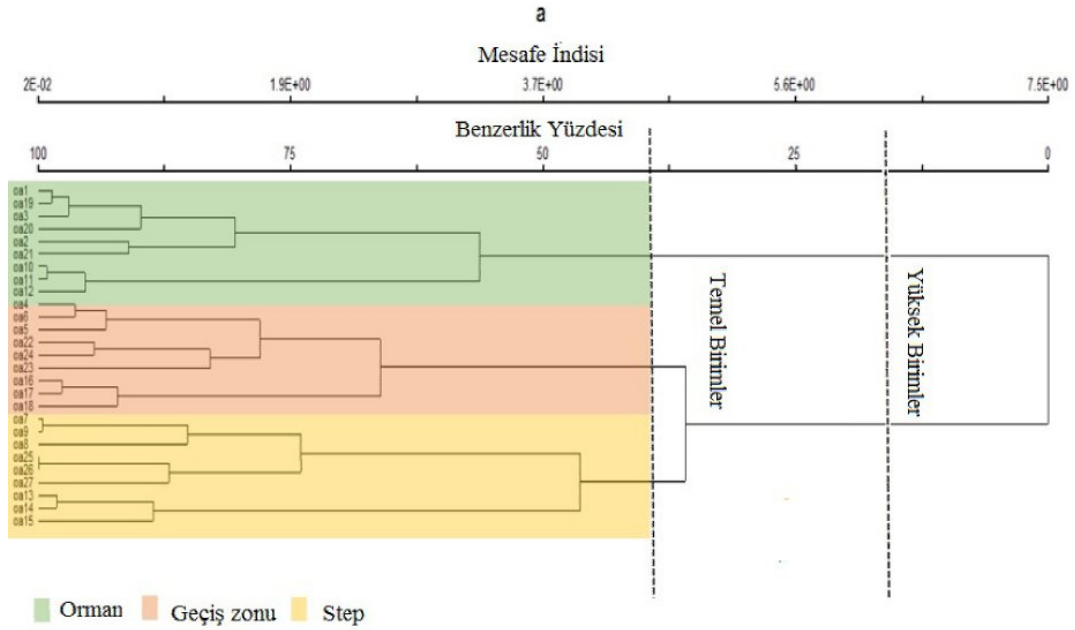
Araştırma alanında yayılış gösteren tüm bitki türlerinin örnek alanlarda bulunup bulunmama esasına göre hazırlanan kategorik vejetasyon veri matrisi kullanılarak yapılan hiyerarşik kümeleme analizi sonucunda elde edilen dendrogram 0'de verilmiştir.



Şekil 1. Kümeleme analizi ayrım grupları dendrogramı

Dendrogramın hangi seviyeden kesileceğini belirlemek üzere yapılan MRPP ve One-Way ANOSIM test sonuçlarına göre en uygun grup sayısının 3'lü ayırıcı ile sağlandığı belirlenmiştir. Üçlü ayırıcıya göre düzenlenmiş ve grupların kapsadığı örnek alanları gösteren hiyerarşik

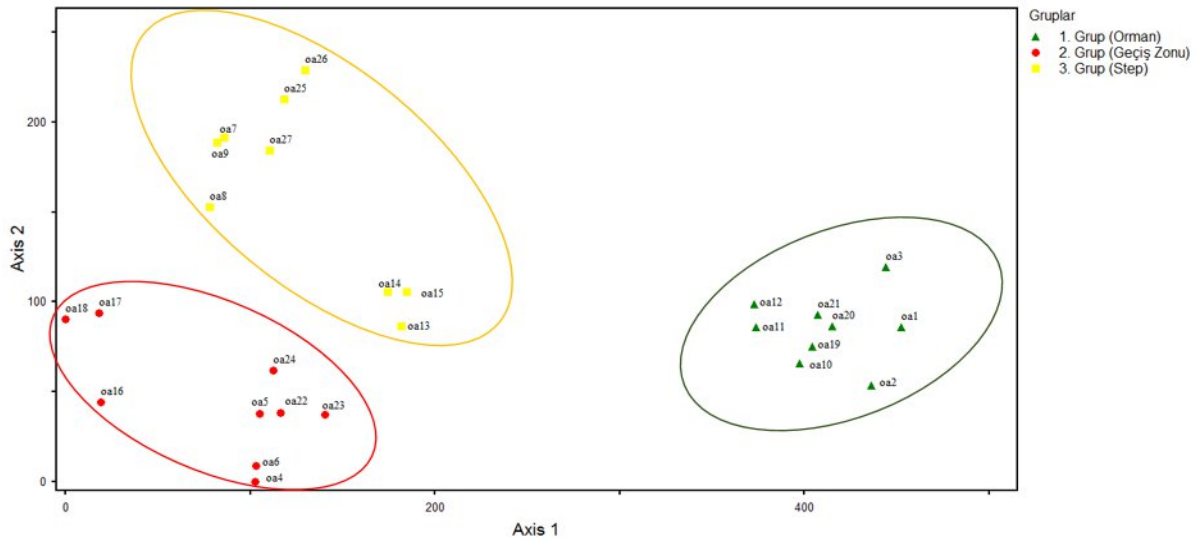
kümeleme analizi dendrogramı 0'de verilmiştir. Burada 1. grup; orman alanlarından örneklenen noktaları, 2. grup; geçiş zonundan örneklenen noktaları, 3. grup ise step ile temas bölgesinden örneklenen noktaları kapsamaktadır.



Şekil 2. Araştırma alanında bulunan tüm türlerin Hiyerarşik kümeleme analizi dendrogramı

Örnek alanların eksenler boyunca dağılımını gösteren eğrisel uyum analizi (DCA; Detrended Corresponding Analyses) sonucunda elde edilen diyagramda bitki türlerinin dağılımı bakımından

dikkate değer farklılıklar tespit edilmiş ve bitki türü içeriği bakımından benzer olan örnek alanlar bir arada kümelmiştir (0).



Şekil 3. Örnek alanların tüm türler veri matrisine uygulanan DCA analizi ile elde edilen diyagram

Diyagramda floristik ve ekolojik olarak benzer özellikler gösteren örnek alanlar bir arada görülmektedir. İlk iki eksen veri setindeki toplam değişimin % 68,4'ünü açıklayabilmektedir. İlk eksenin açıklama payı % 67,9, ikinci eksenin açıklama payı ise % 58,5'dir. Örnek alanların vejetasyon gruplarına göre (orman, geçiş zonu, step) dağılımına bakıldığında orman alanlarına ait bitki türlerini içeren örnek alanlar 1. eksenin sağ tarafına doğru konumlanırken, step ve geçiş zonunu temsil eden örnek alanlar bitki türü içeriği bakımından benzer özellikler gösterdiğinden eksenin sol

tarafında konumlanmış olup geçiş zonunda bulunan örnek alanlar ikinci eksenin üst kısmına doğru dağılım göstermektedir.

### 3.2. Vejetasyon Gruplarının Tanıtıcı ve Göstergeli Türleri

Vejetasyon grubunda bulunma durumları % 50'nin üzerinde olup diğer 2 grupta bulunmayan veya çok az bulunma durumuna göre; *Pinus nigra* subsp. *nigra* var. *caramanica* ve *Sorbus umbellata* orman alanlarında; *Inula montbretiana* ve



*Onobrychis ornata* geçiş zonunda ve *Ajuga chamaepitys* subsp. *chia* var. *chia*, *Leontodon asperimus*, *Plantago lanceolata* ve *Stipa arabica* ise step alanlarında hemen hemen tüm örnek alanlarda görülen ayırıcı türlerdir.

Bulunma durumları % 80 üzerinde olan tanıtıcı türlerden; *Quercus pubescens* orman ve geçiş zonu; *Amygdalus orientalis*, *Astragalus micropterus* ve *Poa bulbosa* step ve geçiş zonu vejetasyon gruplarında bir arada yayılış gösteren tanıtıcı türlerdir. Her üç vejetasyon grubunda birden bulunan tek tür ise *Astragalus anthylloides*'tir.

Kümeleme analizi ayırım gruplarının indikatör testi sonuçlarına göre; orman alanlarında yayılış gösteren *Pinus nigra* subsp. *nigra* var. *caramanica*, *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*, *Digitalis lamarckii* ve *Cotoneaster tomentosus* gösterge değeri en yüksek olan türlerdir. *Inula montbretiana* ve *Centaurea triumfettii* geçiş zonunda; *Stipa arabica*, *Ajuga chamaepitys* subsp. *chia* var. *chia* ve *Leontodon asperimus* ise step alanlarında yayılış gösteren ve gösterge değeri en yüksek olan türlerdir.

### 3.4. Bitkilerin Taksonomik Açıdan Gruplandırılması

Araştırma alanında toplanan bitkilerin teşhisleri sonucunda; 37 familyaya ait 136 cins ve 213 takson tespit edilmiştir. Araştırma alanının orman alanlarında tespit edilen otsu ve odunsu takson sayısı (bitki türü zenginliği) 69, geçiş zonunda tespit edilen takson sayısı 114, step alanlarında tespit edilen takson sayısı ise 134'tür. Buna göre geçiş zonu bitki türü zenginliği; step alanlarına göre % 14 oranında az, orman alanlarına göre ise % 40 oranında daha fazladır.

Araştırma alanında 33 odunsu tür (ağaç, ağaççık, çalı, yarıçalı) saptanmıştır. Bunlar; *Pinus nigra* subsp. *nigra* var. *caramanica*, *Populus tremula*, *Pyrus amygdaliformis* var. *amygdaliformis*, *Pyrus elaeagnifolia*, *Pyrus elaeagnifolia* subsp. *elaagnifolia*, *Pyrus communis*, *Sorbus umbellata*, *Cerasus avium*, *Quercus pubescens*, *Quercus infectoria*, *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*, *Crataegus orientalis*, *Crataegus pseudoheterophylla*, *Rosa canina*, *Berberis crataegina*, *Berberis vulgaris*, *Paliurus spinachristi*, *Genista albida*, *Cotoneaster tomentosus*, *Acantholimon caesareum*, *Acantholimon ulicinum*, *Amygdalus orientalis*, *Astragalus angustifolius*, *Astragalus microcephalus*, *Astragalus micropterus*,

*Convolvulus arvensis*, *Convolvulus holosericeus*, *Echinophora tenuifolia*, *Fumana paphlagonica*, *Prunus* spp., *Polygala anatolica*, *Polygala pruinosa*, *Hippophae rhamnoides*'tir.

Söz konusu odunsu bitki türlerinin %57,5'i step alanlarında, %69,6'sı geçiş zonunda, %54,5'i orman alanlarında yayılış göstermektedir. Görüldüğü gibi odunsu bitki türleri en fazla geçiş zonunda temsil edilmektedir.

Araştırma alanında 35 endemik bitki türü tespit edilmiştir. Bunlar; *Gypsophila parva*, *Minuartia anatolica*, *Astragalus lycius*, *Haplophyllum thesioides*, *Centaurea carduiformis*, *Digitalis lamarckii*, *Tanacetum germanicopolitanum*, *Astragalus anthylloides*, *Astragalus densifolius*, *Marrubium trachyticum*, *Helianthemum nummularium* subsp. *lycaonicum*, *Asperula lilaciflora* subsp. *phrygia*, *Fumana paphlagonica*, *Onobrychis germanicopolitana*, *Campanula lyrata*, *Achillea gypsicola*, *Anchusa leptophylla*, *Euphorbia anacamperos*, *Euphorbia cardiophylla*, *Trifolium pannonicum* subsp. *elongatum*, *Ptilostemon afer*, *Campanula pinnatifida*, *Helichrysum arenarium* subsp. *aucheri*, *Onobrychis ornata*, *Phlomis armeniaca*, *Saponaria prostrata* subsp. *prostrata*, *Astragalus elongatus*, *Jurinea pontica*, *Onosma angustissimum*, *Onosma isauricum*, *Camelina hispida* var. *grandiflora*, *Alyssum paphlagonicum*, *Alyssum pateri* subsp. *pateri*'dir.

Endemizm oranı; step alanlarında %18,7, geçiş zonunda %14,8 ve orman alanlarında ise %10,1 olarak tespit edilmiştir. En çok endemik bitki türü step alanlarında bulunmaktadır.

### 3.5. Bitki Tür Çeşitliliği

Tür çeşitliliğinin belirlenmesinde; örnek alanlarda tespit edilen bitki türlerinin frekans değerleri esas alınarak yapılan Shannon, Simpson ve Fisher alfa çeşitlilik indisleri değerleri 0'de verilmiştir. Taxon ve çeşitlilik indis değerleri incelendiğinde alanlar arasında önemli istatistiksel farklar olduğu görülmüştür ( $P < 0,05$ ). Taxon ve çeşitlilik değerleri en düşük orman alanlarında, en yüksek step formasyonuna dâhil alanlarda bulunmuştur (0). Geçiş zonundan alınan örnek alanların tür çeşitliliği indisi ise step alanlarındakilere yakın olup yüksek değerdedir (0). Geçiş zonundan alınan örnek alanların tür çeşitliliği indisi ise step alanlarındakilere yakın olup yüksek değerdedir.

Çizelge 1. Örnek alanların çeşitlilik indis değerleri (ort±std. hata)

	Taxa	Shannon	Simpson	Fisher
Orman	13,33±0,70a	2,06±0,07a	0,80±0,01a	5,23±0,32a
Geçiş Zonu	16,55±1,13ab	2,35±0,07b	0,85±0,01ab	6,77±0,41ab
Step	17,11±1,08b	2,52±0,07b	0,89±0,01b	7,00±0,62b
P	0,027	0,001	0,003	0,029

Aynı sütundaki aynı harfler istatistiksel fark olmadığını göstermektedir.

Örnek alanlarda bulunan bitki türlerinin Shannon Wiener tür çeşitliliği indisi ile yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkileri ortaya koymak üzere yapılan basit korelasyon analizi sonuçları 0'de verilmiştir. Diyagrama göre yükselti ve meşcere kapalılığı arttıkça örnek alanlardaki bitki tür çeşitliliği azalmaktadır. Bir başka ifadeyle düşük yükseltilerde bulunan step ve geçiş zonunda bitki tür çeşitliliği indisi yüksek değerde iken nispeten daha yüksek rakımlarda bulunan orman alanlarının tür çeşitliliği düşmektedir. Ayrıca bitki çeşitliliği ile eğim arasında pozitif korelasyon bulunurken bakı ile anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Çizelge 2. Tür çeşitliliği (Shannon Wiener) indisi ile yetişme ortamı özellikleri arasındaki korelasyon analizi sonuçları (n=27)

Değişkenler	Korelasyon Katsayısı	Önem Seviyesi
Bakı	0,253	0,202
Yükselti (m)	-0,695**	0,001
Eğim (%)	0,484*	0,011
Kapalılık	-0,670**	0,001

Önem düzeyi \* 0.05-0.01, \*\* 0.01-0.001

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Araştırma kapsamında ormandan stebe geçiş zonunun bitki biyolojik çeşitliliği açısından önemini ortaya koymak üzere bitki tür çeşitliliği belirlenmiştir. Orman ekosistemlerinin ekolojik incelenmesinde bitki tür çeşitliliği birçok çalışmada kullanılmaktadır (Özkan, 2006; Özkan ve Suel, 2008; Işık ve Uğurlu, 2011). Araştırma alanında belirlenen 3 vejetasyon grubunda da bitki tür çeşitliliği (genel olarak  $H' > 2,50$ ) yüksektir. Özkan (2010)'a göre bir ekosistemin biyoçeşitliliği ile sürekliliği ve çevresel faktörlerin olumsuz etkilerine karşı dayanıklılığı arasında önemli ilişkiler bulunmaktadır. Diğer bir ifade ile bir ekosistemdeki canlı çeşitliliği ne kadar fazla ve bunların dağılımı ne kadar düzenli ise o ekosistemin zararlı etkilere karşı olan dayanıklılığı da o kadar yüksektir ve geleceği garanti altındadır.

Farklı ekosistemler arasında kalan geçiş zonları; mevcut bitki tür çeşitliliği ve ekolojik faktörler arasındaki ilişkilerin anlaşılmasında kullanılan ideal sistemlerdir (Speziale ve ark., 2010) ve ekolojik faktörlerin tür çeşitliliği üzerinde önemli etkileri

vardır (Lavers ve Field, 2006). Bir çok çalışmada ekolojik faktörler ile bitki tür çeşitliliği arasındaki ilişkiler araştırılmıştır (Dezseo ve ark., 2004; Fu ve ark., 2004; Medinski ve ark., 2010). Bu bağlamda araştırma sonuçlarına göre bitki tür çeşitliliği ile meşcere kapalılığı ve yükselti arasında negatif, eğim ile pozitif bir korelasyon söz konusudur. Benzer şekilde Wesser ve Armbruster (1991), orman-step geçiş zonunda yapmış oldukları çalışmada bitki tür çeşitliliği ile eğim ve bakı arasında pozitif, toprak nemi ve kapalılık arasında ise negatif etkileşimlerin olduğunu ortaya koymuştur.

Araştırma alanının geçiş zonundan ormana doğru ilerlerken, meşcere kapalılığı arttıkça bitki tür çeşitliliği azalmaktadır. Bunun nedeni boylu odunsu türlerin oluşturduğu kapalılık sonucunda toprak yüzeyine gelen ışığın kırılarak entansitesinin azalmasıdır. Kimmins (1997) bu alanlardaki otsu bitkilerin, meşcere içerisindeki ışık yetersizliği nedeni ile odunsu türler ile rekabet edememeleri nedeniyle, alandan ayrılmaları sonucunda bitki tür çeşitliliğinin azaldığını ifade etmektedir. Ayrıca orman alanlarında sıkça görülen ağaçlandırma uygulamaları da ekosistemlerin yapısı ve fonksiyonları üzerinde; mikroiklim, gölgeleme, üretim, besin döngüsü ve su dengesi gibi değişimleri kapsayan ve doğrudan biyoçeşitliliği etkileyebilen, önemli değişimlere sebep olmaktadır (Elmarsdottir ve diğ., 2008). Orman alanlarında yapılan ağaçlandırmalar tür çeşitliliğini arttırırken (Bremer ve Farley, 2010) kalıntı orman alanlarında yapılan ağaçlandırmalar bitki çeşitliliği ve endemik türlerin varlığını negatif yönde etkilemektedir (Andrés ve Ojeda, 2002). Bu negatif etki, kapalılığın oluşmasıyla başlamakta olup açık alan florasının yerine orman florasının gelmesi (Amici ve diğ., 2012) ve gölge toleransı yüksek olan bitki gruplarının, açık alanda bulunan doğal türlerin yerine geçmesiyle birlikte tür çeşitliliğinin azalmasına neden olmaktadır (Elmarsdottir ve Magnusson, 2007). Ayrıca ağaçlandırma çalışmaları için yapılan toprak işleme, drenaj çalışmaları vb. uygulamalar özellikle kendine özgü tür çeşitliliği barındıran geçiş zonlarında hassas türlerin alandan uzaklaşmasına yol açarak tür çeşitliliğini azaltmaktadır (Buscardo ve diğ., 2008).

Araştırma alanının geçiş zonunda bulunan meşe türleri çalı formunda olup kolektifler halinde

bulunmaktadır. Maestre (2004)'e göre çalı kolektiflerinin boyutu ile tür çeşitliliği arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Kolektif boyutu büyüdükçe toprak besin maddeleri ve mikrobiyal faaliyet artmakta, toprak nemini muhafaza etmekte ve otobur canlılardan da bitkileri korumaktadır (Naeem ve ark., 2009). Çalışma alanının geçiş zonunda da bulunan meşelik alan parçalanmış ve çeşitli boyutlarda kolektifler oluşturmuştur. Kolektifler arasında kalan alanlarda bazı otsu türler bulunmasına rağmen genel olarak çıplak toprak görülmektedir. Meşe kolektiflerinin parçalanması ile kolektifler arasında kalan çıplak toprak miktarı artmakta ve bu da tür çeşitliliğinin azalmasına neden olabilmektedir. Alanda otlatma patikaları gözlemlenmiş olup, bu durum otlatma baskısı olduğunu göstermektedir. Bu da bitki tür çeşitliliğinin azalmasında rolü olan önemli bir etkidir.

Sonuç olarak ormandan stebe geçiş zonu bitki tür çeşitliliği orman alanlarına göre yüksek, step alanlarına göre düşüktür. Bu durum araştırma alanındaki geçiş zonu antropojen etkiler ile oluştuğunu ortaya koymaktadır. Schilthuizen (2000) doğal geçiş zonlarının komşu ekosistemlerde bulunmayan, kendilerine has özellikler içerdiğini ve bu özelliklerinden dolayı türleşmede önemli rolleri olduğu gibi bitişindeki ekosistemlere göre tür çeşitliliğinin daha yüksek olduğunu ifade etmektedir. Bunun aksine doğal olmayan süreçler sonucunda hızlı habitat kayıplarına bağlı olarak gelişen, ekosistem parçalanmaları ve antropojen etkiler ile oluşan geçiş zonlarında ise biyolojik çeşitlilik azalmakta ve tür çeşitliliğinin miktar ve kalitesi de olumsuz etkilenmektedir (Fahrig, 2003; Farina, 2006). Ayrıca geçiş zonlarının şiddetli antropojen etkiler sonucu oluşmuş veya bozulmuş olması durumunda da bu alanlardaki bitki tür çeşitliliğinin komşu ekosistemlere göre daha düşük olabileceği ifade edilmektedir (Van der Maarel, 1990).

### Teşekkür

Bu makale Figen Çakır tarafından, Prof.Dr.Ferhat Bozkuş danışmanlığında, 2014 yılında tamamlanan doktora tezi çalışmasının bazı sonuçlarını içermektedir. Çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Projeler Koordinasyon Birimi (BAP) 17745 numaralı proje ile desteklenmiştir.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Yazar, herhangi bir çıkar çatışması bulunmadığını beyan eder.

### Kaynaklar

- Allen, C.D., Breshears, D.D., 1998. Drought-induced shift of a forest-woodland ecotone: rapid landscape response to climate variation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95, 14839-14842.
- Anonim, 2011-2030. Ankara Orman Bölge Müdürlüğü, Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü, Çankırı Orman İşletme Şefliği Fonksiyonel Amenajman Planı. In, Bolu.
- Braun-Blanquet, J., 1964. *Pflanzensoziologie: grundzüge der vegetationskunde*, Berlin: Akademie-Verlag.
- Churkina, G., Svirezhev, Y., 1995. Dynamics and forms of ecotone of under the impact of climatic change: mathematical approach. *Journal of Biogeography*, 565-569.
- Clements, F.E., 1905. *Research methods in ecology*. University Publishing Company.
- Çakır, F., 2014. Çankırı yöresi ormandan stebe geçiş zonundaki orman kuruluşları ve silvikültürel özellikleri. In, Fenbilimleri Enstitüsü. İstanbul Üniversitesi, İstanbul, p. 172.
- Çakır, F., Bozkuş, F., 2017. Çankırı Yöresi Ormandan Stebe Geçiş Kuşağındaki Meşcere Kuruluş Özellikleri. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 3, 111-121.
- Davis, P., 1965-1985. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 1-9.
- Davis, P.H., Cullen, J., Coode, M.J., 1988. *Flora of Turkey: and the East Aegean Islands.(Supplement)*. Edinburgh University Press.
- Dezseo, N., Chacón, N., Sanoja, E., Picón, G., 2004. Changes in soil properties and vegetation characteristics along a forest-savanna gradient in southern Venezuela. *Forest ecology and management*, 200, 183-193.
- Ellenberg, H., 1956. *Grundlagen der Vegetationsgliederung: T. Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde*. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Enserink, M., 1997. Life on the edge: rainforest margins may spawn species. *Science*, 276, 1791-1792.
- Fahrig, L., 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 487-515.
- Farina, A., 2006. *Principles and methods in landscape ecology: towards a science of the landscape*. Springer.
- Fontaine, M., Aerts, R., Özkan, K., Mert, A., Gülsoy, S., Süel, H., Waelkens, M., Muys, B., 2007. Elevation and exposition rather than soil types determine communities and site suitability in Mediterranean mountain forests of southern Anatolia, Turkey. *Forest ecology and management*, 247, 18-25.
- Fu, B., Liu, S., Ma, K., Zhu, Y., 2004. Relationships between soil characteristics, topography and plant diversity in a heterogeneous deciduous broad-leaved forest near Beijing, China. *Plant and soil*, 261, 47-54.
- Goldblum, D., Rigg, L., 2005. Tree growth response to climate change at the deciduous boreal forest ecotone, Ontario, Canada. *Canadian Journal of Forest Research*, 35, 2709-2718.
- Işık, D., Uğurlu, E., 2011. Bitki komünitelerinde beta çeşitlilik. *Celal Bayar Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 154-171.Manisa.

- Kimmins, J.P., 1997. Forest ecology: a foundation for sustainable management. Prentice-Hall Inc.
- Lavers, C., Field, R., 2006. A resource-based conceptual model of plant diversity that reassesses causality in the productivity–diversity relationship. *Global Ecology and Biogeography*, 15, 213-224.
- Liu, H., Cui, H., Pott, R., Speier, M., 2000. Vegetation of the woodland-steppe transition at the southeastern edge of the Inner Mongolian Plateau. *Journal of Vegetation Science*, 11, 525-532.
- Loehle, C., 2000. Forest ecotone response to climate change: sensitivity to temperature response functional forms. *Canadian Journal of Forest Research*, 30, 1632-1645.
- Maestre, F.T., 2004. On the importance of patch attributes, environmental factors and past human impacts as determinants of perennial plant species richness and diversity in Mediterranean semiarid steppes. *Diversity and Distributions*, 10, 21-29.
- Medinski, T., Mills, A., Esler, K., Schmiedel, U., Jürgens, N., 2010. Do soil properties constrain species richness? Insights from boundary line analysis across several biomes in south western Africa. *Journal of Arid Environments*, 74, 1052-1060.
- Myster, R.W., 2012. Ecotones between forest and grassland. Springer.
- Naeem, S., Bunker, D.E., Hector, A., Loreau, M., Perrings, C., 2009. Biodiversity, ecosystem functioning and human wellbeing. An ecological and economic perspective.
- Özkan, K., 2006. Beyşehir gölü havzası Çarıkсарaylar yetişme ortamı yöreler grubunda fizyografik yetişme ortamı faktörleri ile ağaç ve çalı tür çeşitliliği arasındaki ilişkiler *Journal of Science and Technology*, 7, 157-166.
- Özkan, K., 2009. Environmental factors as influencing vegetation communities in Acipayam district of Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 30.
- Özkan, K., 2010. Küresel iklim değişim senaryoları (Global climate change scenarios). Orman Mühendisleri Odası Yayın Organı, ISSN 1301-3572. Ankara.
- Özkan, K., Gülsoy, S., 2010. Ecological land classification and mapping based on vegetation-environment hierarchical analysis- a case study of Buldan forest district(Turkey). *Polish Journal of Ecology*, 58, 55-67.
- Özkan, K., Suel, H., 2008. Endemic plant species in a karstic canyon (Mediterranean region, Turkey): Relation to relief and vegetation diversity. *Polish Journal of Ecology*, 56, 709-715.
- Risser, P.G., 1993. Ecotones at local to regional scales from around the world. *Ecological Applications*, 3, 367-368.
- Schilthuizen, M., 2000. Ecotone: speciation-prone. *Trends in Ecology & Evolution*, 15, 130-131.
- Seçmen, Ö., Gemici, Y., Görk, G., Bekat, L., Leblebici, E., 1998. Tohumlu bitkiler sistematigi.
- Shannon, C., Weaver, W., 1949. Mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana.
- Simpson, E.H., 1949. Measurement of diversity. *Nature*.
- Smith, T.B., Wayne, R.K., Girman, D.J., Bruford, M.W., 1997. A role for ecotones in generating rainforest biodiversity. *Science*, 276, 1855-1857.
- Speziale, K.L., Ruggiero, A., Ezcurra, C., 2010. Plant species richness–environment relationships across the Subantarctic–Patagonian transition zone. *Journal of biogeography*, 37, 449-464.
- Wesser, S.D., Armbruster, W.S., 1991. Species distribution controls across a forest-steppe transition: a causal model and experimental test. *Ecological Monographs*, 323-342.
- Whittaker, R.H., 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 213-251.
- Yaltrık, F., Efe, A., 1989. Otsu bitkiler sistematigi. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Nielsen, D.R., Wendroth, O., 2003. Spatial and temporal statistics: sampling field soils and their vegetation. Catena Verlag, Germany.
- Rossi, R.E., Mulla, D.J., Journel, A.G., Franz, E.H., 1992. Geostatistical tools for modeling and interpreting ecological spatial dependence. *Ecol. Monogr.* 62, 277-314.
- Schaetzl, R., Anderson, S., 2005. Soils: Genesis and Geomorphology. Cambridge University Press, Cambridge.
- Stein, A., Brouwer, J., Bouma, J., 1997. Methods for Comparing spatial variability patterns of millet yield and soil data. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 61, 861-870.
- Van der Putten, W.H., Bardgett, R.D., Bever, J.D., Bezemer, T.M., Casper, B.B., Fukami, T., Kardol, P., Klironomos, J.N., Kulmatiski, A., Schweitzer, J.A., Suding, K.N., Van de Vooorde, T.F.J., Wardle, D.A., 2013. Plant-soil feedbacks: The past, the present and future challenges. *J. Ecol.* 101, 265–276.
- Webster, R., 2001. Statistics to support soil research and their presentation. *Eur. J. Soil Sci.* 52, 330–340.
- Wei, J.-B., Xiao, D.-N., Zeng, H., Fu, Y.-K., 2008. Spatial variability of soil properties in relation to land use and topography in a typical small watershed of the black soil region, northeastern China. *Environ. Geol.* 53, 1663–1672.
- Wellstein, C., Otte, A., Waldhardt, R., 2007. Impact of site and management on the diversity of central European mesic grassland. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 122, 203–210.
- Xue, W., Bezemer, T.M., Berendse, F., 2019. Soil heterogeneity and plant species diversity in experimental grassland communities: contrasting effects of soil nutrients and pH at different spatial scales. *Plant Soil.*, 442, 497-509.
- Zhao, K., Liu, X., Xu, J., Selim, H.M., 2010. Heavy metal contaminations in a soil-rice system: Identification of spatial dependence in relation to soil properties of paddy fields. *J. Hazard. Mater.*, 181, 778-787.

## Macro and Trace Element Levels of Green Algae *Codium fragile* (Suringar) Hariot 1889 From Dardanelles (Çanakkale/Turkey)

Hatice Banu Kesinkaya\*<sup>1</sup>, Numan Emre Gümüş<sup>2</sup>, Baran Aşıkkutlu<sup>1</sup>,  
Cengiz Akköz<sup>1</sup>, Emine Şükran Okudan<sup>3</sup>, Serdar Karakurt<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Selçuk University, Faculty of Science, Department of Biology, Konya, Turkey

<sup>2</sup> Selçuk University, School of Natural and Applied Sciences, Department of Biology, Konya, Turkey

<sup>3</sup> Akdeniz University, Faculty of Aquaculture, Department of Marine Biology, Antalya, Turkey

<sup>4</sup> Selçuk University, Faculty of Science, Department of Biochemistry, Konya, Turkey

### Original Article

#### ARTICLE INFO

Received: September 22nd, 2020

Accepted : October, 23rd, 2020

\*Corresponding author:

banu.kesinkaya@selcuk.edu.tr

#### ABSTRACT

Heavy metal pollution is one of the important pollution causes for water resources in the world. Algae can be used as an indicator species for the accumulation of heavy metals. Therefore, macro (Na, K, Mg, P, Ca, B) and trace element (Co, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Zn)

values were analyzed by ICP-OES in the species in our study.

In this study, we aimed to determine the element concentrations of *Codium fragile* (Suringar) Hariot 1889 macroalgae collected from Dardanelles (Çanakkale-Turkey) coastal area (40°14'27.03"N 26°32'29.74"E during summer season in 2018. Elemental concentrations of *C. fragile* were determined as following order: Na>Ca>Mg>K>Fe>P>Mn>Pb>B>Zn>Cu>Ni>Cr>Co=Mo=Cd respectively in our study. We also found the Cd, Co and Mo elements below the limit values. In *C. fragile*, macro elements values were higher than the trace elements values. Fe is the most common trace element after macro elements in all algae samples. Fe trace element is followed by Mn and Pb elements.

We think that high metal concentrations in the Dardanelles affect the water quality negatively and may pose a threat to the living creatures living there, and we believe that serious measures should be taken to reduce continuous input in the Dardanelles, which has high shipping and tourism potential.

**Key Words:** Algae, *Codium fragile*, Dardanelles, Elemental composition, Heavy metal.

## Yeşil Alg *Codium fragile* (Suringar) Hariot 1889 (Çanakkale/Türkiye)'in Makro ve İz Element Düzeyleri

### ÖZ

Ağır metal kirliliği, dünyadaki su kaynaklarının önemli kirlilik nedenlerinden biridir. Algler ağır metaller birikimi bakımından indikatör tür olarak kullanılabilir. Bundan dolayı çalışmadaki türümüzde makro (Na, K, Mg, P, Ca, B) ve eser elementlerin (Co, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Zn) değerleri ICP-OES ile analiz edilmiştir.

Çalışmamızda, Çanakkale (Çanakkale-Türkiye) kıyı alanından (40 ° 14'27.03 "K 26 ° 32'29.74" D) 2018 yılı yaz sezonunda toplanan *Codium fragile* (Suringar) Hariot 1889 (Cholorophyta) makroalg örneklerinin elementel konsantrasyonunu belirlemeyi amaçladık. *Codium fragile* elementel konsantrasyonları sırasıyla aşağıdaki gibi belirlenmiştir: Na> Ca> Mg > K> Fe> P> Mn> Pb> B> Zn> Cu> Ni> Cr> Co = Mo = Cd. Ayrıca Cd, Co ve Mo elementlerini sınır değerlerin altında bulduk. *C. fragile* alginde makro elementler eser elementlerden daha fazla

*Citing this article:*

Kesinkaya, H.B., Gümüş, N.E., Aşıkkutlu, B., Akköz, C., Okudan, E.Ş., 2020. Macro and Trace Element Levels of Green Algae *Codium fragile* (Suringar) Hariot 1889 From Dardanelles (Çanakkale/Turkey). *Anatolian Journal of Forest Research* 6(2): 55-61.



This work is licensed under CC BY-NC 4.0

miktarlarda bulunmuştur. Fe, tüm alg örneklerindeki makro elementlerden sonra en yaygın bulunan eser element olarak belirlenmiştir. Fe iz elementini Mn ve Pb elementleri takip etmiştir.

Çanakkale Boğazı'ndaki yüksek metal konsantrasyonlarının su kalitesini olumsuz etkilediğini ve orada yaşayan canlılar için tehdit oluşturabileceğini düşünüyor, denizcilik ve turizm potansiyeli yüksek Çanakkale Boğazı'nda sürekli girdiyi azaltmak için ciddi önlemler alınması gerektiğine inanıyoruz.

**Anahtar Kelimeler:** Alg, Ağır metal, *Codium fragile*, Çanakkale, Element kompozisyonu.

## 1. Introduction

In the face of a significant increase in industrialization and urbanization in coastal areas, marine environments are exposed to human factors, especially in terms of pollution (Tanyolaç, 2009). Marine pollution from untreated wastewater and industrial waste dumping is one of the most common and most damaging forms of pollution to the entire coastal marine ecosystem of the planet (Espinosa et al., 2007). Heavy metal pollution is one of the most important causes of pollution in lakes and seas around the world. Traditional solution technologies take a long time and are quite expensive. Therefore, it is necessary to use low-cost and environmentally friendly technology to rate contaminated soil and water resources, especially in developing countries. (Abdallah and Abdallah, 2008). Macroalgal species are generally preferred as bioindicator organisms to measure heavy metal levels in both the seas and the freshwaters worldwide. The study was conducted to determine the accumulation of heavy metals and trace elements in water and macroalgae of Dardanelles (Çanakkale/Turkey).

Fuel oil, sewage, wastewater, and other waste from ships substances cause pollution in the seas. Heavy metal pollution in the gulf and inland seas is more important and effective than the pollution in offshore. For this reason, the Dardanelles, which is an important transition point of the polluted waters coming from both the Black Sea and the Marmara Sea and reaching the Mediterranean via upper currents, is under the influence of both lower and upper currents. However, heavy metal pollution carried from the Dardanelles to the Mediterranean by the upper stream is more than the pollution transported from the bottom to the Black Sea. It is stated that the increase in heavy metals and trace elements in the Dardanelles is caused by wastewater that disrupts the optimum stability of the aquatic environment (Üstünada et al., 2011).

Turkey has made many efforts to determine the heavy metal pollution in the sea. Some of these studies are; Sukatar and İlkme (1984), Kuyucak and Valesky (1986), Güven et al., (1992), Batkı et al., (1999), Çetingül et al., (2000), Kut et al., (2000), Topçuoğlu et al. ., (2001, 2002, 2004, 2010), Nuhoglu et al., (2002), Erakın (2005), Özden (2006), Süren et al., (2007), Balkıs et al., (2007), Tuzen et

al., (2009), Boran and Altınok (2010). There is not enough work carried out in this direction in the Dardanelles. Except for recent work by Üstünada (2011) on the absorption of macro and trace elements by the marine alga, no detailed study of the trace elements in the green algae, nor any attempt to correlate the trace elements in seawater with those in the algae, appears to have been carried out. For this reason, the following is a brief resume of the work that has been done in this field.

Seaweeds are used as metal samples and biomonitors of contamination. (Al-Homaidan, 2007, Kamala-Kannan *et al.*, 2008). Macrophytes are preferred in pollution studies due to their ability to accumulate metals dissolved in water or particulate form, and they reflect the pollution in the environment more accurately because they are perennial algae. For this purpose, species belonging to *Ulva Linnaeus*, *Codium Stackhouse*, and *Cystoseira Agardh* taxa are generally used (Mohamed and Khaled 2005; Fytianos et al., 1999). Macroalgal species are generally preferred as indicator organisms to measure heavy metal levels in both the seas and the fresh water in the world. Green algae can attract and store many heavy metal ions in the water because of the high negativity on their surface. This is a factor that makes the use of algae important in determining and removing water pollution. (Alp *et al.*, 2012). Recently, many researchers have focused their work on algae heavy metal absorption under both experimental and natural conditions.

Species belonging to the genus *Codium* are potential species that can be used in biological monitoring for trace metals in the Dardanelles because these species have important features such as being sought for biological monitoring, being easily identified and collected, being in coastal waters throughout the year, being able to accumulate metals much more than their concentrations in water, and show the distribution in all coastal areas.

The systematic classification of the *C. fragile* type used in our study is as follows.

## Classification:

Empire	: Eukaryota
Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Viridiplantae
Infrakingdom	: Chlorophyta
Phylum	: Chlorophyta
Subphylum	: Chlorophytina
Class	: Ulvophyceae
Order	: Bryopsidales
Family	: Codiaceae
Genus	: <i>Codium</i>
Species	: <i>Codium fragile</i> (Suringar) Hariot 1889

([https://www.algaebase.org/search/species/detail/?species\\_id=3638&sk=0&from=results](https://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=3638&sk=0&from=results))

*Codium* sp. is a marine algae and it is stated that there are approximately 50 species in the world (Hoffman et al., 2011; Taylan and Hoşsucu, 2008). The genus of *Codium* currently contains about 125 species widely distributed in the world seas, except for polar regions, and is found mostly in temperate and subtropical regions (Topçuoğlu et al., 2010). We used the *C. fragile* (Suringar) Hariot 1889) in our study (Figure 1).

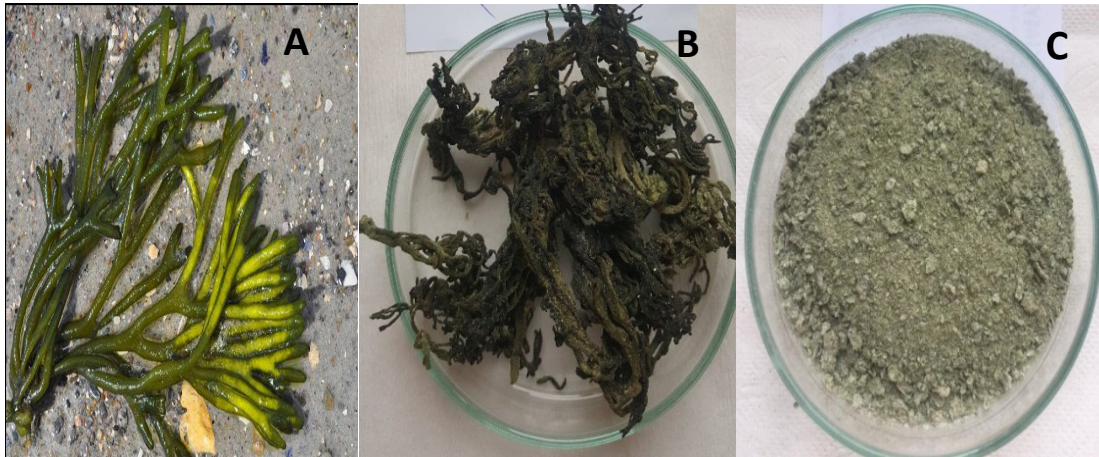


Figure 1. A. *Codium fragile*(Suringar) Hariot 1889 in natural habitat. B. Dry form of *C. fragile* C. Powder of *C. fragile*

*C. fragile* is a dark green alga that ranges from 10 to 40 cm and consists of branching cylindrical sections. It grows on the blurred slopes of tubular fingers hanging from rocks at a depth of 1-2 m (Mavili, 2011). *C. fragile* is consumed by humans and used by the aquaculture industry as food for invertebrates.

We aimed in this study to determine the availability of macroscopic green algae from the Dardanelles for absorption applications. For this purpose, we investigated both macro element values and trace element values and evaluated the results by comparing algae and water samples.

About the properties of the macro elements, calcium can be found at very different concentrations in the water. Calcium and magnesium are the most important ions that give water hardness. Potassium is the seventh of the elements found most abundantly in the earth's crust (Fowler, 1979). However, the amount of potassium in natural waters is low. Sodium is the most commonly found element in the earth's crust. Seawater has % 2.6-2.7 sodium chloride. Phosphorus is found in organic and inorganic forms in natural waters and is an essential element for plant and animal growth (Dadolahi-Sohrab et al., 2011).

Cobalt is one of the trace elements necessary for life and because of its deficiency, activation of certain enzymes can stop. Chromate compounds can be found in waters only with contamination. Copper available in water is related to the pH of water, carbonate concentration, and other anions. While the amount of iron in nature is quite a lot in nature, it is found in small quantities in natural waters. Manganese is dissolved in soil because of climatic events and gets into the water. The lack of molybdenum limits the primer production and algae growth is warned if it is added to water. Most nickel salts are water-soluble and they are found in surface waters at level 5-20 µg/ L. The average amount of lead at lakes and rivers on earth is about 1-10 micrograms. Selenium can get into aquatic environments through industrial waters. Zinc is one of the important elements of life (Tüzen et al., 2009).

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Sampling procedures

Algal samples were collected from Yapıldakaltı coast of in Çanakkale City (Çanakkale-Turkey), at the end of the summer in 2018, the place of the intensive population of algae. Among the various

organisms, algal samples were obtained via scuba diving. The collected samples were placed in sterile glass bottles and transferred to the laboratory in the cold chain. Following the removal of the necrotic materials by using distilled water, the dried algae were pulverized and stored at room temperature. The satellite image of the area where the samples were collected was given in Figure 2. Coordinates of the station are N 40°14'27.03" E 26°32'29.74".

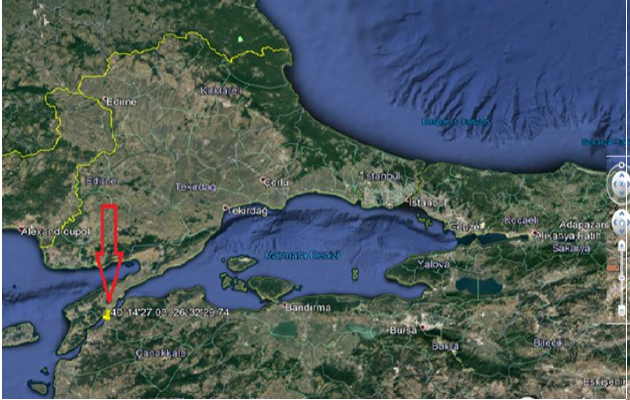


Figure 2. Satellite image of algae collected from Dardanelles

### 2.2. Analytical Methods

Before analysis, samples were placed in durable glass bottles and dried at 105 °C for 24 hours in a drying oven. 0.2 g of the dried samples were taken and 5 mL nitric acid (65 % HNO<sub>3</sub> mL<sup>-1</sup>) and 2 mL of purified water were added and kept at room temperature for 24 hours. Then, samples were dissolved in microwave. The samples removed from the microwave were cooled and filtered through a 100 mm blue band filter paper, then transferred to falcon tubes and 25 mL volume was completed with deionized water (Rao, 1986). The samples were analyzed by ICP-OES (Varian Vista).

The wavelengths measured of the elements are respectively B 249,772, Ca 317,933 nm, K 766,491 nm, Mg 279,553 nm, Na 589,592 nm, P 213,618 nm, Co 238,892, Mo 202,032 nm, Cd 214,439 nm, Cr

267,716 nm, Cu 327,395 nm, Fe 238,204 nm, Mn 257,610 nm, Ni 231,604 nm, Pb 220,353 nm and Zn 213,857. Analyzing conditions of ICP-AES is as follows: instrument: ICP-AES (Varian-Vista), RF Power: 0.7-1.5 kW (1.2-1.3 kW for Axial), plasma gas flow rate (Ar): 10.5-15 dm<sup>3</sup>/min. (radial) 15 (axial) , auxiliary gas flow rate (Ar): 1.5, viewing height: 5-12 mm, copy and reading time: 1-5 s (max. 60 s) , copy time: 3 s (max. 100 s).

### 2.3. Statistical Analysis

All statistical analyses were performed by using the SPSS15 software package. The Pearson Correlation Matrix was applied to evaluate the relationship between each of the metal parameters within the *C. fragile*.

### 3. Results

In this study, the concentrations of the elements were determined that accumulate in *C. fragile* collected from Çanakkale, macro, and trace elements of algal species and aquatic environment were compared. The mean and standard deviation values of macro and trace element contents of algae and water samples are given in Table 1.

Table 1. Mineral and trace element concentrations obtained from algae and water samples

Mineral Elements	n=3 <i>Codium fragile</i> (mg/kg <sup>-1</sup> ) Mean	
	Mean	SD
Ca	84826.5	15000
K	4707.4	1000
Mg	10604.7	2000
Na	93182.9	15000
P	932.26	100
BDL*: Below detection limit		
Trace Elements	Mean	SD
Cd	BDL*	
Co	BDL*	
Cr	4.18	0.5
Cu	7.68	1.0
Fe	2611	500
Mn	1.84	0.2
Mo	BDL*	
Ni	5.58	0.8
Pb	46.08	10
Zn	16.75	3

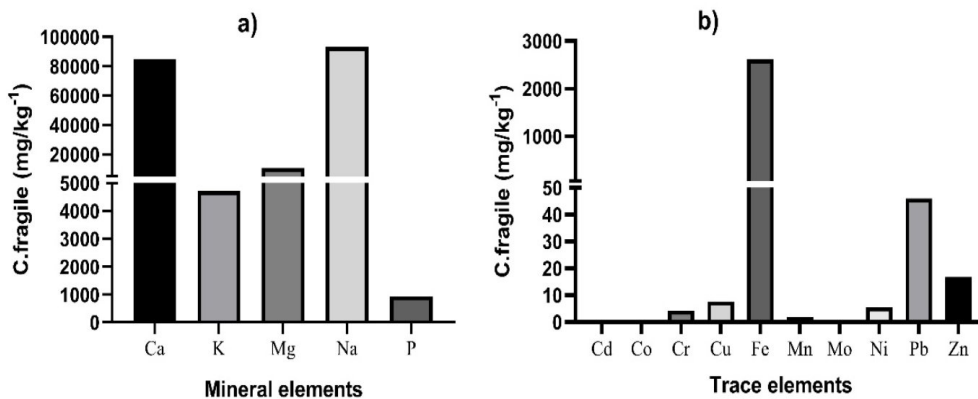


Figure 3. Levels of mineral (A) and trace elements (B) (mg/kg<sup>-1</sup>) in *C. fragile*.



According to Table 1, when the accumulation amounts of the elements in the algae samples are taken into consideration, it is determined that the first orders are taken by the macro elements. Cobalt, molybdenum, and cadmium are below the limit values in the measurements. Iron was the most abundant trace element after macro elements in all samples. Also, lead, manganese were followed by

iron and chromium is the least trace element that can be detected in all of the samples. In our study, it was determined that the most trace element accumulation was iron in algal species. According to some other studies, it is seen that the most accumulation in the algal species is in iron (Foster,1976; Akçalı and Küçüksezgin, 2011; Alp et al.,2011).

Table 2. The relation between the metal parameters of the samples

	Ca	K	Mg	B	Na	P	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
Ca	1.000												
K	-0.500	1.000											
Mg	0.866	-0.328	1.000										
B	-0.938	0.770	-0.638	1.000									
Na	0.756	-0.945	0.327	-0.936	1.000								
P	0.971	-0.277	0.961	-0.826	0.577	1.000							
Cr	-0.861	-0.010	-0.999	0.630	-0.318	-0.958	1.000						
Cu	0.863	0.006	<b>0.999**</b>	-0.633	0.322	0.959	-0.997	1.000					
Fe	0.862	0.009	<b>0.998**</b>	-0.631	0.319	0.958	-0.998	<b>0.999**</b>	1.000				
Mn	0.948	-0.750	0.661	-0.999	0.925	0.843	-0.653	0.657	0.655	1.000			
Ni	0.868	-0.864	0.503	-0.987	0.981	0.723	-0.495	0.498	0.496	0.981	1.000		
Pb	0.826	-0.901	0.434	-0.971	0.993	0.667	-0.425	0.429	0.426	0.963	<b>0.997*</b>	1.000	
Zn	0.799	-0.921	0.391	-0.958	<b>0.998*</b>	0.631	-0.381	0.385	0.383	0.949	0.992	<b>0.999*</b>	1.000

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

The relation between the metal parameters of the samples taken from the *C. fragile* collected from Dardanelles was determined by the Pearson Correlation Analysis and was given in Table 2. The relations were determined between the metals in the *C. Fragile* (p<0.05). Pb metal showed a positive correlation with Ni and Zn metals while Zn metal showed a positive correlation with Na metal. Cu and Fe metals had positive correlation with Mg metal while Cu metal showed a positive correlation with Fe metal(p<0.01)

As a result of our study, sodium, which has the highest value in sodium brittle, was measured concerning the macro elements.

About trace elements, iron has the highest value in *C. fragile* was measured. Elemental concentrations of *C.fragile* were determined as following order:

Na>Ca>Mg>K>Fe>P>Mn>Pb>B>Zn>Cu>Ni>Cr>Co=Mo=Cd respectively.

In general, all macro and trace elements except for cobalt and selenium are found in algal samples more than the values found in water.

#### 4. Conclusions

According to these results, it can be said that algae have a high absorption ability. According to PCA analysis, macro and trace elements showed a

positive and negative correlation with each other in *C.fragile*.

In 1940, Öy determined the physiological importance of iron, copper, manganese, and boron and discussed these elements in several species of algae. Iron varied between 120-1330 mg/kg dry matter, while *Ascophyllum nodosum* contained 1.1-1.4 mg/kg copper, *Laminaria* 4 mg/kg, *Fucus serratus* 5.8-17.4 and *F. vesiculosus* 3.4-8.4 mg/kg manganese was present in the Fucaceae to the extent of 100-130 mg/kg and boron 100 mg/kg. (Öy,1940).

In other studies, the Pb value was between 0.02-2.5 µg /g<sup>-1</sup> in the Aegean Sea for brown alga *Cystoseira* species (Sawidis et al., 2001), and 3.13-12.50 µg / g-1 in Iskenderun Bay. (Olgunoğlu and Polat 2007) and in the Black Sea, 3.7 µg / g<sup>-1</sup> (Topcuoğlu et al 2004), it was observed that the Pb values measured in this study (46.08 mg / kg) were quite high.

It was concluded that the highest concentration of *Codium fragile* was measured as Fe and some studies (Malea and Haritonidis, 1999; Conti and Cecchetti,2003) in which the order in heavy metal concentrations (Cd<Cr<Cu<Zn<Pb<Fe) are found to be parallel. Malea and Haritonidis (1999) determined this order as Cd <Cu <Pb <Zn <Fe, and Conti and Cecchetti (2003) stated it as Cd <Cr <Cu <Pb <Zn.

Atıcı et al., (2008), determined that accumulation of heavy metals (Cd, Pb, Hg, Cr) in water and plankton of Sarıyar Dam Lake (SDR) was seasonally studied from April 2000 to December 2004 and they

recorded high concentrations of all heavy metal in the plankton. Hg was lowest and Pb highest; but the concentration of each metal varied seasonally in their study, but we obtained that *Codium fragile* were determined as following order: Na>Ca>Mg>K>Fe>P>Mn>Pb>B>Zn>Cu>Ni>Cr>Co=Mo=Cd respectively in macroalgae in this study (Atıcı et al.,2008).

High levels of heavy metals were found in *C.fragile* algae. These high concentrations are caused by anthropogenic discharges of pollutants into the coastal areas of the Dardanelles. There are many industrial facilities such as large, medium, and small scale iron and steel facilities, fertilizer factories, liquid gas, and coal transportation piers, beverage and fruit juice factories along the coastline of the Dardanelles; their wastes, as well as the pesticides used in this region where agriculture is intensely carried out, and waste from industrial sites are mixed into the strait waters in various ways (Üstünada et al., 2011).

Apart from all these, large cargo ships coming to the strait, which is also an important passage in maritime transport, leave bilge and ballast waters to the strait waters off the port.

All these wastes accumulate at the bottom depending on their density, remain benthic or suspended in water, and spread to various parts of the throat with water movements such as waves and currents, and can harm on organisms.

Heavy metal concentrations in macroalgae may depend on geological characteristics of sampling areas, seasons, morphological characteristics of algae, age of algae, physicochemical parameters, and interactions with other heavy metals (Sawidis et al. 2001). Because of this feature of the algae, it is important to collect the algae species to be used in studies to compare the pollution levels in different regions and to be of similar ages.

We think that high metal concentrations in the Dardanelles affect the water quality negatively and may pose a threat to the living creatures living there, and we believe that serious measures should be taken to reduce continuous input in the Dardanelles, which has high shipping and tourism potential.

### Conflict of Interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

### References

- Abdallah, M. A., and Abdallah, A. M. 2008. Biomonitoring study of heavy metals in biota and sediments in the South Eastern coast of Mediterranean sea, Egypt. *Environmental Monitoring and Assessment*, 146(1-3), 139-145.
- Ahmadpour, P., Ahmadpour, F., Mahmud, T.M.M., Abdu, A., Soleimani, M., and Tayefeh, F.H. 2012. Phytoremediation of heavy metals: A green technology. *African Journal of Biotechnology*. 11(76):14036-14043.
- Akcali, I., & Kucuksezgin, F. 2011. A biomonitoring study: heavy metals in macroalgae from eastern Aegean coastal areas. *Marine pollution bulletin*, 62(3), 637-645.
- Al-Homaidan, A., 2007. Heavy metal concentration in three species of green algae from the Saudi coast of the Persian Gulf. *J. Food Agriculture Environment*, 5(3-4): 345-358.
- Alp, M.T., Şen,B. and Özbay, Ö. 2011. Heavy Metal Levels in *Cladophora glomerata* which Seasonally Occurrence in the Lake of Hazar. *Ecology*,20(78), 13-17.
- Alp, M. T., Ozbay, O., and Sungur, M. A. 2012. Determination of Heavy Metal Levels in Sediment and Macroalgae (*Ulva Sp.* and *Enteromorpha Sp.*) on the Mersin Coast. *Ecology*, 21(82), 47-55.
- Atici, T., Ahiska, S., Altindag, A, Aydin,D.2008. Ecological effects of some heavy metals (Cd, Pb, Hg, Cr) pollution of phytoplanktonic algae and zooplanktonic organisms in Sarýyar Dam Reservoir in Turke. *African Journal of Biotechnology*,7(12).
- Balkis, N., Topcuoğlu, S., Güven, K.C., Öztürk, B., Topalođlu, B., Kirbaşođlu, Ç., Aksu, A. 2007. Heavy metals in shallow sediments from the Black Sea Marmara Sea and Aegean Sea Region of Turkey. *J.Black Sea/Mediterranean Environment*. 13:147-153.
- Batki, H., Kucuksezgin, F., Uslu, O. 1999. Trace metal distribution in different chemical fractions of marine sediments along the Eastern Aegean Shelf. *Toxicological and Environmental Chemistry* 70: 243-258.
- Boran, M., Altınok, I. 2010. A review of heavy metals in water, sediment and living organisms in the Black Sea. *Tukish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 10:565-572.
- Conti, M.E., G. Cecchetti. 2003. A biomonitoring study: trace metals in algae and molluscs from Tyrrhenian coastal areas. *Environmental Research*, 93: 99-112.
- Çetingül, V., Aysel, V., Kurumlu-Kuran, Y. 2000. Biochemical investigation and heavy metal contents of *Cladophora dalmatica* Kütz. and *Ceramium ciliatum* (Ellis) Ducl. var. *robustum* (J.Ag.) from Aegean Sea (Turkish Coast). *Turkish J. Marine Sciences*. 6: 9–22.
- Dadolahi-Sohrab, A., Nabavi, A.N.S. M.B., Safahyeh, A., and Ketal-Mohseni, M. 2011. Environmental Monitoring of Heavy Metals in Seaweed and Associated Sediment from the Strait of Hormuz, IR Iran. *World*, 3(6), 576-589.
- Erakın, S. 2005. Deniz Alglerinde petrol kirliliği. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Espinosa, F., Guerra-García, J.M., García-Gómez, J.C. 2007. Sewage pollution and extinction risk: an endangered limpet as bioindicator? *Biodiversity and Conservation*,16, 377-397.

- Foster, P. 1976. Concentrations and concentration factors of heavy metals in brown algae. *Environmental Pollution*.10(1), 45-53.
- Fowler, S.W. 1979. Use of marine algae as a reference material for pollutant monitoring and specimen banking. In: Luepke, N.P. (ed.). *Monitoring Environmental Materials and Specimen Banking*. Martinus Nijhoff, The Hague. (pp. 267-347).
- Güven, K.C., Topçuoğlu, S., Kut, D., Esen, N., Erentürk, N., Saygi, N., Cevher E., Güvener, B., 1992. Metal uptake by Black Sea Algae. *Botanica Marina*. 35–44: 337–340.
- Hoffman, R., Shemesh, E., Ramot, M., Dubinsky, Z., Pinchasov-Grinblat, Y., Iluz, D., 2011. First record of the Indo-Pacific seaweed *Codium arabicum* Kütz. (Bryopsidales, Chlorophyta) in the Mediterranean Sea. *Botanica Marina*, 54(5), 487-495.
- Kamala-Kannan, S., Prabhu, B. Dass Batvari, K.L. Lee, N.Kannan, R. Krishnamoorthy, K. Shanthi and M. Jayaparakash 2008. Assessment of heavy metals (Cr, Cd and Pb) in water, sediments and seaweed (*Ulva lactuca*) in the Pulicat Lake, Southeast India. *Chemosphere*, 71(7): 1233-1240.
- Kut, D., Topçuoğlu, S., Esen, N., Küçükcezzar, R., Güven, K.C. 2000. Trace metals in marine algae and sediment samples from the Bosphorus. *Water, Air and Soil Pollution* 118: 27-33.
- Kuyucak, N., Valesky, B. 1986. Recovery of gold by a new biosorbent. *Precious Met. Proc. Int. Conf*, 10th, 211–216.
- Malea, P., S. Haritonidis. 1999. Metal content in *Enteromorpha linza* (Linnaeus) in Thermaikos Gulf (Greece). *Hydrobiologia*, 394: 103.
- Mavili, S. 2011. Distribution of Hydromedusae Population and *Aglaura hemistoma* Péron and Lesueur, 1810 (Cnidaria, Hydrozoa) in the surface layers (0-10 m) of Izmir Bay (Aegean Sea), 1810 (Cnidaria, Hydrozoa)'nın Dağılımı. *Ege Univ J Fish Aquat Sci*, 28, 25-28.
- Nuhoğlu, Y, Malkoc, E., Gürses, A., Canpolat, N. 2002. Removal of Cu (II) From Aqueous solution by *Ulothrix zonata*. *Bioresource Technolgy* 85: 331–333.
- Olgunoğlu, M.P.P., S. Polat. 2007. Seasonal changes of heavy metals in two macroalgae species [*Cystoseira corniculata* (Phaeophyta), *Laurencia papillosa* (Rhodophyta)] in the Iskenderun Bay, (in Turkish). *E.U. Journal of Fisheries&Aquatic Sciences*, 24(1-2): 25-30.
- Özden, S. 2006. Çanakkale Boğazı'nda yaşayan bazı alg türlerinde ağır metal düzeylerinin birikimlerinin araştırılması. 59. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özetleri. Ankara 332- 333.
- Öy, E.,1940. Content of iron,copper, manganese and boron in seaweeds. *Tidsskr, Kemi Bergv.*, 20,114-117.
- Rao, S.V.R. 1986. Cadmium accumulation in fiddler crabs *Uca annulipes* uptake of lead chromium, cadmium and cobalt by *Cladophora glomerata*, *International Journal Environment Studies*, 27, 219-223.
- Sawidis, T., M.T. Brown, G. Zachariadis, I. Sratis. 2001. Trace metal concentrations in marine algae from different biotopes in the Aegean Sea. *Environment International*, 27: 43-47.
- Sukatar, A., İlkme, B. 1984. İzmir Körfezi Konak-Karşıyaka kıyı şeridindeki bazı alglerde bulunan iz elementlerin zamana bağımlı periyodik değişimlerinin saptanması. *Ege Denizi ve Civarı Kıyılarının Korunması Sempozyumu*. 28- 29.
- Süren, E., Yılmaz, S., Türkoğlu M., Kaya, S. 2007. Concentrations of cadmium and lead heavy metals in dardanelles seawater. *Environ. Monit. Assess.*, 125: 91-98.
- Villares, R., Puente, X., and Carballeira, A. 2001. *Ulva* and *Enteromorpha* as indicators of heavy metal pollution. *Hydrobiologia*, 462(1-3), 221-232.
- Tanyolaç, J. 2009. *Limnology: Fresh Water Science*, Hatiboğlu Publishing.
- Taylan, B., and Hoşsucu, B. 2008. Abundance and Distribution of Teleost Fish Postlarva in the Bay of Izmir. *Ege Univ J Fish Aquat Sci*, 25(3) , 197-202.
- Topçuoğlu, S., Kılıç, Ö., Belivermiş, M., Ergül, H.A. and Kalaycı, G. 2010. Use of Marine Algae as Biological Indicator of Heavy Metal Pollution in Turkish Marine Environment. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*. 16(1): 43-52.
- Topçuoğlu, S., Güven, K.C., Kırbaçoğlu, Ç., Güngör, N., Ünlü, S., Yılmaz, Z. 2001. Heavy metals in marine algae from Şile in the Black Sea. *Bulletion Environmental Contamination and Toxicology* 67: 288–294.
- Topçuoğlu, S Kırbaçoğlu, Ç., Güngör, N. 2002. Heavy Metals in organisms and sediments from Turkish Coast of the Black Sea 1997–1998. *Environment International* 27: 521–526.
- Topçuoğlu, S., Kırbaçoğlu, Ç., Yılmaz, Y.Z. 2004. Heavy metal levels in biota and sediments in the Northern Coast of the Marmara Sea. *Environmental Monitoring and Assesment* 96: 183-189.
- Tüzen, M., Verep, B., Öğretmen, Ö.A., and Soylak, M. 2009. Trace Element Content in Marine Algae Species from the Black Sea, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 151: 363-368.
- Üstünada, M , Erdugan, H , Aysel, V , Akgül, R . 2011. *Codium fragile* subsp. *fragile* (Suringar) Hariot ve *Cystoseira barbata* (Stackhouse) C. Agardh (Çanakkale Boğazı, Türkiye) Taksonlarında Bazı Ağır Metallerin Mevsimsel Değişimi . *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi* , 7 (1) , 5-17.

## Preparation of Ecofriendly Offset Printing Ink Varnish with Safflower Oil and *Pinus pinaster* Resin and Printability

Pelin Hayta<sup>\*1</sup>, Mehmet Oktav<sup>2</sup>, Özlem Ateş Duru<sup>3</sup>, Zafer Özomay<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sinop University, Gerze Vocational School, Department of Design, Sinop, Turkey

<sup>2</sup> Marmara University, School of Applied Sciences, Department of Printing Technologies, İstanbul, Turkey

<sup>3</sup> Nişantaşı University, Vocational School, Department of Medical Services and Techniques, İstanbul, Turkey

### Original Article

#### ARTICLE INFO

Received: September 28<sup>th</sup>, 2020

Accepted : December, 18<sup>th</sup>, 2020

\*Corresponding author:

pelin@hayta.com.tr

#### ABSTRACT

Offset printing inks are composed of four main components including colorants, binders, solvents and additives. When these components are examined, it is seen that they contain petrochemical substances. During and after the printing process, some of these

components are separated from the ink as waste material and are mixed with air, water or soil, thus damaging nature and human beings. Considering this problem, safflower oil and natural (*Pinus pinaster*) resin were used in this study to produce bio based offset printing ink varnish, one of the main components of the ink. Safflower oil and (*Pinus pinaster*) resin were mixed in different proportions to form varnish with suitable viscosity to the printing ink composition. The usability of these varnishes as an alternative for varnishes produced with mineral oil in standard offset printing ink was investigated. Magenta color standard offset printing ink was prepared with these varnishes and sample prints were printed on coated paper, uncoated paper, Bristol board with IGT C1 offset printability tester. Test prints were examined in terms of specialties such as drying, L\*a\*b and density with a spectrophotometer. As a result of the measurements and determinations, it was determined that the varnish produced with safflower oil and (*Pinus pinaster*) resin can be used instead of offset printing ink varnishes produced with mineral oil.

**Key Words:** Ink gloss, varnish, resin, safflower oil, printability, vegetable oil ink.

## Aspir Yağı ve Sahil Çamı Reçinesi ile Çevre Dostu Ofset Baskı Mürekkebi Hazırlanması ve Basılabilirliği

### ÖZ

Ofset baskı mürekkepleri; renklendirici, bağlayıcı, çözücü ve katkı maddeleri olmak üzere dört ana bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenler incelendiğinde petrokimyasal maddeler içerdiği görülmektedir. Baskı sürecinde ve sonrasında bu bileşenlerin bazıları mürekkepten atık madde olarak ayrılarak havaya, suya veya toprağa karışmakta bu nedenle de doğaya ve insana zarar verebilmektedir. Bu problem göz önüne alındığında, mürekkebin ana bileşenlerinden biri olan biyo bazlı ofset baskı mürekkep verniği üretmek için aspir yağı ve doğal *Pinus pinaster* reçinesi kullanılmıştır. Aspir yağı ve sahil çamı reçinesi farklı oranlarda karıştırılarak baskı mürekkebi bileşimine uygun viskoziteye sahip vernik oluşturulmuştur. Elde edilen bu verniğin standart ofset baskı mürekkebinde mineral yağla üretilen vernikler yerine kullanılabilirliği incelenmiştir. Hazırlanan vernikle magenta renginde standart ofset baskı mürekkebi hazırlanarak IGT C1 ofset basılabilirlik test cihazı ile mat kuşe, 1. hamur kağıtlar ve Bristol karton üzerine numune baskılar yapılmıştır. Test baskıları üzerinde spektrofotometre ile inceleme ve ölçümler yapılarak verniğin; kuruma, densite ve L\*a\*b değeri gibi temel özelliklerine bakılmıştır. Ölçüm ve tespitlerin sonucunda aspir yağı ve sahil çamı reçinesi ile üretilen verniğin mineral yağla üretilen ofset baskı mürekkebi vernikleri yerine kullanılabileceği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Mürekkep parlaklığı, vernik, reçine, aspir yağı, basılabilirlik, bitkisel yağ mürekkebi.

#### Citing this article:

Hayta, P., Oktav, M., Ateş Duru, Ö., Özomay, Z., 2020. Preparation of Ecofriendly Offset Printing Ink Varnish with Safflower Oil and *Pinus pinaster* Resin and Printability. Anatolian Journal of Forest Research 6(2): 63-67.



## 1. Introduction

Inks typically dissolve or disperse in a coloring agent (binder + solvent + additive) (Aydemir and Özakhun, 2014). A typical quick-drying sheet-fed offset ink contains pigment, varnish, drying agent, wax compounds, and solvent (Ülgen et al., 2012). Binders and solvents are used to obtain varnish contained in ink (Özomay, 2009). The binders used in oil-based inks are phenolic resins or hydrocarbon resins (Aydemir and Özakhun, 2014). These resins are synthetic resins. Resins used as binders contribute to the properties of hardness, gloss, adhesion, and flexibility in an ink (Leach et al., 1988). Solvents contained in offset printing ink contain oil. Solvents dissolve the binders and adjust the viscosity of the ink (Robert, 2014). Mineral oils with different boiling points are mainly used in ink production. Synthetic resin and petroleum-derived mineral oils are used in varnish production; thus these petrochemicals are contained in the ink. Petrochemicals in the varnish and other ingredients of an offset printing ink separate from the ink after printing, thus becoming potentially harmful. Especially, almost all VOCs (volatile organic compounds) being chemicals that can easily evaporate at room temperature have some toxic effects (Ülgen et al., 2019). Studies were also conducted on ink production to eliminate the damages caused by petrochemicals and to produce alternative solutions to the oil crisis that occurred in the 1970s. In the 1970s, the Newspaper Association of America sought alternative ways to produce ink and reduce dependence on standard petroleum-based ink (Ural et al., 2018; Morkbak et al., 1999). In the 1980s, soy-based inks were first used in offset web presses for printing newspapers for environmental purposes to improve worker safety and reduce environmental emissions (Simpson et al., 1994). Following the attempts to produce soy oil-based inks, researches have been performed to use different herbal products in ink production. In 1994, S.Z. Erhan and M.O. Bagby investigated the polymerization of vegetable oils and their uses in printing inks by using safflower, soybean, sunflower, cottonseed and canola oils in ink formulations, respectively (Erhan and Bagby, 1994). With developing technology, researches have been accelerated in many sectors to use bio-based raw materials in production processes involving the use of petrochemical raw materials. The results of these researches showed that there are applications for commercial products. Accordingly, there has been an increasing demand for using vegetable and renewable sources in the production of inks as an important part of the printing industry. When recent

studies since the 1970s were examined, it was seen that vegetable oils such as soybean oil, palm oil, flaxseed oil have been used in ink ingredients. Y.B. Ha et al. synthesized natural resins to produce environmentally friendly ink and analyzed their uses in offset printing ink formulations and the properties of the ink such as gloss, discoloration (Ha et al., 2012). When the studies on ecological balance and sustainable life instead of petrochemicals that adversely affect the environment and human health were examined, it was seen that renewable sources have been rarely used in ink production. Investigating alternative renewable sources for inks being one of the important raw materials in the printing industry is important for the elimination of adverse effects of petrochemicals. The economic and environmental effects of converting vegetable wastes, which may be generated during the use of local sources and the production of various oils and resins, to high-value-added products such as printing inks have also gained importance. In this study conducted for this purpose, a standard offset printing ink was prepared by the combination of magenta pigment and varnish which has been produced using the oil of safflower plant growing in our country and *Pinus pinaster* resin from Kefken region. Sample prints were printed on coated paper, uncoated paper, bristol board with IGT C1 offset printability tester using the offset ink that was prepared to test the varnish. The visual quality of the print result largely depends on the optimum level of the coalescence process of the underprint material and ink (Özomay, 2016). Thus, sample prints were printed on different types of paper and cardboards. Test prints were evaluated by comparing their L\*a\*b and densitometry measurement results with the standard values and the mineral oil-based offset printing ink.

## 2. Materials and Methods

The varnish was made of cold-pressed safflower oil and natural *Pinus pinaster* resin that was obtained from the Kefken Region using the acid-paste method. The properties of the safflower oil used in the varnish production are given in Table 1.

Table1. The free fatty acid and fatty acid profile of safflower oil used in this study (Katkade et al., 2018).

Properties	Content (%)
Free Fatty Acid	0.16
Fatty acid profile	%
Palmitic	6.36
Stearic	2.39
Oleic	17.34
Linoleic	73.89

In the study, the *Pinus pinaster* resin was cleaned from large-sized particle impurities and weighed 70 g in a weighing bottle. Safflower oil (40 g) was placed into flasks, which then were placed on the heaters set at 150 °C in the fume hood. The oil was heated up to 150°C. The resin was slowly added into the heated safflower oil and mixed to obtain a homogeneous mixture with the resin completely dissolved in the oil. After the homogeneous mixture was obtained, the oil was filtered using an appropriate filter to remove resin-based impurities. After the temperature of the mixture reached 180 °C, it was fired for 30 min. The temperature of the resin-oil mixture was also checked using a thermometer at regular intervals. After the firing process, varnish sample, which was obtained from the mixture of (*Pinus pinaster*) resin and safflower oil, was taken from the heater and kept at room temperature until its temperature reaches down to 100-120 °C, and then transferred to a sample jar while its fluidity is high, i.e. before its viscosity is increased.

The varnish prepared to produce offset printing ink was mixed with magenta pigment. The prepared ink contained 20% pigment and 80% varnish. To determine the printability of the ink, coated paper, uncoated paper and bristol board, being used in the printing industry, were selected, and 3 samples were taken from each. Stiffness length, stiffness width, ash content, tensile strength width, tensile strength length, contact angle, and surface energy measurement results of the samples were taken into account. The physical and optical properties of the sample papers and cardboards used for test printing are given in Table 2 and Table 3, respectively. To determine the surface properties, the surface flatness properties of these samples were measured per ISO 8791-4 and TAPPI T 555 standard. It was performed based on the average of the values given in the standards; ISO 2470 for whiteness, ISO 2493 for stiffness, ISO 536 for grammage, ISO 534 for thickness.

Table 2. Physical properties of uncoated, coated and bristol boards used in this study (ISO 8791-4:2007, TAPPI T 555, ISO 2470-1:2016, ISO 2493, ISO 536:2019, ISO 534:2011)

Physical Properties	Measurement Results		
	Coated Paper (250 g/m <sup>2</sup> )	Uncoated Paper (80 g/m <sup>2</sup> )	Bristol Board (250 g/m <sup>2</sup> )
Grammage / m <sup>2</sup>	250 g/m <sup>2</sup>	80 g/m <sup>2</sup>	242 g/m <sup>2</sup>
Contact Angle .WGS	64.50	82.90	68.80
Surface Energy ASTM D5946	41.70	35.10	40.20
Stiffness Length 5° L&W mNm	5.2	0.6	11.8
Stiffness Width 5° L&W mNm	4.2	0.2	7.5
Ash % 525 °C	47.69	24.43	23.8
Tensile Strength Width Nm/g	20.77	64.91	21.46
Tensile Strength Length Nm/g	30.12	94.13	31.12
Thickness	207	104	269
Gloss µm	1.27	5.11	3.72
IGT m/s	0.86	-	2.46
Surface Coating Formation	2.1	-	1.8

Table 3. Optical properties of uncoated, coated and bristol boards used in this study

Optical Properties	Measurement Results		
	Coated Paper (250 g/m <sup>2</sup> )	Uncoated Paper (80 g/m <sup>2</sup> )	Bristol Board (250 g/m <sup>2</sup> )
Whiteness	86.72	83.32	79.84
Yellowness	-0.59	-4.17	5.56
L (lightness)	94.16	91.68	92.75
a (-a green / +a red value)	-0.55	0.03	-0.68
b (-b blue / +b yellow value)	-0.09	-2.08	3.45
Brightness	43.3	-	53.5

The sample prints (Figure 1) were made using IGT C1 offset printability tester, and the solid tone density of the printing samples prepared in this study was measured at 2° observer angle and under D50 light source. Before the sample printing, the papers and cardboards were conditioned at 23 ± 1 °C and 50% ± 3% relative humidity for 24 h in the printing

room. The densitometric measurements were performed using Gretag Macbeth SpectroEye with reflection measurement capability (measurement conditions: D50 light source, 2° observer angle, 0/45 or 45/0 geometry, black background). The L\*a\*b measurements were performed using X-Rite eXact Color Spectrophotometer.

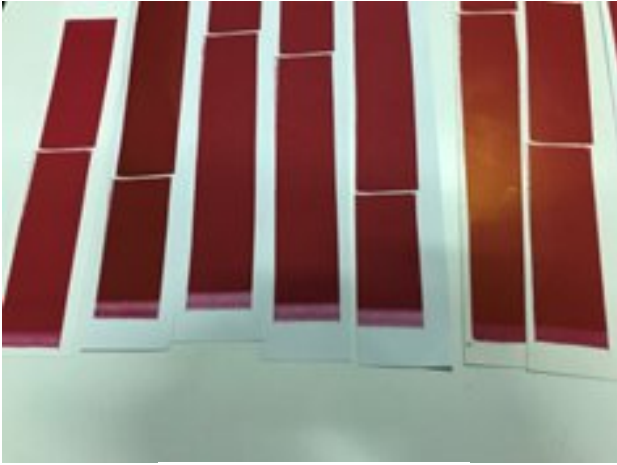


Figure 1. Sample print image

### 3. Results

In this study, for printability analysis of the ink that was made of varnish prepared with safflower oil and *Pinus pinaster* resin, sample prints were printed on a part of the sample papers and cardboards using

this ink. For control sample printing, prints were printed on the same kind of sample papers and cardboards using mineral oil-based offset printing ink. Thus, the mineral oil-based offset printing ink and the plant-based offset printing inks prepared in this study could be compared. The sample prints were measured using the  $\Delta E$  tolerance difference formula according to the uniform color space CIE  $L^*a^*b^*$  (formula 1).

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

Formula 1:  $\Delta E$  tolerance difference formula

The spectrophotometric measurement results during the printing process of the sample prints for the ink produced using the varnish prepared with safflower oil and *Pinus pinaster* resin and for the control ink contained mineral oil are given in Table 4. The spectrophotometric measurement results of the sample prints after the drying process are given in Table 5.

Table 4. Measurement results of the samples during the printing process

Samples	Offset printing ink containing safflower oil and ( <i>Pinus pinaster</i> ) resin				Mineral oil-based offset printing ink				Delta E ( $\Delta E$ )
	L	a	b	Density	L	a	b	Density	
Uncoated Paper	44.26	56.84	21.25	1.16	44.35	58.21	26.32	1.21	5.25
Coated Paper	45.96	66.21	26.47	1.28	44.07	63.41	35.18	1.33	9.32
Bristol Board	44.92	64.82	31.70	1.31	42.40	61.26	37.12	1.37	6.94

When the measurement results of the sample papers and cardboards obtained during printing as given in Table 4 are examined, it is seen that the offset printing ink containing safflower and (*Pinus pinaster*) resin has exceeded the tolerance values for

coated paper, according to ISO 12647-2 offset printing standard. The measurement results for uncoated papers and bristol boards are close to each other.

Table 5. Print results of the samples after drying.

Samples	Offset printing ink containing safflower oil and ( <i>Pinus pinaster</i> ) resin				Mineral oil-based offset printing ink				Delta E ( $\Delta E$ )
	L	a	b	Density	L	a	b	Density	
Uncoated Paper	45.03	59.88	22.63	1.17	44.82	57.70	27.33	1.19	5.18
Coated Paper	46.02	66.62	26.57	1.31	43.93	64.00	35.23	1.34	9.28
Bristol	44.49	65.68	31.99	1.33	42.80	61.71	36.17	1.40	6.00

When the print measurement results of the samples obtained after drying as given in Table 5 are examined, it is seen that the offset printing ink containing safflower and *Pinus pinaster* resin has exceeded the tolerance values for coated paper, according to ISO 12647-2 offset printing standard. The measurement results for uncoated papers and bristol boards are close to each other.

### 3. Discussion

In this study, printability tests were carried out considering the ISO 12647-2 offset printing standard. The reference values in the ISO 12647-2 offset printing standard are shown in Table 6, and the color universe is shown in Figure 2. When the measurement results during the printing process on uncoated paper is examined; it is seen that the L value of the ink obtained with safflower oil and (*Pinus pinaster*) resin is below the standard value, a

value is close to the standard value and the b value is above the standard value. The density value is above the standard value. When the measurement results of the same paper after drying were examined, it was concluded that the L value was low, a value was close and the b value was high compared to the standard values. The results of during the printing process and after drying results of uncoated paper with standard ink containing mineral oil were found to be lower, a value is close and b value is higher than the ink obtained with renewable resources.

Table 6. ISO 12647-2 Standards of offset printing magenta color for density, L\*a\*b and Delta E ( $\Delta E$ )

Paper type	L	a	b	Density	Delta E ( $\Delta E$ )
Uncoated Paper	54	58	-2	0.95	5
Coated Paper	46	72	-5	1.45	5
Bristol Board	46	72	-5	1.45	5

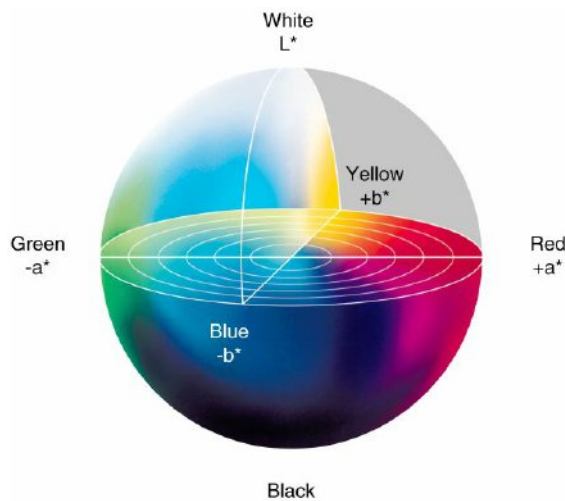


Figure 2. CIE L \* a \* b \* color space

When the coated paper during the printing process and after drying results were examined, it was seen that the closest result of the L value of the ink produced with renewable resources in both cases was that a value was lower than the desired value and the b value was far from the desired value. The density value was measured close to the standard value. In the sample printing made using coated paper, during the printing process of the mineral oil standard offset printing ink and the measurement results after drying, especially the b value is far from the desired value, and the L and a values are below the desired value. Density results are close to the standard value. Coated paper measurement results gave more positive results in ink obtained with renewable resources as in the matte coated paper.

When comparing during the printing process and after drying values in the Bristol board, Delta E value is closer to the ISO 12647-2 standard after

drying. Although a and b values differ from the standard value in both ink formation, the desired value as the L value occurs within the standards. When viewed as densitometric, while it has low values within the standards in coated paper and Bristol board; it has been found to have a high value within standards in the uncoated paper.

#### 4. Conclusion

Petrochemicals contained in inks potentially cause environmental and health problems. Using bio-based and renewable sources instead of chemicals in the production of ink, which is the basic raw material for the printing industry, is important for the health of workers and end-users in the printing industry, the prevention of environmental pollution, and the promotion of a sustainable life. This study showed that when safflower oil instead of mineral oil, and natural resins instead of synthetic resins are used in offset printing ink composition, the obtained results were close to the values in the ISO standards for uncoated and bristol boards. In future studies, to obtain results in compliance with the standards for different paper types, the composition of varnish may be changed or different vegetable oils and resin types may be tried to enhance the print quality. The obtained results showed that renewable sources instead of petrochemicals can be used in printing ink production, which has importance for studies in this field. The results obtained in this study will also help in conducting effective studies for the utilization of sources in our country. Moreover, the health and environmental effects associated with the printing industry would be reduced with environmentally friendly inks.

#### Conflict of Interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

#### References

- Aydemir C., Özakhun C., 2014. Matbaa Malzeme Bilimi, Marmara Üniversitesi Yayinevi, İstanbul.
- Erhan S. Z., Bagby M. O., 1994. Polymerization of vegetable oils and their uses in printing inks, Journal of The American Oil Chemists' Society, 71, 1223-1226.
- Ha Y. B., Jin M. Y., Oh S. S., Ryu D. H., 2012. Synthesis of an environmentally friendly phenol-free resin for printing ink, Bulletin of The Korean Chemical Society, 33, 3413-3416.
- ISO 8791-4:2007, "Paper and board — Determination of roughness/smoothness (air leak methods)" — Part 4: Print-surf method



ISO 2470-1:2016, "Paper, board and pulps — Measurement of diffuse blue reflectance factor — Part 1: Indoor daylight conditions (ISO brightness)"

ISO 2493-, "Paper and board - Determination of bending resistance - Part 1: constant rate of deflection"

ISO 536:2019, "Paper and board — determination of grammage"

ISO 534:2011, "Paper and board — determination of thickness, density and specific volume"

Katkade M.B., Syed H.M., Andhale R. R., Sontakke M. D., 2018, Fatty acid profile and quality assessment of safflower (*Carthamus tinctorius*) oil, Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 7, 3581-3585.

Leach R. H., Armstrong C., Brown J. F., Mackenzie M. J., Randall L., Smith H. G., 1988. The Printing Ink Manual, Van Nostrand Reinhold (International) Co. Ltd., England.

Morkbak A., Degn P., Zimmermann W., 1999. Deinking of soy bean oil based ink printed paper with lipasesand a neutral surfactan, Journal of Biotechnology, 67, 229-236.

Özomay, Z., 2016. Kağıt ve Kartonun Yapısal Özelliklerinin Basılabilirlik Parametrelerine Etkisinin İncelenmesi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.

Özomay, Z., 2009. IGT Test Baskı Makinesi ile Ofset Baskı Makinesi Arasındaki Renk Uyumu için Optimum Prosedürün Hazırlanması. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

TAPPI T 555, "Roughness of paper and paperboard"

Robert T., 2014. "Green ink in all colors" – printing ink from renewable resources, Progress in Organic Coatings an International Journal, 78, 287-292.

Simpson B., Tazik P., Miller G., Randall P., 1994. Waste reduction evaluation of soy-based ink at a Sheet-Fed Offset Printer, United States Environmental Protection Agency, Research and Development, Ohio.

Ural E., Özomay Z., Özdemir L., 2018. Palm yağı katkılı mürekkeplerin baskı kalitesine etkisinin belirlenmesi, MSU Fen Bilimleri Dergisi,6, 534.

Ülgen M., Oktav M., Gençoğlu E. N., 2012. Matbaacının Mürekkep Hakkında Bilmesi Gerekenler, Basev Yayınları, İstanbul.

Ülgen M., Oktav M., Çakır N., 2019. Grafik Sanatları için Kimya, Basev Yayınları, İstanbul.

## Orta Karadeniz Bölgesinde Tütün Ekim Alanlarının Karbon Depolama Potansiyeli ve Bitki Beslenme Durumlarının Mesafeye Bağlı Değişkenliği

Elif Günal<sup>1\*</sup>, Nurullah Acir<sup>2</sup>, Hikmet Günal<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Bağımsız Araştırmacı, Tokat, Türkiye

<sup>2</sup> Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Kırşehir, Türkiye

<sup>3</sup> Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tokat, Türkiye

### Araştırma Makalesi

#### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi : 9 Kasım 2020

Kabul Tarihi : 18 Aralık 2020

\*Sorumlu yazar:

elifgunal@yahoo.com

#### ÖZ

Çoğunlukla eğimli arazilerin yer aldığı ormanlık alanlarda, alternatif bir geçim kaynağı olduğundan tütün yetiştiriciliği için önemli miktarda ormanlık alan tahrip edilerek tarım arazisine dönüştürülmüştür. Daimi bitki örtüsünün tahrip edilmesinin ardından,

toprağın işlenerek tarımsal üretimde kullanılması, uzun yıllar boyunca depolanan organik maddenin azalmasına, toprakların bozulmaya karşı dirençlerinin zayıflamasına ve erozyona hassas hale gelmesine yol açmıştır. Bu çalışma, Orta Karadeniz Bölgesinde, çoğunlukla potansiyel orman alanı olan, günümüzde ise buğday/ayçiçeği-tütün rotasyonunda kullanılan arazilerin toprakların temel özellikleri, karbon stoku ve bazı besin elementleri içeriklerinin belirlenmesi ve bu özelliklerin mesafeye bağlı değişkenliklerinin analizi amacı ile gerçekleştirilmiştir. Toplam 73911,35 ha genişliğindeki çalışma alanında yer alan 324 tütün ekili arazinin yüzey toprağı (0-20 cm ) örneklenmiştir. Temel toprak özellikleri, makro besin elementleri ve karbon depolama durumları belirlendikten sonra jeostatistiksel yöntemler ile mekansal dağılımlar modellenmiş ve haritalar üretilmiştir. Topraklarının reaksiyonu, orta asidik (4,89) ile hafif alkali (8,46) arasında değişmekte olup, tuzluluk sorunu bulunmamaktadır. Kireç içeriği az (%0,72) ile çok (%46,18) arasında değişmektedir. Ortalama %8,94 olan kireç içeriği, çalışma alanında değişkenliği en yüksek (VK=%106,9) toprak özelliği olarak öne çıkmaktadır. Karbon stoku, 6,05 ile 113,42 Mg C ha<sup>-1</sup> toprak<sup>-1</sup> arasında olup, ortalama C stoku miktarı 27,98 Mg C ha<sup>-1</sup> toprak<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır. Çok yüksek değişkenliğe sahip olmasına rağmen toprakların fosfor konsantrasyonları tütün yetiştiriciliği için yeterli düzeydedir. Çalışılan alanda en küçük oto korelasyona sahip özellik Cstok (193 m) ve en uzun değer ise kireç (17,2 km) ve değişebilir Mg (18,71 km)'un olduğu görülmektedir. Oldukça geniş ve karmaşık arazilerde çalışılırken, çalışılan alanının toprak oluşum faktörleri bakımından daha homojen bölgelere ayrılmasının mekansal yapının tanımlanması ve alansal dağılımın oluşturulmasında kullanılan modellerin güvenilirliğini arttıracakları düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Karbon stoku, alansal dağılım, fosfor, kireç, tütün, Bafra.

## Spatial Variability of Carbon Storage Potential and Plant Nutrition Status of Tobacco Planting Areas in the Central Black Sea Region

#### ABSTRACT

Significant amount of forest areas, located on mostly sloping lands has been degraded and converted into agricultural land for tobacco cultivation being an alternative source of income. Cultivation of soils following the destruction of permanent vegetation and the use in agricultural production have led to decrease in sequestered organic matter in long-time, thus, the decrease in resistance of soils to degradation increased the vulnerability to erosion. This study was carried out to determine the basic properties, carbon stock and some nutrient content of soils, which are located mostly in potential forest lands and currently used in wheat/sunflower-tobacco rotation in the Central Black Sea

*Bu makaleye atf:*

Günel, E., Acir, N., Günel, H., 2020. Orta Karadeniz Bölgesinde Tütün Ekim alanlarının Karbon Depolama Potansiyeli ve Bitki Beslenme Durumlarının Mesafeye Bağlı Değişkenliği. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi 6(2): 68-81.



This work is licensed under CC BY-NC 4.0

Region, and to analyze spatial variability of these soil properties. Surface soils (0-20 cm) of 324 tobacco cultivated lands in total of 73911,35 ha land were sampled. Basic soil properties, macronutrients and carbon storage status of soil samples were determined, spatial distributions were modeled and maps were produced using geostatistical methods. Soil reaction ranged from moderately acidic (4, 89) to moderately alkaline (8,46), and no salinity problem encountered in the study area. Lime content ranged from low (0,72%) to an excessive (46,18%). Lime content with an average of 8,94% stands out as the soil property with the highest variability (CV=106,9%) in the study area. Carbon stock level was between 6,05 and 113,42 Mg C ha<sup>-1</sup> soil<sup>-1</sup>, and the average C stock was calculated as 27,98 Mg C ha<sup>-1</sup> soil<sup>-1</sup>. Despite being high variability, available phosphorus concentrations of soils was sufficient for tobacco cultivation. The shortest autocorrelation was obtained for Cstok (193 m) and the longest value was for lime (17,2 km) and exchangeable Mg (18,71 km). The results revealed that separation of a large and complex area into more homogeneous zones in terms of soil formation factors will increase the reliability of the models used in defining the spatial structure and creating the spatial distribution.

**Key Words:** Carbon stock, spatial distribution, phosphorus, lime, tobacco, Bafra.

## 1. Giriş

Genellikle ormanlık alanların ve ormanın bozulması ve ormansızlaşması yoluyla gerçekleşen arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişimi, dünya yüzeyinin insan kaynaklı değişimini tanımlama amacı ile kullanılmaktadır (Ellis et al., 2010). Küresel iklim değişikliğine katkıda bulunan bu durum ekosistem hizmetlerinin sunumunu önemli düzeyde etkilemektedir. Doğal veya insan kaynaklı ortaya çıkan değişimler, doğada birbirleri ile ilişkili başka olayların durumunda değişikliğe neden olabilmektedir (MEA, 2005).

İnsanlar uzun zaman önce doğal bitki örtüsünü ortadan kaldırarak, bu arazilerde toprağı işlemeye ve bitkisel üretim yapmaya başlamışlardır. Tarihsel olarak 32,5 ile 35,7 milyon km<sup>2</sup> arasında orman, otlak ve bozkır alandaki doğal bitki örtüsü ortadan kaldırılarak işlemeli tarımın yapıldığı arazilere dönüştürülmüştür (DeFries et al., 1999). Sürdürülebilir olmayan tarımsal uygulamaların kullanımı toprağın organik maddesinin azalmasına (Budak ve ark., 2018a), toprak yapısının bozulmasına (Çelik et al., 2020), sıkışmanın (Korucu et al., 2009) ve erozyonun artmasına (Keesstra et al., 2016) yol açarak toprak verimliliğinin azalmasına neden olmuştur (Khaledian et al., 2017). Toprağın doğal düzenin bozulması ile birlikte gübreleme, sulama, kireçleme ve mekanizasyon gibi işlemler ile üretimin yoğunlaşması, topraktaki karbon (C) dinamiğinin değişmesine ve karasal ekosistemlerde depolanmış olan C'nun önemli oranda kaybına neden olmuştur (Lorenz and Lal, 2018). Küresel olarak ekili arazilerin miktarı 1850'den 2015'e geçen sürede %110 oranında ciddi bir artış göstermiştir. Bitkisel üretimin yapıldığı arazilerde tarımsal faaliyetler nedeni ile gerçekleşen toplam küresel salınımların 1850-2015 dönemi için 98400 Mt C olduğu tahmin edilmektedir (Houghton and Nassikas, 2017).

Toprak organik karbonu stoklarındaki değişiklikler, çoğunlukla ölü bitki materyali veya hayvan gübresi biçimindeki karbon girişleri ile

ayrışma, yıkanma ve erozyon şeklindeki çıkışlar arasındaki dengesizliğin bir sonucudur (Poepflau and Dan, 2015). Toprakta organik karbon zenginleşmesi terimi, karbon dioksitin (CO<sub>2</sub>) atmosferden toprağı bitki kalıntıları veya diğer organik maddeler yoluyla aktarılması ve uzun bir süre toprak organik karbonunun bir parçası olarak tutulması veya depolanması ve böylelikle atmosfere geri yayılmaması sürecini ifade etmektedir (Olson et al., 2014). İklim, jeoloji, arazi ve ürün yönetimi uygulamaları, tarım arazilerindeki toprak C stokunun büyüklüğünü kontrol etmektedir. Ilıman bölgelerde arazilerin tarım arazilerine dönüştürülmesi, toprağın ilk 27 cm derinliğinde depolanmış olan C'unun % 36'sının tropik bölgelerde ise %30'unun atmosfere salınmasına neden olmuştur (Lorenz and Lal, 2018). Atmosferik karbonu toprakta depolanması ile gerçekleşen karbon zenginleşmesi, toprağın verimliliğinin artmasına ve küresel ısınmanın azaltılmasına önemli katkı yapmaktadır (Ratnayake et al., 2017).

Toprak erozyonu nedeniyle de tarım arazilerinde net C kayıpları meydana gelebilmektedir. Su ve rüzgâr ile gerçekleşen hızlandırılmış erozyon, hafif bir fraksiyon (parçacık yoğunluğu <1 Mg m<sup>-3</sup>) olduğu ve toprak yüzeyinin yakınında yoğunlaştığı için toprak organik karbonunun tercihli olarak taşınmasına neden olmaktadır (Lal, 2018). Yapılan araştırmalar, tarım arazilerinden erozyon ile birlikte önemli miktarda toprak organik karbonunun kaybolduğunu göstermiştir. Erozyon nedeni ile taşınan sediment ile birlikte, arazilerden 4000 ile 6000 Mt arasında kadar karbon taşındığı ve arazi içerisinde yer değiştirdiği ve bir kısmının ise atmosfere geri yayıldığı bildirilmektedir (Lal, 2003).

Toprak verimliliğinin en önemli göstergeleri arasında olan pH, elektriksel iletkenlik, organik madde, yarıyışlı fosfor ve potasyum içerikleri, özellikle tarımsal alanlarda, bitkisel üretimde etkisiyle mekânsal ve zamansal olarak oldukça büyük değişkenlik göstermektedir (Bogunovic et al., 2017). Topraktaki besin maddelerinin mesafeye bağlı değişkenliği ana materyalin özellikleri,

topografya, iklim, bitki örtüsü, zaman ve insan faaliyetleri ile farklılaşmaktadır (Keestra et al., 2016). Toprak özelliklerinin dağılımının iyi anlaşılması, tarım arazilerinde toprak yönetiminin daha doğru planlanmasına katkıda bulunmak adına önemlidir (Brevik et al., 2003). Geoistatistiksel yöntemler tarımsal alanlarda toprak özelliklerinin mekânsal dağılımını değerlendirmek için yaygın olarak kullanılmakta (De Paz et al., 2015) ve arazi kullanımının daha doğru yönetilmesine katkıda bulunmaktadır (Budak et al., 2018b). Bozulmuş alanların restorasyona temel oluşturacak olan haritalar mevcut kaynakların uygun bir şekilde değerlendirilmesine katkı sunacağından, üretilen haritaların da mümkün olduğunca doğru olmaları gerekmektedir (Brevik et al., 2015).

Geoistatistik, tarımsal ekosistemlerdeki toprak özelliklerinin mekânsal değişkenliğini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Rosemary et al., 2017; Vasu et al., 2017; Behera et al., 2018; Sürücü et al., 2019). Toprak özelliklerinin mekânsal değişkenliğinin yorumlanması esas olarak semivariogram analizi ve kriging enterpolasyonu kullanılarak gerçekleştirilir. Sıradan (ordinary) kriging, toprak özelliklerinin mekânsal dağılımını tahmin etmek için kullanılan en popüler enterpolasyon yöntemlerinden biridir (Vasu et al., 2017; Sürücü et al., 2019), ancak bu yöntem diğer çevresel faktörlerle ilişkili toprak değişkenlerinin mekânsal yapılarını ve arazideki desenleri görmezden gelir (Ferreiro et al., 2016).

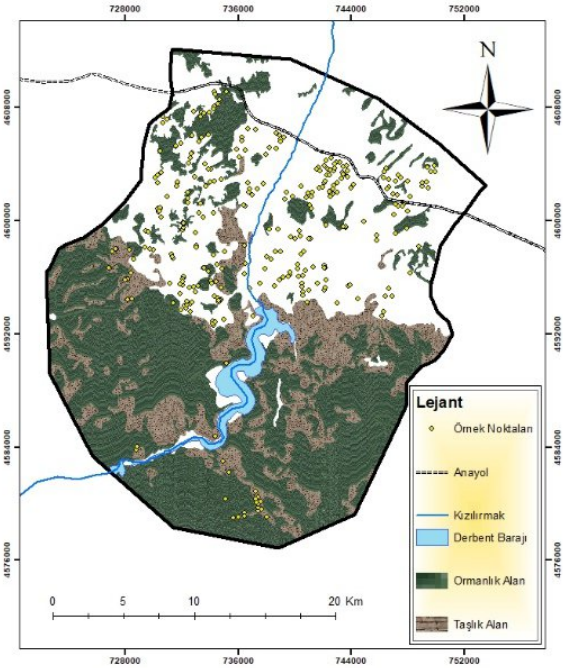
Tütün bitkisi, çoğunlukla hafif ve orta tekstüre sahip, organik madde içeriği düşük ancak yarıyıllı potasyum, fosfor ve demir bakımından zengin olan toprakları tercih eden subtropik bir kültür bitkisidir. Kil içeriği yüksek olan topraklarda yüksek su tutma kapasitesinden dolayı olgunlaşma döneminde daha koyu kahverengi veya kırmızı renkli tütünler üretilebilirken kum içeriği yüksek olan topraklarda ise sarı veya parlak renkli tütünlerin yetiştirilmesi mümkün olabilmektedir (Anonim, 2020a). Farklı kültür bitkilerinin ekili olduğu tarım arazileri, meyve ağaçlarının bulunduğu bahçeleri, ormanlık örtüsünün bulunduğu ormanlık alanları ve daha birçok spesifik arazi çeşidinde yer alan toprakların çeşitli fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin mekânsal dağılımını konu eden çok sayıda araştırma yapılmış ve yayınlanmıştır. Ancak, tütün ekili arazilerin yoğun olduğu bir bölgede, toprakların genel özelliklerinin belirlendiği ve bu özelliklerin mekânsal dağılımlarının araştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle bu çalışmada, ülkemizde tütün yetiştiriciliğinin en yoğun yapıldığı bölgelerden biri olan Samsun-Bafra'da yer alan tütün ekili arazilerin toprak özellikleri belirlenmiş ve alansal dağılımları modellenerek haritalandırılmıştır.

Toprakların temel özellikleri ile alansal dağılımlarının belirlenmesi, tütün tarımında bölgeye özgü sürdürülebilir toprak kalitesi değerlendirmelerinin yapılması ve tütün tarımında uygun amenajman kararlarının alınması için önemlidir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Arazi çalışmaları, Samsun ili Bafra ilçesinde tütün yetiştiriciliği yapılan 73 köy yerleşim yerini kapsamaktadır. Örnekleme alanının toplamı 73911,35 ha olup, bu alanın 29703,75 ha'lık kısmı orman arazisi ve 11693,97 ha'lık kısmı ise kayalık ve taşlık tarım dışı arazidir.



Şekil 1. Çalışma alanı ve örnekleme noktalarının konumu

Tipik Karadeniz iklimine sahip olan Bafra ilçesinde, yazları serin, kışlar ılık ve yağışlıdır. Yıllık ortalama yağış miktarı 700 mm civarında olan ilçede en fazla yağış Kasım ayında, en az yağış ise Mayıs ayında düşmektedir.

### 2.2. Yöntem

#### 2.2.1. Toprak örneklemesi

Tamamı tütün ekili araziler olmak üzere 324 noktadan 0-20 cm derinliğinde bozulmuş toprak örneği alınmıştır. Tütün yetiştiriciliği yapılan araziler, çalışma alanı içerisinde rasgele dağılım gösterdiğinden toprak örnekleme de bu düzende alınmıştır. Toprak örnekleri etiketlenmiş plastik

poşetlerde laboratuvara taşınmış, oda sıcaklığında kurutulmuş ve içerisindeki kök ve taşlar temizlendikten sonra tahta tokmaklar ile parçalanmış ve 2 mm'lik elekten geçirilerek analizlere hazır hale getirilmiştir.



Şekil 2. Çalışma alanı içerisinde çoğunlukla ormanlık alanlarda yer alan tütün ekili alanlardan bir görüntü

### 2.2.2. Toprak Analizleri

Toprakların fiziksel ve kimyasal analizlerinde kullanılan yöntemler ve kullanılan kaynaklar Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Toprak örneklerinin analizlerinde kullanılan yöntemler ve kaynaklar

Özellik	Yöntem ve Literatür
Tekstür	Hidrometre Yöntemi; Gee and Boudier (1986)
Kireç (CaCO <sub>3</sub> )	Kalsimetre Yöntemi; Kacar, (2009)
Organik Madde	Değiştirilmiş Walkey-Black Yöntemi; Nelson and Sommers, (1982)
pH ve Elektriksel İletkenlik	1:2.5 toprak/su ekstraktında; Rhoades et al. (1989)
Bitkiye yararlı fosfor	Sodyum Bikarbonat Yöntemi; Olsen et al. (1954)
Değişebilir potasyum, sodyum, kalsiyum ve magnezyum	Nötr 1 Normal Amonyum Asetat ekstraktında Fleymfotometrik Yöntem; Jackson, (1958)
Hacim Ağırlığı	Saxton et al. (1986) tarafından geliştirilen model kullanılarak tahmin edilmiştir.

Organik karbon stoku hesaplaması Mishra et al. (2010) tarafından kullanılan ve toprağın organik karbon içeriği ve hacim ağırlığı esaslarına dayanan yöntemle tahmin edilmiştir.

$$Cs = (Cm \times Db) \times D \times A \quad (1)$$

Burada Cs:toprağın organik karbon stoku (kg m<sup>-2</sup>), Cm:organik karbon miktarı (kg kg<sup>-1</sup>), Db:hacim ağırlığı (g cm<sup>-3</sup>), D: toprağın derinliği ve A:örnekleme alanını (ha:10<sup>4</sup> m<sup>2</sup>) belirtmektedir.

### 2.2.3. Alansal Dağılımın Modellenmesi ve Haritalama

Çalışma alanı toprak özelliklerine ait en küçük, en büyük, ortalama, standart sapma ve varyasyon katsayısı şeklindeki tanımlayıcı parametreler SPSS programı (SPSS 21) ile hesaplanmıştır. Toprak özelliklerinin mekansal yapısını (mekânsal oto korelasyon) yapısını belirlemek için semivariogramlar oluşturulmuştur. Normal bir dağılıma yaklaşmak ve varyansları stabilize etmek için gerekirse normal dağılım göstermeyen özellikler için log dönüşümü gerçekleştirilmiştir. Daha sonra eşitlik 1'de gösterilen denklem kullanılarak her bir özellik için deneysel semivariogramlar oluşturulmuştur. Anizotropik semivariogramlar yöne bağlı mekansal bağımlılıkta herhangi bir farklılık göstermediğinden izotropik semivariogramlar kullanılmıştır. Deneysel semivariogramların modellenmesinde GS<sup>+</sup> (sürüm 7) yazılımı kullanılmıştır (Gamma Design Software 2004).

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} + \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x_i + h) - z(x_i)]^2 \quad (\text{Eşitlik. 1})$$

Eşitlikte;  $h$ ,  $x_i$  ve  $x_i+h$  noktaları arasındaki ayrılma mesafesi,  $N(h)$   $h$  mesafesi ile birbirlerinden ayrılan çiftlerin sayısı;  $z(x_i)$ ,  $x$  noktasında ölçülen veri;  $z(x_i + h)$ ,  $x+h$  mesafesi ile ayrılmış bir lokasyondaki veriyi tanımlamaktadır.

Farklı lag (noktalar arası mesafe) uzunlukları deneyerek deneysel semivariogramlardan model semivariogramları oluşturulmuştur. Toprak özelliklerinin her biri için en iyi modelin belirlenmesinde, semivariogram modelinin  $r^2$  ve RSS (Artık Kareler Toplamı) değerleri incelenmiştir. Modele ait  $r^2$  değeri 1.0'e yakın ve RSS değeri sıfıra yakın olan modeller en iyi uygun model olarak seçilmiştir (Yang et al., 2019).

Model semivariogramını kullanarak, kriging enterpolasyonu için giriş parametrelerinin yanı sıra mekansal yapı hakkında bilgi sağlayan nugget (külçe) ( $C_0$ ), sill (eşik) ( $C + C_0$ ) ve aralık ( $A$ ) gibi temel mekansal parametreler hesaplanmıştır. Nugget, sıfır mesafedeki varyanstır, sill, bir değişken için bir değer komşu değerleri etkilemediği ölçümler arasındaki gecikme mesafesidir ve aralık, bir değişkenin değerlerinin mekansal olarak diğerinden bağımsız hale geldiği mesafedir (Lopez-Granadoz et al., 2002)

Semi varyogram modelleri ve çapraz doğrulama tekniği ile elde edilen en uygun modeller her bir değişkenin mekansal dağılım haritalarını elde etmek

için kullanılmıştır. Toprak özelliklerinin kriging haritaları, ArcGIS 10.2.1'in jeostatistiksel uzantısı kullanılarak oluşturulmuştur (ESRI, 2014).

### 3. Araştırma Bulguları ve Tartışma

Tarih boyunca, ormanlar temizlenerek tarımsal üretim amacı ile işlenmiş ve Amerika, Afrika ve Eski Sovyetler Birliği'nde ise önemli miktarda doğal mera alanı işlenerek üretimin yapıldığı tarım arazisine dönüştürülmüştür (Ramankutty et al., 2008). Özellikle tropik bölgelerde yer alan tarım arazilerinin yaklaşık %80'inin daha önce orman olan alanları işgal ettiği rapor edilmektedir (Gibbs et al. 2010). Çalışma alanında tütün yetiştiriciliği yapılan arazilerin büyük bir kısmı da, uzun yıllar önce orman olan eğimin yüksek olduğu, orman içi arazilerde yer almaktadır (Şekil 2 ve 3). Her ne kadar tapu da tarım arazisi görünse de bulunduğu konum itibari ile orman arazisi olması gereken arazilerde toprak işleme ile yapılan buğday-tütün rotasyonu arazilerin büyük bir kısmını erozyona karşı oldukça hassas hale getirmiştir. Eğime dik yapılan toprak işleme nedeni ile birçok arazide yüzey toprağının önemli miktarının taşındığı, çevre arazilere kıyasla daha açık renkli yüzey altı katmanının yüzey toprağı haline geldiği ve kaya parçalarının yüzeyde taşlılık oluşturduğu görülmüştür (Şekil 3).



Şekil 3. Orman içi tütün ekili araziler ve erozyonla yüzeye çıkan taşlar

### 3.1. Genel Toprak Özellikleri

Çeşitli ana materyallerin farklı fizyografik ünitelerin yer aldığı çoğunlukla eğimli yüzeylerde ayrışması ile oluşmuş toprakların yer aldığı tütün ekili arazilerden alınan toprak örneklerinin bir kısım fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait tanımlayıcı istatistik parametreleri Çizelge 2'de verilmiştir. Tütün ekili araziler oldukça geniş bir alana yayıldığından dolayı, belirlenen toprak özelliklerinden hacim ağırlığı ve pH haricindekilerin tamamı, çalışma alanı içerisinde orta ve çok yüksek değişkenlik göstermiştir. Belirlenen özelliklerin çalışma alanı içerisindeki değişkenliğinin boyutunu ifade etmede Wilding (1985) tarafından varyasyon katsayısı (VK) değerlerine göre belirtilen sınıflama yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sınıflamaya göre; bir özelliğe ait VK değeri %15'ten küçük olduğunda az değişken,  $\geq\%15$  ile  $\leq\%35$  arasında ise orta değişken ve  $\geq\%35$  olduğunda ise çok değişken olarak değerlendirilmektedir. Toprağın sahip olduğu fonksiyonların birçoğunun gerçekleşmesine önemli düzeyde etki yapan, parçacık büyüklük dağılımı bileşenlerinden kum, çalışma alanı içerisinde çok değişken (VK=43,8%), kil (VK=20,2%) ve silt (VK=25,8%) ise orta düzeyde değişkenlik göstermektedir. Tütün yetiştirilen arazilerin hemen hemen tamamı yüksek miktarda kil içeriğine sahiptir. Köy arazilerinin kil içeriği %8,6 ile 78,6 arasında değişmekte ve ortalama kil içeriği tüm alanda %52,5'dir. Araştırma alanı topraklarının kum içeriği ise %1,4 ile 61,4 arasında değişmektedir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Çalışma alanı topraklarının bir kısım fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait tanımlayıcı istatistik parametreleri

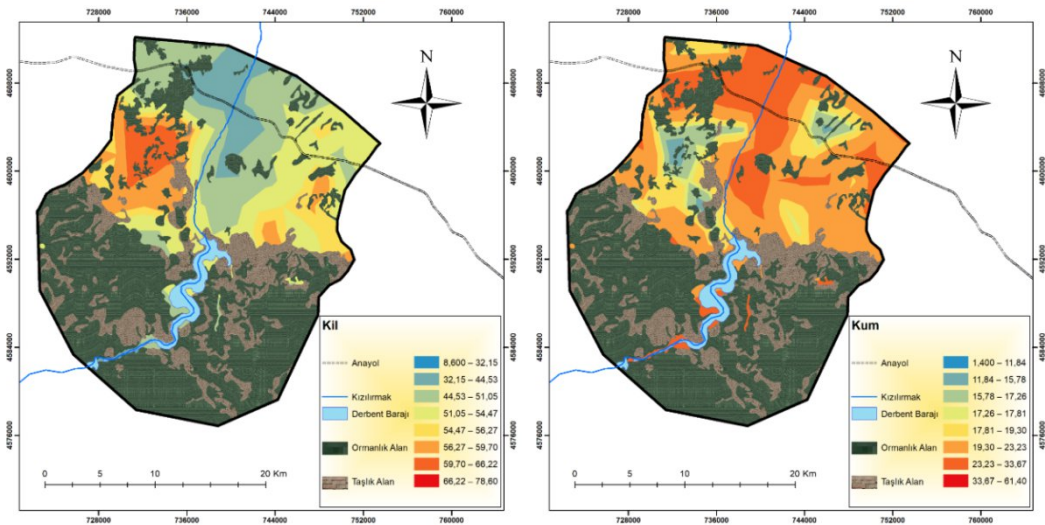
N=324	Birim	En Düşük	En Yüksek	Ortalama	Std. Sapma	VK	Yatıklık	Basıklık
Kil		8,6	78,6	52,5	10,57	20,2	-0,51	0,92
Kum	%	1,4	61,4	21,0	9,18	43,8	1,16	2,84
Silt		12,5	85,0	26,6	6,86	25,8	2,12	15,33
pH		4,89	8,46	7,48	0,56	7,5	-2,09	4,72
EC	dS m <sup>-1</sup>	0,24	2,07	0,89	0,32	36,4	0,68	0,49
Organik C	%	2,36	43,03	11,32	4,61	40,7	1,82	7,76
Kireç		0,72	46,18	8,94	9,56	106,9	1,53	1,75
C Depolama	Mg C ha <sup>-1</sup> toprak <sup>-1</sup>	6,05	113,42	27,98	11,87	42,4	2,16	10,29

Yüksek kil içeriğine sahip olan bu topraklarda, uygun olmayan nem içeriğinde toprak işleme başta olmak üzere yapılacak tarla içi uygulamalar yüzey ve yüzey altında sıkışmaya neden olabilir. Tütün

tarımı yapılan arazilerin önemli bir bölümünde sulama yapılmadığı göz önüne alındığında, yağış ile birlikte toprak yüzeyine gelen suyun toprak içerisinde muhafazasının ne denli önemli olduğu

kolaylıkla anlaşılacaktır. Kil içeriği yüksek olan bu topraklar, daha yüksek su ve besin elementi tutma kapasitesine sahip olmalarına rağmen, arazinin hazırlanması dönemlerinde uygun nem içeriğinin olması önemlidir. Aksi takdirde oluşacak taban taşı, bitki köklerinin derinlere gitmesine engel olacağı gibi, sulama imkânı bulunmayan arazilerde yağışlı dönemde gelen suyun toprak profilinde depolanması mümkün olmayacak ve yüzey akışa neden olarak toprağın taşınmasına yol açacaktır. Çoğunlukla eğimin yüksek olduğu arazilerde yapılan tütün yetiştiriciliği, bu arazilerin özellikle su erozyonuna karşı da hassas olmalarına yol açmaktadır. Araştırma alanı içerisinde de yüksek kil içeriğine sahip topraklar çoğunlukla eğimli arazilerde toplanmıştır.

Kil içeriği yüksek alanlar Şekil 4'de görülmektedir. Bu olumsuzlukların olduğu koşullarda ise tütünde arzu edilen verimin alınması mümkün olmayacaktır. Bunlara rağmen, kil içeriği yüksek olan topraklar, yüksek katyon değiştirme kapasitesi ile rezerv besin elementlerini depolama ve suyu tutabilme yeteneklerinden dolayı verimlilik fonksiyonları yüksektir. Çalışma alanı içerisinde kum içeriğinin yüksek olduğu arazilerin ise çoğunlukla Bafra ovasında Kızılırmak nehrinin etrafında yer aldığı görülmektedir (Şekil 4). Çalışma alanı içerisinde %1,4 ile %61,4 arasında değişen ve ortalama %21 olan kum içeriği yüksek topraklar ise, Kızılırmak nehrinin düzlüğe indiği arazilerde nehir boyunca uzanmaktadır (Çizelge 2 ve Şekil 4).

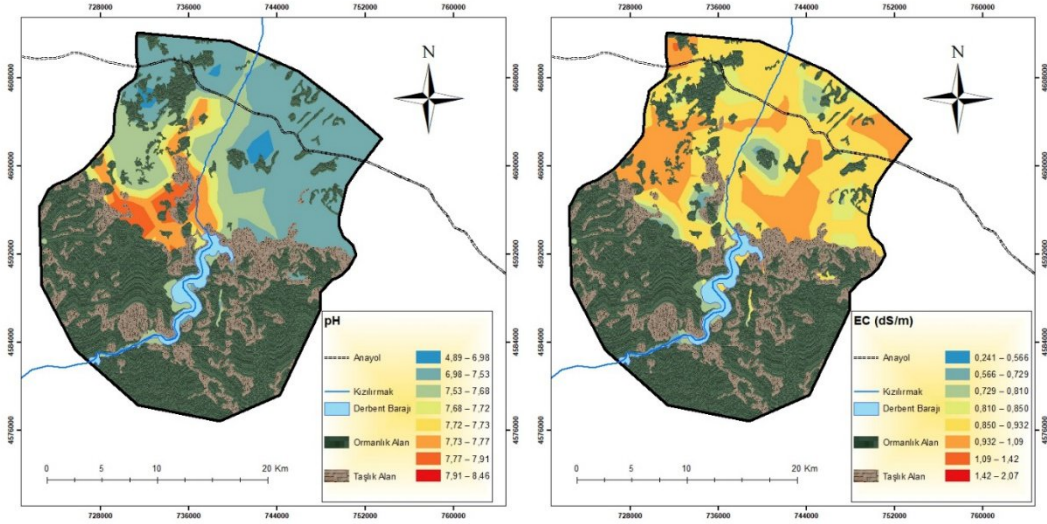


Şekil 4. Çalışma alanında toprakların toplam kil ve kum içeriklerinin dağılımı

Toprakta besin elementlerinin yayırlılığı üzerine önemli düzeyde etki yapan, toprak reaksiyonu (pH) değerleri 4,89 (orta asidik) ile 8,46 (orta alkali) arasında değişmekte, olup ortalama toprak pH'sı 7,48 (hafif alkali)'dir (Çizelge 2). Toprakta bulunan birçok besin elementinin yayırlılığının en üst seviyede olduğu pH aralığının 6,5 ile 7,0 arasında olduğu rapor edilmesine rağmen, birçok bitki için önerilen optimum pH aralığı 5,5-7,5 arasındadır. Bununla birlikte, birçok bitki bu pH aralığının dışına da kendilerini adapte etmiş ve başarılı bir şekilde yetiştirilebilmektedir (Anonim, 2020b). Bu değerlerin altında ve üstünde besin elementlerinin yayırlılığı çeşitli etkileşimlerden dolayı azalmaktadır. Toprakta yeterince besin elementi bulunmasına rağmen, bitkiler bu besin elementlerinden yeterince faydalanamamaktadır. Orta (4,5-5,5) asit pH değerlerinin olduğu arazilerde, özellikle fosfor yayırlılığı yüksek alüminyum konsantrasyonundan dolayı sınırlandırılabilir ve bu arazilerde alüminyum toksikliği bitkisel üretimde

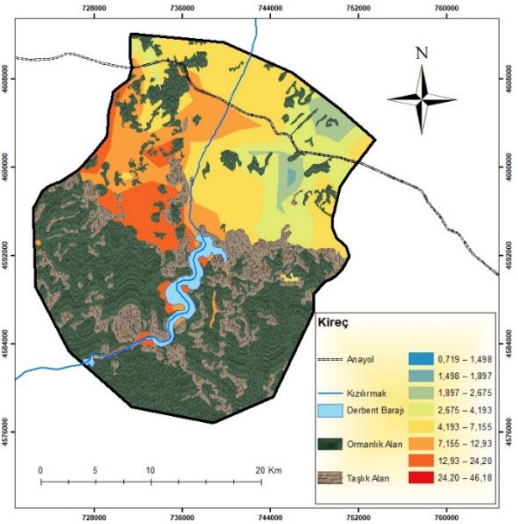
sorun yaratabilir (Weil and Brady, 2017). Düşük toprak pH'sı nedeni ile sorun yaşanabilecek arazilerin, iki ayrı lokasyonda yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 5). Bu alanlarda yapılacak kireçleme ile toprak pH'sının besin elementlerinin bitkiler tarafından daha yayırlı olabileceği bir pH aralığına yükseltilmesi mümkün görülmektedir.

Çalışma alanında yer alan tütün ekili arazilerde elektriksel iletkenlik değerleri 0,24 ile 2,07 dS m<sup>-1</sup> arasında değişmekte ve ortalama EC değeri 0,89 dS m<sup>-1</sup>'dir. Bu değerler, tütün yetiştiriciliği yapılan arazilerin tamamında tuzluluk ile ilgili bir sorunun olmadığını göstermektedir (Çizelge 2). Bununla birlikte, yüzey toprağında EC değerinin 2,0 dS m<sup>-1</sup> civarında olması, toprak profilinde tuz hareketi olduğunun bir göstergesi olarak algılanmalıdır. Bununla birlikte, EC değerlerinin alansal dağılım haritasında da açık bir şekilde EC değerinin yüksek olduğu arazinin çok küçük bir alan kapladığı görülmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. Çalışma alanında toprakların pH ve elektriksel iletkenlik (EC) değerlerinin dağılımı

Çoğunlukla ana materyalden kaynaklanan kireç içeriği bakımından örneklenen arazileri oldukça yüksek düzeyde bir varyasyona sahiptir. Çalışma alanı içerisinde %0,72 (az kireçli) ile 46,18 (çok kireçli) arasında değişen ve ortalama %8,94 olan kireç içeriği, çalışılan toprak özellikleri içerisinde değişkenliği en yüksek (VK= %106,9) olan toprak özelliği olarak öne çıkmaktadır (Çizelge 2). Toprakta bulunan kireç, başta fosfor olmak üzere bir kısım besin elementlerinin yararıslılıklarını olumsuz etkileme potansiyeline sahiptir. Çalışma alanının güney batısında ormanlık arazinin bittiği bölgede yer alan topraklar en yüksek kireç içeriğine sahip iken çalışma alanının kuzey doğusunda yer alan arazilerin çok daha düşük kireç içeriğine sahip oldukları görülmektedir (Şekil 6). Bu kapsamda, araştırma alanı içerisinde, yüksek kireç içeriği nedeni ile besin elementlerinin alınımının etkileneneği araziler olduğu gibi, bunun tam aksine %0,72 gibi çok düşük kireç içeren bir kısım arazilerde kireçleme yapılması verim artışı sağlayabilir.

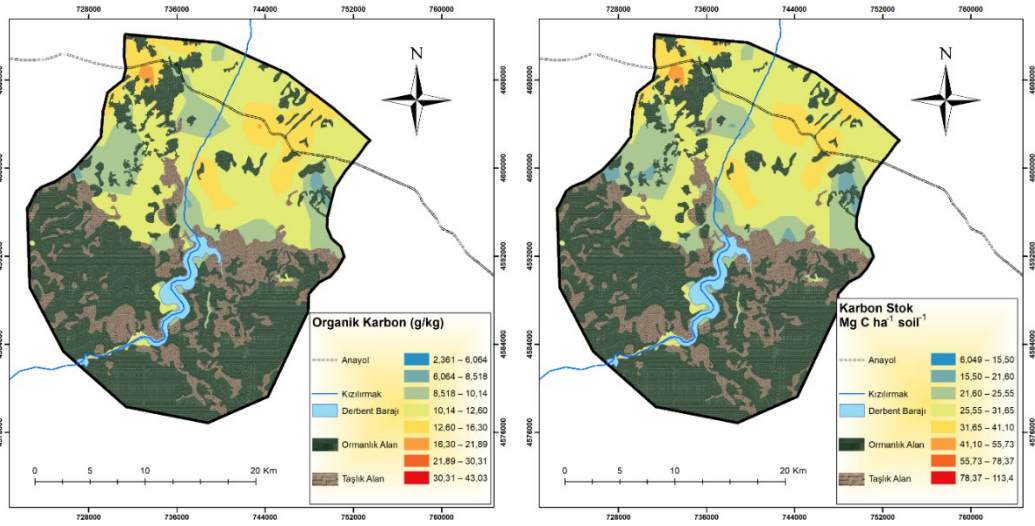


Şekil 6. Çalışma alanında toprakların kireç içeriklerinin dağılımı

### 3.2. Toprak Organik Karbonu ve Karbon Stoku

Toprak organik karbonu (SOC) toprağın katı kısmının önemli bir bileşenidir ve çeşitli ayrışma aşamalarındaki bitki ve hayvan dokuları ile mikrobiyal biokütleden oluşmaktadır. Toprak derinliği, kil içeriği ve mineralojisi, yararıslı su tutma kapasitesi, besin elementi miktarı, arazideki pozisyonuna ve var olan toprak OC stokuna bağlı olarak değişkenlik gösterebilen toprak organik karbon içeriği (Lal, 2018), %2,36 ile 43,03 arasında değişmekte olup (Çizelge 2; Şekil 7), çalışma alanındaki ortalama değeri (%11,32) Türkiye ortalamasının oldukça üzerindedir. Tütün yetiştiriciliği yapılan arazilerin, oldukça farklı özelliklere sahip olmasını yanında, üreticilerin arazi içi uygulamalarının farklılıkları da OC miktarının oldukça yüksek değişkenlik göstermesine neden olmuştur.





Şekil 7. Çalışma alanında toprakların organik karbon içeriği dağılımı ve karbon stok durumu

Arazi kullanım yönetimi, toprakta karbon depolamasını ve küresel karbon döngüsünü etkileyen en kritik faktörlerden biridir (Kucuker et al., 2015). Bir tarımsal üretim yönteminde toprağa katılan C girdiler ve topraktan olan kayıplar arasındaki net denge, belirtilen yönetim şekli altında toprağın C'ü depolayabilme kapasitesini tanımlamada kullanılmaktadır (Lorenz and Lal, 2018). Samsun ili Bafra ilçesinde tütün yetiştiriciliği yapılan 324 farklı araziden alınan toprak örnekleri sonuçları, tütün ekili arazilerde C stoku değerinin 6,05 ile 113,42 Mg C ha<sup>-1</sup> toprak<sup>-1</sup> arasında değiştiğini ve arazilerin ortalama C stoku miktarının 27.98 Mg C ha<sup>-1</sup> toprak<sup>-1</sup> olduğunu göstermiştir (Çizelge 2). Çalışma alanı topraklarının C depolama durumunu gösteren haritadan da görüleceği gibi, alanın doğu ve batı sınırlarında, ormanlık arazilerin aralarında kalan tütün ekili arazilerin C stoku değerlerinin diğer arazilere kıyasla daha düşük olduğu görülmektedir (Şekil 7). Orman örtüsü altında uzun yıllar depolanmış olan organik karbonun, arazilerin tarımsal üretime açılması ile birlikte atmosfere salınması, organik C stokunun bu denli düşük olmasına yol açmıştır. Çalışma alanı topraklarının farklı ana materyaller üzerinde gelişmiş olmasının yanında, arazi kullanım geçmişlerinin farklılığı, üreticilerin tarla içi uygulamalarındaki farklılıklar, C stoku değerlerinin bu kadar geniş bir aralıkta değişmesine neden olduğu düşünülmektedir.

Çalışma alanına ait haritalarda da görüldüğü gibi, tütün ve diğer kültür bitkileri üretiminin yoğunluğu ormandan açılma tarım arazilerinde gerçekleştirilmektedir. Başta tarımsal amaçlı olmak üzere dünya ormanlarının yok edilmesinin, çoğunlukla toprak organik maddesinin hızlandırılmış bir şekilde ayrışmasına neden olan tarımsal üretimden kaynaklanan  $2 \times 10^{15}$  g yıl<sup>-1</sup>'a kadar karbon saldığı tahmin edilmektedir (Han et al., 2009).

### 3.3. Tütün Yetiştiriciliği Yapılan Alanların Beslenme Durumu

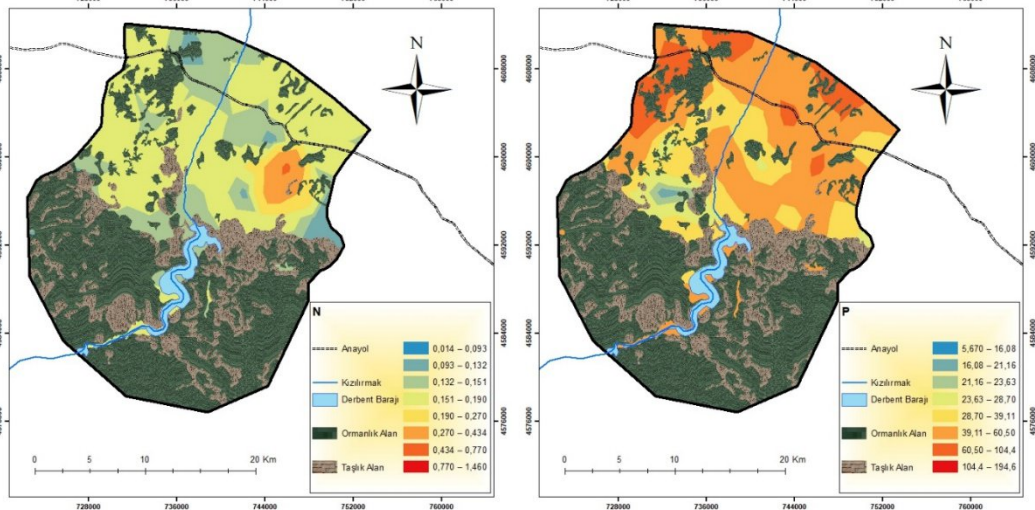
Azot bitki gelişimi için mutlak gerekli olan ve bitkiler tarafından çok yüksek miktarda tüketilen besin elementlerinin başında gelmektedir. Topraklarının toplam azot konsantrasyonu %0,1 ile 1,46 arasında değişmekte olup ortalama toplam azot konsantrasyonunun %0,16 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Toplam azot, organik ve inorganik azot formlarından oluşmaktadır. FAO (1990) tarafından toplam azot için yapılan değerlendirmelerde bu değere sahip topraklar, azot konsantrasyonu yeterli olarak sınıflandırılmaktadır. Ancak çalışma alanının kuzey batı sınırına yer yer toplam azot konsantrasyonunun yetersiz olduğu alanların olduğu da görülmektedir (Şekil 8).

Çizelge 3. Çalışma alanı topraklarının makro ve mikro besin elementlerine ait tanımlayıcı istatistik parametreleri

N=324	Birim	En Düşük	En Yüksek	Ortalama	Std. Sapma	VK	Yatıklık	Basıklık
N	%	0,01	1,46	0,16	0,09	54,79	10,37	151,39
P		5,67	194,62	43,64	33,13	75,92	1,64	2,86
K		46,15	1653,07	287,65	222,13	77,22	2,53	8,52
Mg	mg kg <sup>-1</sup>	61,33	1444,51	433,79	228,77	52,74	0,77	0,42
Ca		1150,66	7742,27	4807,13	1550,81	32,26	-0,41	-0,83
Na		8,80	415,48	53,90	57,60	106,86	3,40	13,11

Çalışma alanında fosfor konsantrasyonu 5,67 (az) ile 194,62 mg kg<sup>-1</sup> (çok fazla) arasında değişmektedir (Çizelge 3 ve Şekil 8). Toprak örnekleme yapılan arazilerin nerede ise tamamında fosfor konsantrasyonu tütün üretiminde noksanlık oluşturacak boyutlarda değildir. Toprak örnekleme sırasında üreticiler ile yapılan görüşmelerde, üreticilerin tamamının dikimle birlikte hektara yaklaşık 250 ile 350 kg di amonyum

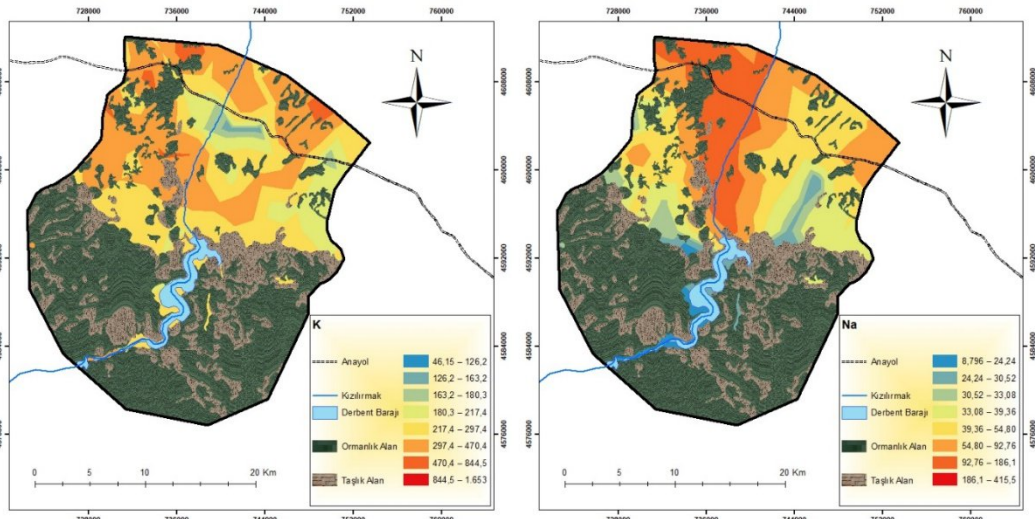
fosfat (DAP- 18N, 46P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- 0K<sub>2</sub>O) gübresi uyguladıkları belirlenmiştir. Toprak örnekleme, vejetasyon dönemi içerisinde yapıldığından, bitkinin dikimi ile birlikte verilen fosforun da etkisi ile örneklenen noktalarının tamamında yarayışlı fosfor konsantrasyonunun yeterli düzeyde çıktığı düşünülmektedir.



Şekil 8. Çalışma alanında toprakların toplam azot (N) ve yarayışlı fosfor (P) konsantrasyonlarının dağılımı

Tütün bitkisinin en fazla tükettiği besin elementlerinden bir tanesi potasyumdur. Örneklenen tütün arazilerinin topraklarının potasyum konsantrasyonu 46,15 ile 1653,07 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmektedir (Çizelge 3; Şekil 9). Özellikle kum içeriği yüksek topraklarda yıkanma potansiyelinden dolayı noksanlık görülen potasyum elementi, örnekleme sahalarının yüksek kil içeriğinden dolayı oldukça yüksek konsantrasyonlardadır. FAO (1990)

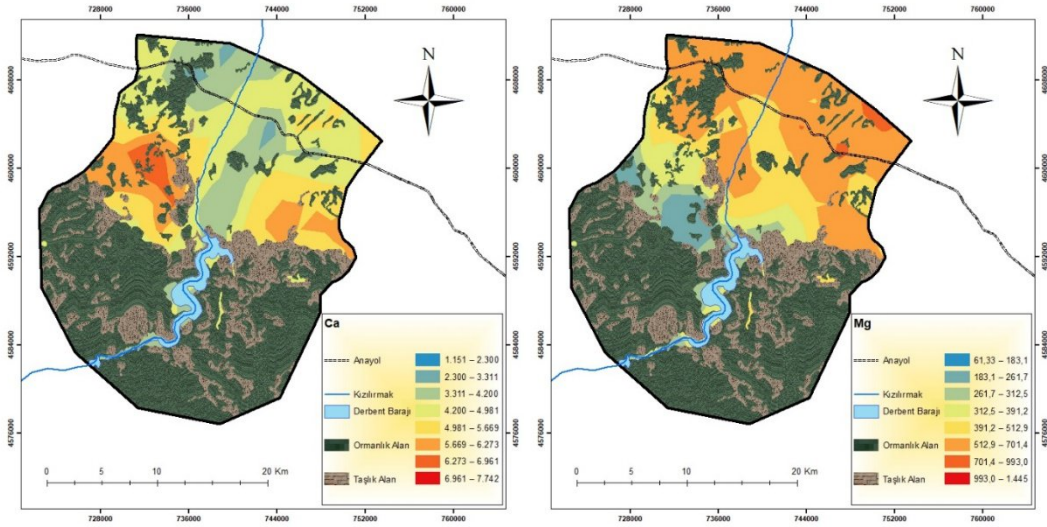
tarafından yapılan değerlendirmede 110 mg kg<sup>-1</sup> ve üzeri potasyum konsantrasyonunun bitkiler için yeterli olacağı belirtilmiştir. Bu değerlendirmeye göre, noksanlık sınırına yakın birkaç örnekleme noktasının haricinde tütün yetiştiriciliği yapılırken potasyumlu gübre kullanımına gerek bulunmadığı anlaşılmaktadır.



Şekil 9. Çalışma alanında toprakların potasyum (K) ve sodyum (Na) konsantrasyonlarının dağılımı

Çalışma alanı içerisinde örneklenen toprakların kalsiyum ve magnezyum konsantrasyonları sırası ile 1150,66-7742,27 mg kg<sup>-1</sup> ve 61,33-1444,51 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmekte olup, ortalama konsantrasyonlar 4807,13 ve 433,79 mg kg<sup>-1</sup> şeklindedir (Çizelge 3). Örnekleme yapılan arazilerin tamamında FAO (1990) değerlendirmesine göre toprakların kalsiyum konsantrasyonları bitki gelişimi için yeterlidir. Ortalama magnezyum konsantrasyonu da FAO

(1990) değerlendirmesine göre yeterli (>160 mg kg<sup>-1</sup>) görülmekle birlikte, birkaç noktada bitkilerin magnezyum beslenmesine yetecek rezervlerinin olmadığı (<160 mg kg<sup>-1</sup>) anlaşılmaktadır. Derbent Barajının kuzey batısında yer alan arazilerde, mümkün olduğunda magnezyum takviyesinin yapılması, bitkilerin daha sağlıklı gelişimlerini destekleyeceği düşünülmektedir (Şekil 10).



Şekil 10. Çalışma alanında toprakların kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) konsantrasyonlarının dağılımı

### 3.4. Mesafeye Bağlı Değişkenliğin Modellenmesi ve Alansal Dağılımlar

Çalışılan her bir özelliğin mekânsal yapısının tanımlanmasına en uygun olan modellerden elde edilen semivariogramlara ait parametreler Çizelge 4'de verilmiştir. Toprak özelliklerinin değişkenliklerinin tanımlanmasında üstel (exponential) ve küresel (spherical) modellerin en iyi tahmin yapan modeller olduğu anlaşılmıştır. Aynı çalışma alanında toprak özelliklerine ait en uygun modellerin farklılığı toprak özelliklerinin mekânsal yapılarının karmaşıklığını ve değişkenliğini yansıtmaktadır (Tang et al., 2017). Bu modeller, toprak özelliklerinin mekânsal dağılımları ile ilgili yapılan çalışmada en yaygın kullanılan modeller

olarak öne çıkmaktadır (Reza et al., 2016; Budak et al., 2018b; Gürel ve Erşahin, 2020). Bulgularımız, toprak özelliklerinin mekânsal bağımlılıklarında önemli farklılıkların olduğunu göstermiştir. Parçacık büyüklük dağılımı bileşenlerinden kile ait range değeri 8700 m iken, kum içeriğinin range değerinin 579 m olması kil içeriğine kıyasla çok daha kısa aralıklarla anlamlı değişim gösterdiğine işaret etmektedir. Çalışılan alanda en küçük oto korelasyon (range) değerleri organik karbon (198 m), Cstok (193 m) ve azot için (207 m) için elde edilirken en uzun range değerlerinin kireç (17.2 km), değişebilir Ca (11.41 km) ve Mg (18,71 km) olduğu görülmektedir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Toprak özelliklerinin mekânsal yapısının incelenmesinde elde edilen modeller ve model parametreleri

Özellik	Model	Nugget	Sill	Range (m)	Mekânsal Bağımlılık %	RSS	r <sup>2</sup>	Dönüşüm
Kil	Küresel	58,1	116,3	8700	50,0	895	0,897	-
Kum	Üstel	0,1	61,54	579	0,16	28,9	0,831	-
pH	Küresel	0,001	0,336	516	0,30	0,0182	0,787	-
Elektriksel İletkenlik	Üstel	0,00176	0,12220	384	1,47	5,112E <sup>-04</sup>	0,608	-
Kireç	Küresel	44,8	116,7	17220	38,4	939	0,928	-
Organik Karbon	Küresel	0,0002	0,1404	198	0,14	8,934E <sup>-04</sup>	0,804	Log
CStok	Küresel	0,0003	0,1416	193	0,21	1,718E <sup>-03</sup>	0,687	Log
Azot	Üstel	0,00001	0,00254	207	0,39	4,412E <sup>-07</sup>	0,816	-
Fosfor	Üstel	0,1818	0,4496	867	40,4	8,745E <sup>-03</sup>	0,821	Log
Potasyum	Küresel	15530	31070	5930	49,9	9,195E <sup>+07</sup>	0,862	Log
Kalsiyum	Küresel	1349000	2699000	11410	49,9	3,949E <sup>+11</sup>	0,900	-
Magnezyum	Küresel	25700	64930	18710	39,6	8,378E <sup>+08</sup>	0,809	-
Sodyum	Küresel	0,20490	0,5108	6050	40,1	0,0155	0,857	Log

Toprak verimliliğinin en önemli göstergeleri arasında olan pH, elektriksel iletkenlik, organik madde, yarayışlı fosfor ve potasyum içerikleri, özellikle tarım arazilerinde, bitkisel üretimde etkisiyle mekânsal ve zamansal olarak oldukça büyük değişkenlik göstermektedir (Bogunovic et al., 2017). Tüm toprak özelliklerinin nugget değerlerinin yüksek olması, örnekleme hatası, kısa mesafe değişkenliğinin yüksekliği, rastgele örnekleme deseni ve doğal değişkenlik gibi etmenler ile açıklanmaktadır. Çalışılan özelliklere ait nugget varyansının yüksek olması, özellikle çalışma alanının oldukça geniş olması nedeni ile en düşük örnekleme mesafesinin bağımlı değişkene ait kısa mesafeli değişkenlikleri açıklamadığını göstermektedir (Glendell et al., 2014). Yüksek nugget değerlerinin enterpolasyon esnasında ağırlıkların daha homojen dağıtılmasına neden olacağı ve bunun da özelliklerin çalışma alanı içerisinde tahminlerini yükselteceğini bildirmişlerdir (Schloeder et al., 2001).

Toprak özelliklerinin çalışma alanı içerisindeki değişken sınıflarını tanımlamak için nugget ve sill oranı kullanılmıştır (Cambardella et al., 1994). Oran %25'ten az ise değişkenin güçlü bir mekânsal bağımlılığa sahip olduğu, oran %25 ile 75 arasındaysa orta derecede mekânsal bağımlılığa sahip olduğu, aksi takdirde değişkenin zayıf bir mekânsal bağımlılığa sahip olduğu kabul edilir. Çalışılan özelliklerden kum, pH, elektriksel iletkenlik, organik karbon, Cstok ve azot içeriklerinin mekânsal bağımlılıklarının güçlü, buna karşılık kil, kireç, fosfor, potasyum, değişebilir kalsiyum, magnezyum ve sodyum içerikleri ise orta derecede mekânsal bağımlıdır (Çizelge 4). Toprak özelliklerinin mekânsal değişkenliği genellikle arazi kullanım türleri, topografya ve iklim gibi toprak oluşum faktörleri, toprak derinlikleri ve insan faaliyetleri tarafından etkilenmektedir (Vasu et al.,

2017). Bu çalışmada olduğu gibi, toprak pH'sının değişkenliğinin toprak ana materyali gibi genetik faktörlere bağlı olarak değiştiği ve güçlü bir mekânsal bağımlılık gösterdiği bildirilmiştir (Ferreiro et al., 2016). Bitki besin elementlerinin çoğunun (N hariç) orta düzeyde mekânsal bağımlılık gösteriyor olması, toprakta bulunan besin elementleri konsantrasyonlarının ise hem genetik hem de gübreleme, sulama, toprak işleme gibi dış etkenler tarafından etkilendiğini bildiren Wang et al. (2009)'ın bulguları ile uyumludur.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Çalışma alanının genişliği nedeniyle ana materyalin çok değişken olması, birçok toprak özelliğinin de değişken olarak tanımlanmasına neden olmuştur. Bu kapsamda az kireçli (%0,72) ile çok kireçli (%46,18) arasında kireç içeriğine sahip olan çalışma alanında değişkenliğin en yüksek olduğu toprak özelliği (VK= %106,9) kireç içeriğidir. Bu durum, tütün ekili arazilerde, kireçleme yapılacak kadar düşük araziler olduğu gibi, yüksek kireç içeriği nedeni ile besin elementi yarayışlılıklarında sorun yaşayabilecek araziler olduğunu göstermektedir.

Ormanlık alan içerisinde yüksek eğimli arazilerde açılan tarım arazilerinde karbon miktarının erozyon ve toprak işleme ile birlikte çok hızlı bir şekilde azaldığı tespit edilmiştir. Çalışma alanındaki ana materyalin çeşidi, arazideki konumu, üreticinin uygulamaları gibi çok fazla değişkenin etkili olduğu fosfor konsantrasyonu, çalışma alanında çok yüksek değişkenliğe sahip olmasına rağmen genel olarak tütün yetiştiriciliği için yeterli düzeydedir. Organik maddenin de çok yüksek olduğu bazı arazilerde tespit edilen oldukça yüksek yarayışlı fosfor içeriğinin ise bir kısım besin elementlerinin alımı için sorun oluşturabileceği

unutulmamalıdır. Ayrıca, eğimli arazilerde yüzey toprağı ile taşınma riski bulunan fosforun, yüzey sularında ötrofikasyona neden olma potansiyeli bulunan besin elementlerinden biri olduğundan ihtiyaçtan fazla olan fosforun kullanımının önüne geçilmesi maliyetin azaltılması ve çevre kirliliğinin önüne geçilmesi adına son derece gereklidir.

Çalışılan alanın çok farklı ana materyal ve bitki örtüsüne sahip olması ve topoğrafyanın değişken olması, toprak özelliklerinin mesafeye bağlı değişkenliklerinin modellenmesi ve haritalanmasında başarının düşük olmasına neden olmuştur. Bu nedenle, çalışma alanının toprak oluşum faktörleri açısından değişkenliğin daha az olduğu bölgelere ayrılması, mesafeye bağlı değişkenliğin yapısının tanımlandığı modellerin ve bu modeller kullanılarak oluşturulacak olan haritaların güvenilirliğinin artmasına katkı sağlayacağına inanılmaktadır.

### Teşekkür

Bu çalışma Öz Ege Tütün Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi ve Socotab Yaprak Tütün Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketinin destekleri ile yürütülmüştür.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar, herhangi bir çıkar çatışması bulunmadığını beyan ederler.

### Kaynaklar

Anonim 2020a. Tobacco growers information. NC State University, Cooperative extension. <http://tobacco.ces.ncsu.edu> (Accessed 01.06.2020).

Anonim, 2020b. Soil pH. Queensland Department of Environment and Heritage Protection. [www.qld.gov.au](http://www.qld.gov.au) (Accessed 03.06.2020).

Behera, S.K., Mathur, R.K., Shukla, A.K., Suresh, K., Prakash, C., 2018. Spatial variability of soil properties and delineation of soil management zones of oil palm plantations grown in a hot and humid tropical region of southern India. *Catena*, 165, 251-259.

Bogunovic, I., Trevisani, S., Seput, M., Juzbasic, D., Durdevic, B., 2017. Short-range and regional spatial variability of soil chemical properties in an agroecosystem in eastern Croatia. *Catena*, 154, 50-62.

Brevik, E.C., Fenton, T.E., Jaynes, D.B., 2003. Evaluation of the accuracy of a central Iowa soil survey and implications for precision soil management. *Precis. Agric.* 4, 323-334.

Brevik, E.C., Sauer, T.J., 2015. The past, present, and future of soils and human health studies. *Soil* 1, 35-46.

Budak, M., Günel, H., Çelik, İ., Nurullah, Acir., Sirri, M., 2018a. Dicle Havzası toprak özelliklerinin yersel değişimlerinin jeostatistik ve coğrafi bilgi sistemleri ile belirlenmesi ve haritalanması. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 5(2), 103-115.

Budak, M., Günel, H., Çelik, İ., Yıldız, H., Acir, N., Acar, M., 2018b. Soil quality assesment of upper Tigris basin. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 13(1), 301-316.

Cambardella, C.A., Moorman, T.B., Novak, J.M., Parkin, T.B., Karlen, D.L., Turco, R.F., Konopka, A.E., 1994. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. *Soil science society of America journal*, 58(5), 1501-1511.

Çelik, İ., Günel, H., Acar, M., Acir, N., Bereket Barut, Z., Budak, M., 2020. Evaluating the long-term effects of tillage systems on soil structural quality using visual assessment and classical methods. *Soil Use and Management*, 36(2), 223-239.

DeFries, R.S., Field, C.B., Fung, I., Collatz, G.J., Bounoua, L., 1999. Combining satellite data and biogeochemical models to estimate global effects of human-induced land cover change on carbon emissions and primary productivity. *Glob. Biogeochem. Cycle* 13, 803-815.

De Paz, J.M., Albert, C., Visconti, F., Jiménez, M.G., Ingelmo, F., Molina, M.J., 2015. A new methodology to assess the maximum irrigation rates at catchment scale using geostatistics and GIS. *Precis. Agric.* 16

Ellis, E.A., Baerenklau, K.A., Marcos-Martínez, R., Chávez, E., 2010. Land use/land cover change dynamics and drivers in a low-grade marginal coffee growing region of Veracruz, Mexico. *Agroforestry Systems*, 80(1), 61-84.

ESRI, 2014. ArcGIS 10.2.1 for Desktop Functionality Matrix, @ <http://goo.gl/u1Yw5i>, (Accessed 6.11.2020).

FAO. 1990. Micronutrient, Assessment at the Country Level: An International Study. FAO Soil Bulletin by Sillanpaa. Rome.

Ferreiro, J.P., de Almeida, V.P., Alves, M.C., de Abreu, C.A., Vieira, S.R., Vázquez, E.V., 2016. Spatial variability of soil organic matter and cation exchange capacity in an Oxisol under different land uses. *Comm. in Soil Sci. Plant Analysis*, 47, 75-89.

Gamma Design Software, 2004. GS+: Geostatistics for the environmental sciences. Plainwell. Mich. USA.

Gee, G.W., Boudier, J.W., 1986. Particle Size Analysis. In: A. Clute (Ed.) *Methods of Soil Analysis*. Part I Agronomy No: 9 Am Soc. of Agron. Madison, Wisconsin, USA.

Gibbs, H.K., Ruesch, A. S., Achard, F., Clayton, M.K., Holmgren, P., Ramankutty, N., Foley, J.A., 2010. Tropical forests were the primary sources of new agricultural land in the 1980s and 1990s. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(38), 16732-16737.

Glendell, M., Granger, S.J., Bol, R., Brazier, R.E., 2014. Quantifying the spatial variability of soil physical and chemical properties in relation to mitigation of diffuse water pollution. *Geoderma*, 214, 25-41.

- Gürel, F., Erşahin, S., 2020. Ilgaz Ormanlarında Saf Uludağ Göknarı ve Saf Uludağ Göknarı-Sarıçam Meşcerelerinde Bazı Toprak Özelliklerinin Uzaysal Değişkenliği. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 22(2), 544-555.
- Han, S.K., Han, H.S., Page-Dumroese, D.S., Johnson, L.R., 2009. Soil compaction associated with cut-to-length and whole-tree harvesting of a conifer forest. *Can. J. For. Res.* 39, 976-989.
- Houghton, R.A., Nassikas, A.A., 2017. Global and regional fluxes of carbon from land use and land cover change 1850–2015. *Glob Biogeochem Cycles* 31, 456–472.
- Jackson, M., 1958. *Soil chemical analysis*. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA. pp. 1-498.
- Kacar, B., 2009. *Toprak analizleri* Ankara: Nobel Yayın Dağıtım. p. 467.
- Keestra, S., Pereira, P., Novara, A., Brevik, E.C., Azorin-Molina, C., Parras-Alcántara, L., Jordán, A., Cerdà, A., 2016. Effects of soil management techniques on soil water erosion in apricot orchards. *Sci. Total Environ.* 551, 357-366.
- Khaledian, Y., Kiani, F., Ebrahimi, S., Brevik, E.C. Aitkenhead-Peterson, J., 2017. Assessment and monitoring of soil degradation during land use change using multivariate analysis. *Land Degradation & Development*, 28(1), 128-141.
- Korucu, T., Arslan, S., Günel, H. Şahin, M., 2009. Spatial and temporal variation of soil moisture content and penetration resistance as affected by post harvest period and stubble burning of wheat. *Fresenius Environmental Bulletin*, 18(9A), 1736-1747.
- Kucuker, M.A., Guney, M., Oral, H.V., Copty, N.K. Onay, T.T., 2015. Impact of deforestation on soil carbon stock and its spatial distribution in the Western Black Sea Region of Turkey. *Journal of environmental management*, 147, 227-235.
- Lal, R. 2003. Soil erosion and the global carbon budget. *Environ Int* 29, 437–450
- Lal, R., 2018. Digging deeper: A holistic perspective of factors affecting soil organic carbon sequestration in agroecosystems. *Global change biology*, 24(8), 3285-3301.
- Lopez-Granados, F., Jurado-Exposito, M., Atenciano, S., Gracia-Ferrer, A., De La Orden, M.S., Gracia-Toreres, L., 2002. Spatial variability of agricultural soil parameters in Southern Spain. *Plant Soil* 246, 97-105.
- Lorenz, K. Lal, R., 2018. Carbon Sequestration in Cropland Soils. In *Carbon Sequestration in Agricultural Ecosystems*. Springer, Chapter 3. pp. 137-173.
- MEA, 2005. *Ecosystems and human well-being: Synthesis Millennium Ecosystem Assessment*. Washington DC: Island Press
- Mishra, U., Ussiri, D. A., Lal, R., 2010. Tillage effects on soil organic carbon storage and dynamics in Corn Belt of Ohio USA. *Soil and Tillage Research*, 107(2), 88-96.
- Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1982. *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties*, Page, A.L., Miller, R.H. Keeney, D.R. (Ed) 2nd Ed. SSS of Am. Inc. Pub., Madison, Wisconsin.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., Dean, L.A., 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *US Dept. of Agric. Cric.* 939.
- Olson, K.R., Al-Kaisi, M., Lal, R., Lowery, B., 2014. Experimental considerations, treatments and methods in determining soil organic carbon sequestration rates. *Soil Science Society of America Journal*, 78, 348–360.
- Poepflau, C. Don, A., 2015. Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops—A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 200, 33-41.
- Ramankutty, N., Evan, A.T., Monfreda, C., Foley, J.A., 2008. Farming the planet: 1. Geographic distribution of global agricultural lands in the year 2000. *Global biogeochemical cycles*, 22(1).
- Ratnayake, R.R., Perera, B.M.A.C.A., Rajapaksha, R.P.S.K., Ekanayake, E.M.H.G.S., Kumara, R.K.G.K., Gunaratne, H.M.A.C., 2017. Soil carbon sequestration and nutrient status of tropical rice based cropping systems: Rice-Rice, Rice-Soya, Rice-Onion and Rice-Tobacco in Sri Lanka. *Catena*, 150, 17-23.
- Reza, S. K., Nayak, D. C., Chattopadhyay, T., Mukhopadhyay, S., Singh, S. K., Srinivasan, R., 2016. Spatial distribution of soil physical properties of alluvial soils: a geostatistical approach. *Archives of agronomy and soil science*, 62(7), 972-981.
- Rhoades, J.D., Manteghi, N.A., Shouse, P.J., Alves, W.J., 1989. Soil electrical conductivity and soil salinity: new formulations and calibrations. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53, 433–439.
- Rosemary, F., Indraratne, S.P., Weerasooriya, R., Mishra, U., 2017. Exploring the spatial variability of soil properties in an Alfisol soil catena. *Catena*, 150, 53-61.
- Tang, X.L., Xia, M.P., Pérez-Cruzado, C., Guan, F.Y., Fan, S.H., 2017. Spatial distribution of soil organic carbon stock in Moso bamboo forests in subtropical China. *Scientific Reports*, 7, 1–13.
- Saxton, K.E., Rawls, W., Romberger, J.S., Papendick, R.I., 1986. Estimating generalized soil-water characteristics from texture. *Soil Sci. Soc. Ame. J.*, 50(4), 1031-1036.
- Schloeder, C.A., Zimmerman, N.E., Jacobs, M.J., 2001. Comparison of methods for interpolating soil properties using limited data. *Soil science society of America journal*, 65(2), 470-479.
- Sürücü, A., Ahmed, T.K., Gunal, E., Budak, M., 2019. Spatial Variability of Some Soil Properties in an Agricultural Field of Halabja City of Sulaimania Governorate, Iraq. *Fresen. Environ. Bull.* 29,193-206
- Vasu, D., Singh, S.K., Sahu, N., Tiwary, P., Chandran, P., Duraisami, V.P., Ramamurthy, V., Lalitha, M., Kalaiselvi, B., 2017. Assessment of spatial variability of soil properties using geospatial techniques for farm level nutrient management. *Soil & Tillage Research*, 169, 25–34
- Yang, S.H., Liu, F., Song, X.D., Lu, Y.Y., Li, D.C., Zhao, Y.G. and Zhang, G.L., 2019. Mapping topsoil electrical conductivity by a mixed geographically weighted regression kriging: A case study in the Heihe River Basin, northwest China. *Ecological Indicators*, 102, 252-264.

Wang, Y., Zhang, X. Huang, C., 2009. Spatial variability of soil total nitrogen and soil total phosphorus under different land uses in a small watershed on the Loess Plateau, China. *Geoderma*, 150(1-2), 141-149.

Weil, R.R., Brady, N.C., 2017. *The nature and properties of soils*. 15<sup>th</sup> Edition. Prentice Hall International. Pearson.

Wilding, L.G., 1985. *Spatial Variability: Its Documentation, Accommodation and Implication to Soil Surveys*. In: D.R. Nielsen and J. Bouma (Eds), *Soil Spatial Variability*, Pudoc, Wageningen, pp. 166- 193.

## Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanında Humus Formlarının Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi

Meriç Çakır<sup>1</sup>, Figen Çakır<sup>2</sup>, Halil İbrahim Yalçın<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı, Çankırı, Türkiye

<sup>2</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Silvikültür Anabilim Dalı, Çankırı, Türkiye

<sup>3</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Çankırı, Türkiye

### Araştırma Makalesi

#### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 12 Aralık 2020

Kabul Tarihi : 19 Aralık 2020

\*Sorumlu yazar:

figencakir@karatekin.edu.tr

#### ÖZ

Humus, uzun yıllardır kullanılmakta olan bir terimdir ve 18. yüzyılda önemi anlaşılacak humus ekolojisi hakkında bilimsel çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Son yıllarda Avrupa sınıflandırma yöntemi geliştirilmiş ve mull, moder, mor, amphi ve tangel olmak üzere beş farklı takım tanımlanmıştır. Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanında yürütülen çalışma dört alanda gerçekleştirilmiş olup bir sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve farklı gelişim çağlarındaki üç karaçam (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) meşceresinde humus formları teşhis edilmiştir. Belirlenen örnek alanlarda 25 cm × 25 cm ölçülerindeki çerçeveler içerisinde alınan ölüörtü örneklerinde OL, OF ve OH ve A horizonları ayrıntılı incelenmiştir. Ölüörtü horizonları morfolojik incelenirken toprak faunasının varlığı dikkatlice belirlenmiş ayrıca A horizonunun pH değeri dikkate alınarak humus formu ortaya konulmuştur. Sonuç olarak ölüörtünün ayrıntılı morfolojik ve biyolojik incelenmesi ile sarıçam meşceresinde Eumacroamphi humus formu olduğu belirlenirken farklı gelişim çağlarındaki karaçam (Çkb, Çkc ve Çkd) meşcerelerinde sırası ile Leptoamphi, Eumesoamphi ve Eumacroamphi humus tipleri olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Humus formu, orman toprağı, meşcere gelişimi, ölüörtü, toprak faunası.

### Determination and Evaluation of Humus Forms in Çankırı Karatekin University, Faculty of Forestry Research and Application Forest

#### ABSTRACT

Humus is a term that has been used for many years, and in the 18th century, scientific studies on humus ecology began with its importance understood. In recent years, the European classification method has been developed and five different sets have been defined as mull, modern, purple, amphi, and tangel. The study conducted in Çankırı Karatekin University Faculty of Forestry Research and Application Forest was carried out in four areas, and humus forms were identified in one scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) and three black pine (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) stands in different developmental stages. OL, OF and OH, and A horizons were examined in detail in the litter samples taken in frames of 25 cm × 25 cm in the determined sample areas. While the morphological examination of the litter horizons, the presence of soil fauna was carefully determined and the humus form was identified by taking into account the pH value of the A horizon. As a result, by detailed morphological and biological examination of the litter, it was determined that there is Eumacroamphi humus form in the scotch pine stand, while it was determined that there are Leptoamphi, Eumesoamphi and Eumacroamphi humus types in black pine stands in different developmental stages, respectively.

**Key Words:** Humus form, forest soil, stands development, litter, soil fauna.

*Bu makaleye atf:*

Çakır, M., Çakır, F., Yalçın, H.İ., 2020. Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanında Humus Formlarının Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi 6(2): 82-90.



This work is licensed under CC BY-NC 4.0



## 1. Giriş

İnsan yaşamı için temel olan toprak, binlerce yıldır etkilerini birçok dilde göstermiştir. Sami dinlerdeki ilk insan olan Âdem ismi İbranicede toprak anlamına gelen *adama*'dan gelmektedir. Benzer olarak insan (human) kelimesi, Latince topraktaki organik madde anlamındaki *humus* dan gelmektedir (Hillel, 1991). Uzun yıllar kullanılan *humus* kelimesi, ilk olarak 18. yüzyılda Avrupa'da terim olarak bilimsel söz dağarcığına Diderot ve d'Alembert'in Ansiklopedisi (1765) ile katılmıştır (Coleman ve ark., 2004). *Humus* ile ilgili en önemli bilimsel çalışmalar, Darwin'in toprak solucanlarının bitkisel *humus* oluşumuna olan etkilerini araştırması ile başlamıştır (Darwin, 1881). Aynı on yıl içerisinde doğal *humus* formlarının bitki ve toprak üzerine etkileri Müller tarafından detaylı bir şekilde çalışılmıştır (Müller, 1887; Müller, 1889). Müller günümüzde de kullanılan üç *humus* türünü Mull, Mor ve Mullartiger Torf (Moder'e eşdeğer) terimlerini kullanarak tanımlamıştır. Bu sınıflandırma ve tanımlama Türkçeye çevrilirken Mull için Mul, Moder için Çürüntülü Mul ve Mor için Ham *humus* karşılıkları kullanılmıştır (Irmak, 1946, 1970). Müller'den sonra Amerika'da *humus* kimyasal yapısı ve doğadaki önemi üzerine çalışmalar yapılmıştır (Waksman, 1936). Takip eden yıllarda *humus* tabakalarının sistematik terminolojisi ve *humus*un genetik sınıflandırması öne çıkmıştır (Wilde, 1966, 1971). Günümüzde ise ölüörtünün ayrışması ve *humuslaşma* süreçlerinin anlaşılmasına yönelinmiştir (Berg ve McClaugherty, 2014).

Son yıllarda birçok araştırmacı, üst topraktaki canlıların faaliyetlerine dayanan farklı *humus* formu sınıflandırmasının geliştirilmesine katkıda bulunmuştur (Green ve ark., 1993; Klinka ve ark., 1997; Ponge ve ark., 2010; Zanella ve ark., 2011b). Tüm farklı sınıflandırma sistemleri arasında, Kanada (Green ve ark., 1993) ve Avrupa (Zanella ve ark., 2011a) sınıflandırma yöntemleri olarak adlandırılan metotlar, son on yılda çeşitli araştırmalarda yaygın olarak kullanılmıştır (Çakır ve Makineci, 2013; Labaz ve ark., 2014; Çakır ve Makineci, 2018; Salmon, 2018; Ferré ve Comolli, 2020). Her iki sınıflandırma da bazı tanımlayıcı horizonların kullanımına dayanır, ancak Kanada sınıflandırması *humus* formunu üç farklı takım (mull, moder ve mor) ile tanımlarken (Green ve ark., 1993), Avrupa sınıflandırması beş farklı takım (mull, moder, mor, amphî ve tangel) tanımlar ve daha detaylı alt kategorilere ayırır (Zanella ve ark., 2018a; Zanella ve ark., 2018b).

Toprak ana materyali, bitki örtüsü ve iklim, *humus* formlarının oluşumunu etkileyen başlıca

faktörlerdir (Ponge ve ark., 2011). Benzer anamateryal ve iklim şartları altında farklı bitki örtüsü veya farklı meşcere gelişim çağları farklı *humus* formlarının oluşumunu etkileyebilmektedir (Bayranvand ve ark., 2017). *Humus* formunun oluşumu, büyük ölçüde hem canlı (ağaç türü bileşimi, toprak organizmaları, orman yönetimi) hem de cansız etkenlerin (eğim, yükselti, iklim, ana kaya, toprak) bileşimi olmasının yanı sıra çevresel şartların da önemli bir göstergesidir (Labaz ve ark., 2014). Toprak içerisinde meydana gelen süreçler binyıllar ile ifade edilirken, ölüörtüde meydana gelen değişiklikler on yıllar ile ifade edilmekte olduğundan gösterge olarak da kullanılabilir (Jabiol ve ark., 2013). Meşcerelerin yaşam döngüsü ve gelişim çağları arasındaki ilişki meşcere sıklığına ve yaprak yüzey endeksine bağlı olarak ölüörtü miktarını ve kalitesini etkilerken, meydana gelen *humus* formu toprak canlı çeşitliliğinin ve ekosistemdeki besin döngüsünün göstergesidir (Ponge ve Chevalier, 2006). Ayrıca yakın zamanda, *humus* formlarının toprak organik karbon depolanmasının da bir göstergesi olduğu belirtilmiştir (Andreetta ve ark., 2011; De Vos ve ark., 2015).

Türkiye'de *humus* formları ile ilgili çalışmalar geçmiş yıllarda yapılmaya başlanmış ve önemi vurgulanmıştır (Irmak ve Çepel, 1974; Irmak, 1977; Miltner ve ark., 1996; Çakır ve Makineci, 2013). Fakat günümüzde asli ağaç türlerimiz altında gelişen *humus* formları hakkında yeterli çalışma bulunmamaktadır. *Humus* formunun belirlenmesi, ekosistemdeki besin döngüsü ve toprak biyoçeşitliliği hakkında önemli bilgiler vermektedir (Klinka ve ark., 1990; Mori ve ark., 2009; Bernier, 2018). Bu çalışmanın ile Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanında gelişen bazı *humus* formlarının ortaya konulması amaçlanmıştır. Böylece Türkiye koşullarında *humus* formlarının gelişiminin anlaşılmasına katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Çalışma Alanı

Çalışma Çankırı şehir merkezine 30 km uzaklıkta Eldivan ilçesinde bulunan Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanında (AUO) yürütülmüştür. Araştırma ve Uygulama Ormanı 40°30'33" K ve 33°26'20" B koordinatları arasında yer almakta olup 367 ha alanı kapsamaktadır. Hakim ağaç türleri karaçam (*Pinus nigra subsp. pallasiana* (Lamb.)

Holmboe), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve meşe türleri (*Quercus infectoria* G. Olivier. ve *Quercus robur* L.) dir. Yükseltisi 1200-1600 m arasında olan araştırma ormanı yarı kurak, yıllık ortalama yağışı 486 mm ve yıllık ortalama sıcaklığı 10,5 °C (en yüksek sıcaklık 37,0 °C ile ağustos ayında, en düşük sıcaklık -17,3 °C ile şubat ayında) dir (Abay ve Ursavaş, 2009). Ana materyal, ağırlıklı olarak Miyosen-Pliyosen kökenli serpantin, spilit, radyolarit ve diyabaz'dır (Çakır ve ark., 2020). Topraklar iyi drenaja sahip, sıg, hafif asidik, orta miktarda kalsiyum karbonat ve toprak türü kildir (Çakır, 2019).

## 2.2. Meşcere Değişkenlerinin Belirlenmesi

Araştırma ve Uygulama Ormanında bulunan karaçam ve sarıçam meşcereleri çalışma alanları olarak seçilmiştir. Karaçam meşcereleri gelişim çağlarına göre, direklik çağı ( $d_{1,30}= 8-19,9$  cm) "Çkb", ince ağaçlık çağı ( $d_{1,30}= 20-35,9$  cm) "Çkc" ve orta ağaçlık çağı ( $d_{1,30}= 36-51,9$  cm) "Çkd" gelişim çağlarında bulunurken, sarıçam meşceresi orta ağaçlık çağı ( $d_{1,30}= 20-35,9$  cm) "Çsc" gelişim çağında bulunmaktadır. Belirlenen karaçam ve sarıçam meşcerelerinde 500m<sup>2</sup> alan içerisinde bulunan bütün ağaçların yaşları, çapları ve boyları ölçülmüştür. Daha sonra örnek alan içerisine giren bütün ağaçların sayısı ile hektardaki ağaç sayısı ve ağaçların çap sınıflarına göre dağılımı belirlenmiştir. Meşcere kapalılığını belirlemek için balıkgözü lens ve HEMIV9 donanımına sahip yüksek çözünürlüklü dijital SLR kamera kullanılmıştır. Alınan görüntüler HemiView yazılımı kullanılarak analiz edilmiş ve kapalılık belirlenmiştir.

## 2.3. Ölüörtünün Örneklenmesi ve Humus Formunun Tanımlanması

Her meşcere içerisinde 16m<sup>2</sup> lik örnek alanlar belirlenmiştir. Ölüörtünün organik ( $O_L$ ,  $O_F$  ve  $O_H$ ) ve

organo-mineral (A) horizonları, her bir örnek alanın üç köşesinden alınan 25 cm × 25 cm ölçülerindeki çerçeveler içerisinde tanımlanmıştır. Humus formunun tanımlanmasında kullanılan organik ve organo-mineral horizonların özellikleri şu şekildedir;

$O_L$ , neredeyse bozulmamış yoğun miktarda yaprak ve göreceli olarak az miktarda dal, kozalak ve kabuk vb. parçalarından oluşur. Bu horizon ikiye ayrılabilir: (i) Belirgin bir ayrışma olmaksızın bir yaşından küçük ölüörtüden oluşan  $O_{Ln}$ ; ve (ii) esas olarak mantar aktivitesi nedeniyle renk değişiklikleri, kohezyon ve sertlik gösteren bir yaşından büyük ölüörtüden oluşan  $O_{Lv}$  (Zanella ve ark., 2011a).

$O_F$ , kaba bitki parçaları ile dışkı topaklarının birikmesinden kaynaklanan ince organik madde (% 30'dan az) karışımından oluşur (Zanella ve ark., 2011a).

$O_H$ , %70'den fazla canlılara ait dışkı topaklarının birikmesinden kaynaklanan ince organik madde ile küçük bitki parçalarından oluşur.  $O_H$  horizonu,  $O_F$  horizonuna kıyasla toprak canlılarının faaliyetlerinden dolayı daha fazla dönüşüme (parçalanma, humifikasyona) uğramıştır. A, ölüörtünün ayrışmasından ve toprak canlılarının faaliyetlerinden etkilenen bu horizon toprak faunası faaliyetine göre zoojenik (zoA) ve zoojenik olmayan (nozA) olarak ikiye ayrılır. Zoojenik A horizonu solucanlar, saksı kurtları ve eklembacaklılar tarafından etkilenirken zoojenik olmayan A horizonu mantar ve bakteri faaliyetinden etkilenir. Daha sonra zoojenik A horizonu toprak canlılarının boyutları ve A horizonunda oluşturdukları agregatlara göre makro (maA), mezo (meA) ve mikro (miA) tanımlayıcı horizonlara ayrılır (Zanella ve ark., 2011a; Zanella ve ark., 2018a).



Şekil 1. Canlı faaliyetleri sonucu oluşan zoojenik, biyomakro (maA), miyomezo (meA) ve biyomikro (miA) organik-mineral A horizonları.

Yapılan yeni sınıflandırmaya göre, Mull, Moder (çürüntülü mull) ve mor (ham humus)'a ek olarak Amphi ve Tangel humus formu eklenmiştir (Zanella ve ark., 2018b). Yeni eklenen humus formlarında, anakaya/anamateryal ve A horizonunun pH değeri humus formlarının ayırımında kullanılmaktadır (Zanella ve ark., 2009; Zanella ve ark., 2011b; Zanella ve ark., 2018b).

## 2.4. Toprağın Örneklenmesi

Meşcerelerin genel toprak özelliklerinin ortaya konması için her bir örnek alanda toprak çukuru açılmıştır. Toprak çukurlarından derinlik kademelerine göre (0 – 5 cm, 5 – 15 cm, 15 – 30 cm, 30 -60 cm) örnekleme yapılmıştır. Her derinlik kademesinin ortasından 100 cm<sup>3</sup> çelik silindirleri ile toprak örneği alınmış ve hacim ağırlığı belirlenmiştir (Blake ve Hartge, 1986). Ayrıca her derinlik kademesinden alınan toprak örnekleri laboratuvara getirilerek analize hazır hale getirilmiş ve toprak türü, pH, EC, tuzluluk, kireç, organik karbon ve anakayaya dair bilgiler belirlenmiştir (Karaöz, 1989; Pansu ve Gautheyrou, 2006).

## 3. Bulgular

### 3.1. Farklı Gelişim Çağlarındaki Karaçam Meşcerelerindeki Humus Formları

Karaçamın Çkb gelişim çağındaki meşceresi AUO içerisindeki 43. bölmede bulunmaktadır. Ortalama yaşı 25 olan karaçam meşceresi 15 cm çap ve 14 m boy yapmaktadır. Hektardaki ağaç sayısı 1161 ha ve kapalılık derecesi ise 0,9 (tam kapalı) olarak belirlenmiştir. Söz konusu meşcere dikim ile getirilmiştir. Sık dikim yapılmış olup meşcere gelişim süresi boyunca hiç müdahale görmediği için boy gelişimi fazladır (0). Karaçam yarı ışık ağacı olmasına rağmen gölgeye dayanıklı değildir ve en iyi gelişimini dolu güneş ışığında yapar (Genç, 2012). Bu sebeple meşcere gelişimi açısından ivedilikle aralama müdahalelerinin yapılması gerekmektedir. Sıra veya mesafe aralaması

uygulanarak bireylere daha serbest çap gelişimi yapabilecekleri yaşam alanı sağlanmalıdır. Meşcere içerisine giren ışık miktarı az olduğu için alt dallarda doğal dal budanması meydana gelmiştir. Işık azlığından dolayı toprak üstünde otsu bitkilere rastlanmamıştır. Yoğun bir ölü örtü tabakası bulunmaktadır (3.388 g m<sup>-2</sup>). Meşcere kapalılığı yüksek olup, aralama müdahaleleri sonucu toprağa ulaşan suyun, ışığın ve dolayısıyla sıcaklığın yararlı ölçüler içinde artırılması, mikroorganizma faaliyetinin artması ve ölü örtü ayrışmasının hızlanmasına ve daha verimli toprak koşullarının yaratılmasına yardımcı olur (Odabaşı ve ark., 2004). Çkb meşceresi 1414 m rakımda ve düz bir arazide bulunmaktadır. Açılan toprak çukurunda 60 cm'ye kadar inilebilmiştir. Toprak türü kil olan toprakların reaksiyonu çok hafif asit (pH:6,41) ile hafif alkalidir (pH:7,62). Az kireçli (% 1,95) olan topraklarda organik madde üst toprakta çok yüksekken toprak derinliği azaldıkça organik madde miktarı da azalmaktadır (ort. % 5,22) (Çepel, 1995). Anakaya serpantin anakayasıdır.

Ağaç gövdeleri arasından alınan ve makroskopik olarak incelenen ölü örtü örneğinin 5cm kalınlığında olduğu belirlenmiştir. O<sub>L</sub> tabakası 1,5 cm, O<sub>F</sub> tabakası 3 cm ve O<sub>H</sub> tabakası yaklaşık 0,5 cm dir. Ölü örtü tabakası altında organomineral Ah horizonu 1,0 – 1,5 cm kalınlığındadır. O<sub>F</sub> ve O<sub>H</sub> horizonlarında mantar miselleri mevcutken OH ve Ah horizonlarında kılcal kökler mevcuttur. Ah horizonundaki mineral madde küçük ve yuvarlak köşeli iken A horizonunda köşeli ve daha açık renktedir. Alanda mikroeklembacıklılara ve dışkılara rastlanmıştır. Yeni sınıflandırmaya göre O<sub>L</sub>, O<sub>F</sub> ve O<sub>H</sub> horizonlarını içeren ve A horizonunun pH değeri 5'den yüksek olan Çkb meşceresinin humus formu *Amphi* olarak tanımlanmıştır. Sınıflandırmanın sonraki aşamasında *Amphi* humus formu kendi içerisinde O<sub>H</sub> horizonunun kalınlığına ve canlı faaliyetine göre 4'e ayrılmaktadır. Çkb alanında O<sub>H</sub> horizonu 1cm'den az olduğu ve maA horizonu olduğu için *Leptoamphi* humus formu olarak teşhis edilmiştir (0).

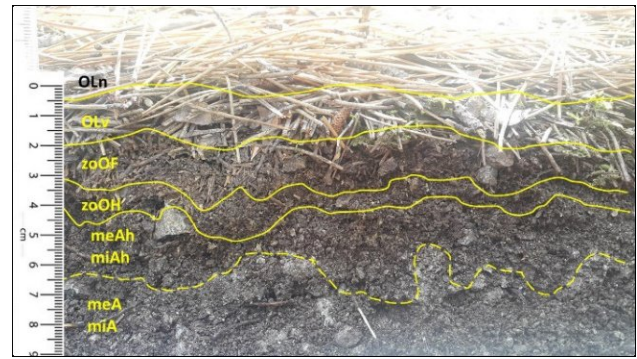


Şekil 2. Çkb gelişim çağındaki karaçam meşceresi ve Leptoamphi humus formuna ait tanımlayıcı horizonlar.

Karaçamın Çkc gelişim çağındaki meşçeresi AUO içerisindeki 41. bölmede bulunmaktadır. Ortalama yaşı 86 olan karaçam meşçeresi 23 cm çap, 13 m boy yapmakta olup hektardaki ağaç sayısı 797 ha ve kapalılık derecesi ise 0,8 olarak belirlenmiştir. Söz konusu meşçere ince ağaçlık çağında olup gevşek kapalılık söz konusudur. İdare süresinin sonlarına yaklaşan bu meşçerede kuvvetli alçak aralama müdahaleleri uygulanarak çap artımı sağlanabilir ayrıca bireylerin tepe gelişimi de desteklenebilir müdahale gerekmemekte olup kapalılık derecesinin. meşçerenin bulunduğu alan 1.366 m rakımda %20-25 eğime sahip olup Kuzey bakıda yer almaktadır. Meşçere içerisine giren ışık miktarı, Çkb meşçeresine kıyasla göreceli daha fazladır ve az miktarda otsu tür ile toprak üstü yeşillenmiştir. Yoğun bir ölüörtü tabakası bulunmaktadır (3.043 g m<sup>-2</sup>). Çkc meşçeresinde açılan toprak çukurunda 30 cm'ye kadar inilebilmiştir. Toprak türü kil ve toprakların reaksiyonu çok hafif asidiktir (pH: 6,49). Az kireçli (% 2,12) olan topraklarda organik madde miktarı orta yoğunlukta olup alt derinlik kademelerine doğru azalmaktadır (ort. % 4,26) (Çepel, 1995). Anakaya serpantin anakayasıdır.



Alınan ölüörtü örneklerinde, toprak üstünde 4 cm kalınlığında bir ölüörtü katmanı olduğu belirlenmiştir. Organik tabakalar ortalama, O<sub>L</sub> tabakası 2 cm, O<sub>F</sub> tabakası 1 cm ve O<sub>H</sub> tabakası ortalama 1 cm kalınlığındadır. Ölüörtü tabakası altında organo-mineral Ah horizonu 2 – 2,5 cm kalınlığındadır. O<sub>H</sub> ve Ah horizonlarında yoğun miktarda mantar miselleri ve kılcal kökler görülmektedir. Ah ve A horizonlarındaki mineral maddeler küçük, yuvarlak köşeli ve A horizonunda Ah horizonuna kıyasla renk daha açıktır. Alanda mikroeklembacıklılara ve dışkılara rastlanmıştır. Yeni sınıflandırmaya göre O<sub>L</sub>, O<sub>F</sub> ve O<sub>H</sub> horizonlarını içeren ve A horizonunun pH değeri 5'den yüksek olan Çkc meşçeresinin humus formu *Amphi* olarak tanımlanmıştır. Sınıflandırmanın sonraki aşamasında *Amphi* humus formu kendi içerisinde O<sub>H</sub> horizonunun kalınlığına ve canlı faaliyetine göre 4'e ayrılmaktadır. Çkb alanında O<sub>H</sub> horizonu 3cm'den az olduğu ve miA ve meA horizonu olduğu için *Eumesoamphi* humus formu olarak teşhis edilmiştir (0).



Şekil 3. Çkc gelişim çağındaki karaçam meşçeresi ve Eumesoamphi humus formuna ait tanımlayıcı horizonlar.

Karaçamın Çkd gelişim çağındaki meşçeresi AUO içerisindeki 43. bölmesinde bulunmaktadır. Ortalama yaşı 146 olan karaçam meşçeresinin çapı 37 cm, boyu 14 m, hektardaki ağaç sayısı 633 ha ve kapalılık derecesi 0,7'dir. Meşçere gençleştirme çağına ulaşmış olup ağaç türünün biyolojisi ve yetiştirme ortamı koşulları dikkate alınarak siper durumu ile gençleştirme müdahalelerine başlanmalıdır. Meşçerenin bulunduğu alan 1.445 m rakımda %25 eğime sahip olup Kuzey bakıda yer almaktadır. Meşçere içerisine giren ışık miktarı fazla olduğundan alt tabakada karaçam gençliği ve ardıç ve bol miktarda otsu tür bulunmaktadır. Örnek alanlar arasında en yoğun ölüörtü tabakasına (7.128 g m<sup>-2</sup>) sahip karaçam meşçeresidir bunun bir nedeni de ölüörtü içerisinde yoğun miktarda ince dal ve kozalak olmasıdır. Çkd meşçeresinde açılan toprak

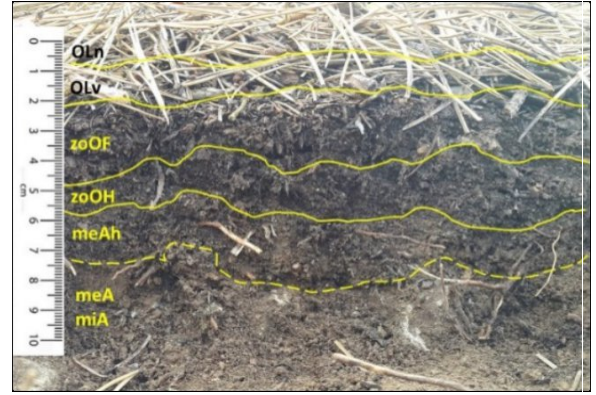
çukurunda 30 cm'ye kadar inilebilmiştir. Çkd meşçeresinin tüm derinlik kademelerinde toprak türü kildir. Toprak reaksiyonu hafif alkali (pH: 7,16) ve çok hafif asidiktir (pH: 6,94). Az kireçli (% 2,32) olan topraklarda organik madde miktarı düşüktür (ort. % 2,71) (Çepel, 1995). Anakaya serpantin anakayasıdır.

Alınan ölüörtü örneklerinde, toprak üstünde 5,5 cm kalınlığında bir ölüörtü katmanı olduğu belirlenmiştir. Organik tabakalar ortalama, O<sub>L</sub> tabakası 2 cm, O<sub>F</sub> tabakası 2,5 – 3 cm ve O<sub>H</sub> tabakası ortalama 1 – 1,5 cm kalınlığındadır. Ölüörtü tabakasının altında organo-mineral Ah horizonu 1,5 – 2 cm kalınlığındadır. Mantar miselleri O<sub>F</sub>, O<sub>H</sub> ve Ah horizonlarında yoğun miktarda bulunmakta ve toprak agregatlarını birbirlerine bağlamaktadır. Ah horizonunda ise ince kökler yoğun miktarda

bulunmaktadır. Ah horizonundaki mineral maddeler küçük ve yuvarlak köşeli iken A horizonunda daha büyük köşeli ve daha açık renktedir. Çkd meşçeresinde makroklembacaklı olan kırkayak (Diplopoda) taksonuna rastlanmış ayrıca mikro ve makroklembacaklı dışkıları da görülmüştür (0). Çkd meşçeresi ölüörtüsü  $O_L$ ,  $O_F$  ve  $O_H$  horizonlarını içerirken, A horizonunun pH değeri 7,16'dır. Bu özellikleri ile humus formu *Amphi* olarak tanımlanmıştır. Ayrıca maA horizonu içermesi ve 1 cm'den kalın  $O_H$  horizonu içermesi nedeni ile humus formu *Eumakroamphi* olarak teşhis edilmiştir (0).



Şekil 4. Makroklembacaklı olan kırkayak (Diplopoda).



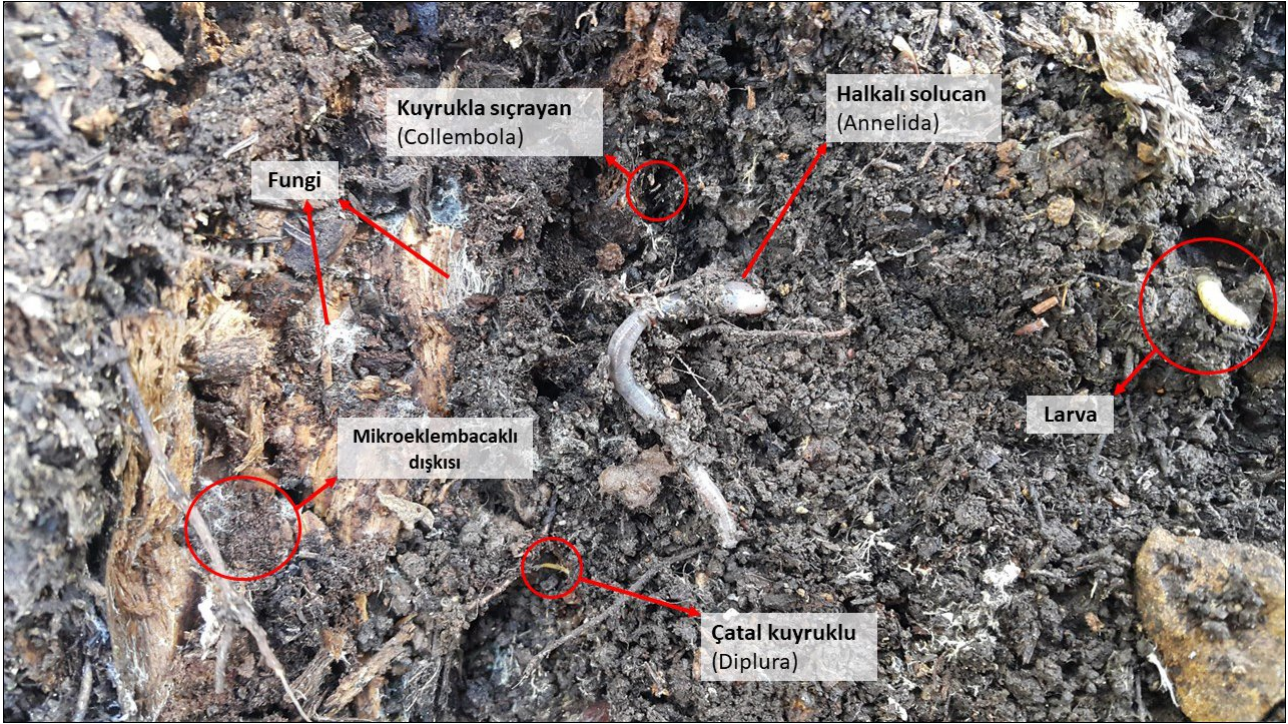
Şekil 5. Çkd gelişim çağındaki karaçam meşçeresi ve Eumakroamphi humus formuna ait tanımlayıcı horizonlar.

### 3.2. Sarıçam Meşçeresindeki Humus Formu

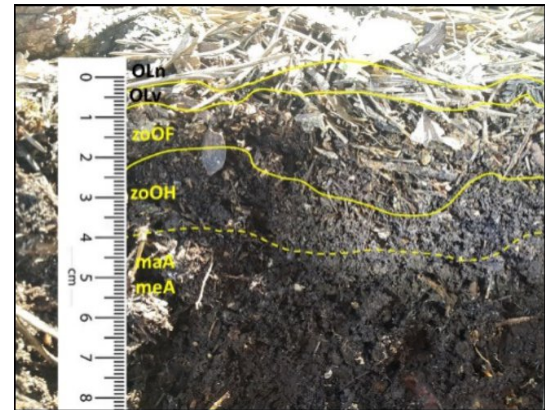
Araştırma ve Uygulama ormanında bulunan diğer bir tür olan sarıçamın Çsc gelişim çağındaki meşçeresi 43. bölmede bulunmaktadır. Ortalama yaşı 72 olan sarıçam meşçeresinin çapı 25 cm boyu 15 m, hektardaki ağaç sayısı 675 ha ve kapalılık derecesi 0,9 dur. Saf sarıçam meşçeresi içerisinde çok az karaçam bulunmaktadır. Meşçere ince ağaçlık çağında olup kuvvetli alçak aralama müdahaleleri ile çap ve tepe gelişimi sağlanarak, meşçere doğal gençleştirmeye hazırlanmaya başlanmalıdır. Meşçerenin bulunduğu alan 1634 m rakımda %30-35 eğime sahip olup Kuzey-Batı bakıda yer almaktadır. Sarıçam meşçeresinin alt tabakasında ardıç, eğrelti otları, bol miktarda otsu tür ve karayosunları bulunmaktadır. Metrekaredeki ölüörtü miktarı sarıçam meşçeresinde  $4096 \text{ g m}^{-2}$  dir. Çsc meşçeresinde açılan toprak çukurunda taşlılık nedeni ile 15-20 cm'ye kadar inilmiştir. Rakım yüksek ve eğim fazla olduğu için topraklar sıgırdır fakat anakaya köklerin daha derine inmesine izin vermektedir. Çsc meşçeresinin üst derinlik kademelerinde toprak türü kumlu killi balçık iken 5-15 cm de killi balçıktır. Toprak reaksiyonu çok hafif asidiktir (pH: 6,51). Az kireçli (% 0,85) olan

topraklarda orta miktarda organik madde bulunmaktadır (ort. % 8,85) (Çepel, 1995). Anakaya sipilit anakayasıdır.

Alınan ölüörtü örneklerinde, toprak üstünde 4 cm kalınlığında bir ölüörtü katmanı olduğu belirlenmiştir. Organik tabakalar ortalama,  $O_L$  tabakası 0,5-1 cm,  $O_F$  tabakası 1,5 – 2 cm ve  $O_H$  tabakası ortalama 1,5 – 2 cm kalınlığındadır. Ölüörtü tabakasının altında geçiş horizonu olan organo-mineral Ah horizonuna rastlanmadan keskin bir şekilde A horizonuna geçmektedir. Mantar miselleri  $O_F$ ,  $O_H$  ve A horizonlarında yoğun miktarda bulunmakta ve toprak agregatlarını birbirlerine bağlamaktadır.  $O_H$  ve A horizonlarında ince kökler yoğun miktarda bulunmaktadır. A horizonundaki mineral maddeler küçük ve yuvarlak köşelidir. Çsc meşçeresinde makrofaunaya (Annelida ve larva) rastlanmış ayrıca mikroklembacaklılar (Collembola ve Diplura) ile dışkıları da görülmüştür (0). Çsc meşçeresi ölüörtüsü  $O_L$ ,  $O_F$  ve  $O_H$  horizonlarını içerirken A horizonunun pH değeri 6,48'dir. Bu özellikleri ile humus formu *Amphi* olarak tanımlanmıştır. Ayrıca maA horizonu içermesi ve  $O_H$  horizonunun kalınlığı 1 cm'den fazla olduğu için humus formu *Eumakroamphi* olarak teşhis edilmiştir (0).



Şekil 6. Sarıçam meşçeresi altında oluşan Eumakroamphi humus formunda bulunan toprak canlıları.



Şekil 7. Çsc gelişim çağındaki sarıçam meşçeresi ve Eumakroamphi humus formuna ait tanımlayıcı horizonlar.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Araştırma ve Uygulama Ormanı'nda yapılan çalışmada karaçam ve sarıçam meşçereleri altında, ölüörtünün tanımlayıcı O<sub>L</sub>, O<sub>F</sub> ve O<sub>H</sub> horizonları içerdiğinden ve ayrıca toprak pH değerinin beş'ten yüksek olması nedeni ile humus formunun Amphi olduğu belirlenmiştir. Fakat karaçamın farklı gelişim çağındaki ölüörtüsünün ayrıntılı morfolojik ve biyolojik (toprak faunasının faaliyetlerine göre) incelenmesi ile Çkb, Çkc ve Çkd meşçerelerinde sırası ile *Leptoamphi*, *Eumesoamphi* ve *Eumacroamphi* humus tipleri olduğu belirlenmiştir. Ferré ve Comolli (2020) 50 ve 80 yaşındaki meşe (*Quercus rubra* L.) meşçerelerinde humus formunun yaşa bağlı olarak mul tipi humustan çürüntülü mul (moder) tipi humusa doğru değiştiğini göstermiştir. Ülkemizde en kapsamlı ölüörtü incelemesi Irmak

(1977) tarafından Batı Karadeniz'de sarıçam ve göknar meşçereleri altında yapılmış olup fauna faaliyeti dikkate alınarak yapılmıştır. Bu çalışmada sarıçam meşçeresi humus formu çürüntülü mul olarak bulunurken göknar meşçeresi humus formu mul ile çürüntülü mul arası geçiş formu olabileceği belirtilmiştir.

Ağaç türleri, türe özgü kimyasal özellikleri ile farklı ölüörtü kalitelerine sahiptirler (Bayranvand ve ark., 2017). Ölüörtü kalitesi ayrışma sürecini ve humus formunu etkileyen önemli faktörlerdendir (Trap ve ark., 2013). Yapılan çalışmada Sarıçam meşçeresinde Çkd meşçeresine benzer olarak *Eumacroamphi* humus formu belirlenmiştir. İspanya'da 1100, 1400 ve 1600 m yükseltilerde kuzey bakıda ve kumtaşı ana materyalinde gelişen sarıçam meşçerelerinde yapılan çalışmada yükselti boyunca sırası ile *Dysmul*, *Hemimoder* ve *Humimor*

humus formu olduğu belirlenmiştir. Bu humus formunun en büyük ortak yanı toprak pH'sının 5'den düşük olmasıdır (Badía-Villas ve Girona-García, 2018).

Sonuç olarak yapılan bu çalışma Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanında bulunan humus formları belirlenmiştir. Çalışma alanında humus formu, takım düzeyinde değişmemesine rağmen mikro, mezo ve makro faunanın komünite yapısındaki değişime bağlı olarak farklı humus formlarının meydana gelebileceği ortaya konmuştur. Örnek alan sayısı artırılarak yapılacak çalışmalarda humus formunun oluşumunu etkileyen değişkenlerin belirlenmesi mümkün olacaktır. Özellikle ağaç türü, yükselti, bakı gibi temel değişkenlerle ilişkilerinin ortaya konulması ormancılık faaliyetlerine yön verici nitelikte olabilir.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar, herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### Kaynaklar

Abay, G., Ursavaş, S., 2009. Çankırı ili Araştırma Ormanı Karayosunu (Musci) Flora ve Ekolojisi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi 11, 61-70.

Andreotta, A., Ciampalini, R., Moretti, P., Vingiani, S., Poggio, G., Matteucci, G., Tescari, F., Carnicelli, S., 2011. Forest humus forms as potential indicators of soil carbon storage in Mediterranean environments. *Biology and Fertility of Soils*. 47, 31-40.

Badía-Villas, D., Girona-García, A., 2018. Soil humus changes with elevation in Scots pine stands of the Moncayo Massif (NE Spain). *Applied Soil Ecology*. 123, 617-621.

Bayranvand, M., Kooch, Y., Hosseini, S.M., Alberti, G., 2017. Humus forms in relation to altitude and forest type in the Northern mountainous regions of Iran. *Forest Ecology And Management*. 385, 78-86.

Berg, B., McLaugherty, C., 2014. Plant litter, Decomposition, humus formation, carbon sequestration. Third Edition. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.

Bernier, N., 2018. Hotspots of biodiversity in the underground: A matter of humus form? *Applied Soil Ecology*. 123, 305-312.

Blake, G.R., Hartge, K.H. (Eds.), 1986. Bulk density and particle density. SSSA Book Series: 5, Madison.

Cakir, M., Makineci, E., 2013. Humus characteristics and seasonal changes of soil arthropod communities in a natural sessile oak (*Quercus petraea* L.) stand and adjacent Austrian pine (*Pinus nigra* Arnold) plantation. *Environmental Monitoring and Assessment*. 185, 8943-8955.

Coleman, D.C., Crossley, D.A., Hendrix, P.F., 2004. Fundamentals of soil ecology. Academic Press, USA.

Çakır, M., 2019. The negative effect of wood ants (*Formica rufa*) on microarthropod density and soil biological quality in a semi-arid pine forest. *Pedobiologia*. 77, 150593.

Çakır, M., Günlü, A., Şenyurt, M., Ercanlı, İ., 2020. ÇAKÜ Orman Fakültesi Araştırma Ormanının Yetiştirme Ortamı Sınıflandırılması ve Haritalanması, ÇAKÜ BAP.

Çakır, M., Makineci, E., 2018. Community structure and seasonal variations of soil microarthropods during environmental changes. *Applied Soil Ecology*. 123, 313-317.

Çepel, N., 1995. Orman Ekolojisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İstanbul.

Darwin, C., 1881. The formation of vegetable mould, through the action of worms, with observations on their habits. J. Murray, London.

De Vos, B., Cools, N., Ilvesniemi, H., Vesterdal, L., Vanguelova, E., Carnicelli, S., 2015. Benchmark values for forest soil carbon stocks in Europe: Results from a large scale forest soil survey. *Geoderma*. 251, 33-46.

Ferré, C., Comolli, R., 2020. Effects of *Quercus rubra* L. on soil properties and humus forms in 50-year-old and 80-year-old forest stands of Lombardy plain. *Annals of Forest Science*. 77, 1-19.

Genç, M., 2012. Silvikültürün Temel Esasları. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 44, Isparta.

Green, R., Trowbridge, R., Klinka, K., 1993. Towards a taxonomic classification of humus forms. *Forest Science*. 39, 1-49.

Hillel, D., 1991. Out of the Earth: Civilization and the Life of the Soil. Free Press, New York.

Irmak, A., 1946. Yetiştirme Muhiti ve Meşcere Tanıtımı Klavuzu T.C. Tarım Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, İstanbul.

Irmak, A., 1970. Orman Ekolojisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.

Irmak, A., 1977. Bazı batı karadeniz ormanlarında tabii gençleştirme imkânları bakımından humus durumu. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. 27, 93-108.

Irmak, A., Çepel, N., 1974. Bazı karaçam, kayın ve meşe meşcerelerinde ölü örtünün ayrışma ve humuslaşma hızı üzerine araştırmalar. Taş matbaası, İstanbul.

Jabiol, B., Zanella, A., Ponge, J.-F., Sartori, G., Englisch, M., Van Delft, B., De Waal, R., Le Bayon, R.-C., 2013. A proposal for including humus forms in the World Reference Base for Soil Resources (WRB-FAO). *Geoderma*. 192, 286-294.

Karaöz, M.Ö., 1989. Toprakların bazı kimyasal özelliklerinin (pH, karbonat, tuzluluk, organik madde, total azot, yararlanılabilir fosfor) analiz yöntemleri. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*. 39, 64-82.

Klinka, K., Fons, J., Krestov, P., 1997. Towards a taxonomic classification of humus forms: third approximation. *Scientia Silvicola*. 9, 1-4.

Klinka, K., Wang, Q., Carter, R., 1990. Relationships Among Humus Forms, Forest Floor Nutrient Properties, and Understory Vegetation. *Forest Science*. 36, 564-581.

- Labaz, B., Galka, B., Bogacz, A., Waroszewski, J., Kabala, C., 2014. Factors influencing humus forms and forest litter properties in the mid-mountains under temperate climate of southwestern Poland. *Geoderma*. 230, 265-273.
- Miltner, A., Zech, W., Çepel, N., Eler, Ü., 1996. Soil organic matter composition in three humus profiles of the western Taurus, Turkey, as revealed by wet chemistry and CP/MAS <sup>13</sup>C NMR spectroscopy. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 159, 257-262.
- Mori, K., Bernier, N., Kosaki, T., Ponge, J.F., 2009. Tree influence on soil biological activity: What can be inferred from the optical examination of humus profiles? *European Journal of Soil Biology*. 45, 290-300.
- Müller, P.E., 1887. Studien über die natürlichen Humusformen und deren Einwirkung auf Vegetation und Boden. Springer, Berlin.
- Müller, P.E., 1889. Recherches sur les formes naturelles de l'humus et leur influence sur la végétation et le sol. Berger-Levrault, Paris.
- Odabaşı, T., Çalışkan, A., Bozkuş, F.H., 2004. Orman Bakımı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Pansu, M., Gautheyrou, J., 2006. Handbook of soil analysis: mineralogical, organic and inorganic methods. Springer.
- Ponge, J.-F., Jabiol, B., Gégout, J.-C., 2011. Geology and climate conditions affect more humus forms than forest canopies at large scale in temperate forests. *Geoderma*. 162, 187-195.
- Ponge, J.-F., Zanella, A., Sartori, G., Jabiol, B., 2010. Terrestrial humus forms: ecological relevance and classification.
- Ponge, J.F., Chevalier, R., 2006. Humus Index as an indicator of forest stand and soil properties. *Forest Ecology And Management*. 233, 165-175.
- Salmon, S., 2018. Changes in humus forms, soil invertebrate communities and soil functioning with forest dynamics. *Applied Soil Ecology*. 123, 345-354.
- Trap, J., Bureau, F., Perez, G., Aubert, M., 2013. PLS-regressions highlight litter quality as the major predictor of humus form shift along forest maturation. *Soil Biology and Biochemistry*. 57, 969-971.
- Waksman, S.A., 1936. Humus origin, chemical composition, and importance in nature. In: *The Williams & Wilkins Company*, Baltimore.
- Wilde, S., 1966. A new systematic terminology of forest humus layers. *Soil Science*. 101, 403-407.
- Wilde, S., 1971. Forest humus: Its classification on a genetic basis. *Soil Science*. 111, 1-12.
- Zanella, A., Jabiol, B., Ponge, J.-F., Sartori, G., De Waal, R., Van Delft, B., Graefe, U., Cools, N., Katzensteiner, K., Hager, H., 2011a. European humus forms reference base. [https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00541496/file/Humus\\_Forms\\_ERB\\_31\\_01\\_2011.pdf](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00541496/file/Humus_Forms_ERB_31_01_2011.pdf).
- Zanella, A., Jabiol, B., Ponge, J.F., Sartori, G., De Waal, R., Van Delft, B., Graefe, U., Cools, N., Katzensteiner, K., Hager, H., 2011b. A European morpho-functional classification of humus forms. *Geoderma*. 164, 138-145.
- Zanella, A., Jabiol, B., Ponge, J.F., Sartori, G., De Waal, R., Van Delft, B., Graefe, U., Cools, N., Katzensteiner, K., Hager, H., 2009. Toward a European humus forms reference base. *Studi Trentini di Scienze Naturali*. 85, 145-151.
- Zanella, A., Ponge, J.-F., Jabiol, B., Sartori, G., Kolb, E., Gobat, J.-M., Le Bayon, R.-C., Aubert, M., De Waal, R., Van Delft, B., 2018a. Humusica 1, article 4: terrestrial humus systems and forms—specific terms and diagnostic horizons. *Applied Soil Ecology*. 122, 56-74.
- Zanella, A., Ponge, J.-F., Jabiol, B., Sartori, G., Kolb, E., Le Bayon, R.-C., Gobat, J.-M., Aubert, M., De Waal, R., Van Delft, B., 2018b. Humusica 1, article 5: Terrestrial humus systems and forms—Keys of classification of humus systems and forms. *Applied Soil Ecology*. 122, 75-86.



## Ardıç Kozalağının Türkiye'deki Hasat Miktarları ve Etnobotanik Kullanımı\*

Simge Çizgen Tan\*<sup>ID</sup>, Gamze Tuttu<sup>ID</sup>, Serhat Ursavaş<sup>ID</sup>

Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Botaniği Anabilim Dalı, Çankırı, Türkiye

### MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 13 Kasım 2020

Kabul Tarihi : 18 Aralık 2020

\*Sorumlu yazar:

scizgen@gmail.com

\*Bu çalışma, 18-20 Ekim 2017 tarihlerinde gerçekleştirilen "International Symposium on New Horizons in Forestry-ISFOR, Isparta" adlı sempozyumda poster olarak sunulmuştur.

(*Juniperus drupacea*, *J. oxycedrus* ve *J. communis*) bulunmaktadır. Bu nedenle ardıç kozalağının Türkiye'deki bu kullanım amaçlarından yola çıkarak Orman Genel Müdürlüğü, Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Daire Başkanlığının 1989-2017 yılları arasındaki verileri incelenip ekonomik yönden katkısının mevcut durumu değerlendirilmiştir. Türkiye'de ilk olarak 2000 yılında Isparta Orman Bölge Müdürlüğünde 16.830 kg hasat ve 67.320 TL gelir kaydedilmiştir. Daha sonra Balıkesir, Kahramanmaraş, Kütahya ve Eskişehir Orman Bölge Müdürlüklerinden de ardıç kozalağı hasadı gerçekleştirilmiştir. Ardıçların Türkiye coğrafyasında sürdürülebilir yöntemlerle yeterince değerlendirilebilmesi için daha tutarlı kayıtların tutulması ve etkin bir pazarın oluşturulması yerinde olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Ardıç, etnobotanik, hasat, *Juniperus* spp., Türkiye.

### Derleme

### ÖZ

## Harvest Quantities and Ethnobotanical Uses of Juniper Cones in Turkey

### ABSTRACT

In Turkey, establishing of juniper (*Juniperus*) forests is extremely difficult. The germination obstacle of the breed brings about number cost- and time-related difficulties in plantation of junipers. However, the current usage areas of the plant are of great importance in terms of overcoming this situation in a qualified way and making use of junipers more effectively. In line with the studies in the literature, it is noteworthy that juniper cone is used medically in the treatment of heart diseases and rheumatism. At the same time, there are some species (*Juniperus oxycedrus*, *J. communis*, and *J. drupacea*) that have local uses among the people. Therefore, starting from the purpose of juniper seeds in Turkey, General Directorate of Forestry, Wood Products and Services Non-economic aspects of the contribution of the Department examined data between 1989-2017 years it was assessed the current situation. Isparta Regional Directorate of Forestry in 2000 as the first in recorded revenue of 67.320 TL and 16.830 kg of harvest in Turkey. Later, juniper seed was harvested from Balıkesir, Kahramanmaraş, Kütahya and Eskişehir Regional Directorates of Forestry. Juniper geography of Turkey keeping records more consistent in order to be adequately assessed with coherent methods and the creation of an effective market will be in place.

**Key Words:** Juniper, ethnobotany, harvest, *Juniperus* spp., Turkey.

*Bu makaleye atf:*

Çizgen Tan, S., Tuttu, G., Ursavaş, S., 2020. Ardıç Kozalağının Türkiye'deki Hasat Miktarları ve Etnobotanik Kullanımı. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi 6(2): 91-98.



This work is licensed under CC BY-NC 4.0

## 1. Giriş

Türkiye’de geniş yayılış alanına sahip olan ardıç (*Juniperus* L.) Cupressaceae familyasının önemli cinslerinden biridir. Özellikle kıyı şeridinde kendine yaşama alanı bulan ardıçlar, genelde çam (*Pinus*) ve göknar (*Abies*) türleriyle karışık meşcereler kurma eğilimindedir. Önemli asli türleri bulunduran bu cinsin tohumlarında çimlenme engeli bulunduğundan dolayı bu taksonun bireyleri ile verimli ormanlar elde etmek oldukça zordur. Bu durumu aşmak için çeşitli yöntemler geliştirilmiş ve laboratuvar ortamında ardıç tohumlarının çimlendirilip ağaçlandırma sahalarında kullanılması amaçlanmıştır. Bu çalışmalar oldukça maliyetli olmasına karşın ardıçlar zor hava koşullarına dayanıklı ve kök sistemlerinin güçlü olması sebebiyle toprak ıslah çalışmalarında sıkça tercih edilmişlerdir (Yaltırık ve Efe, 2000).

Türkiye florasında 7 doğal tür ile temsil edilen ardıçlar tohum taslağı, dişi çiçek, kozalak pulu ve yaprak formu gibi özelliklere göre üç farklı seksiyona ayrılmaktadır (Adams, 2008);

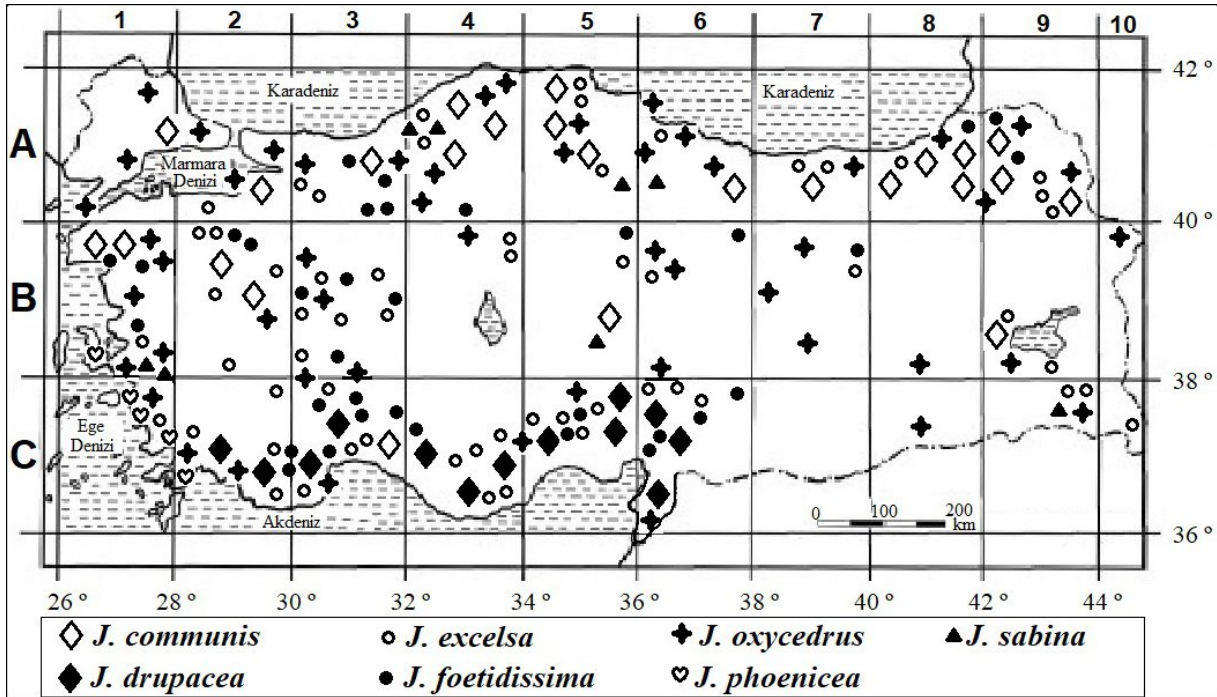
**Sabina Seksiyonu:** Gençlik çağlarında yapraklar iğne yaprak biçiminde ve sürgünlere dizilişi üçlü çevredir ancak ileri yaşlarda iğne yapraklar pul yaprak halini alarak sürgünlere çapraz ve karşılıklı olarak dizilir. Genelde karşılıklı dizilmiş 6 puldan oluşan dişi çiçek kozalakçıkları sürgün uçlarında bulunmaktadır. Tohum taslakları genelde ikili ancak nadiren tek tek olacak şekilde kozalak pullarının önlerinde yer almaktadır. Bazen de terminal durumlu

olan tohum taslağı sayısı 3 ile 9 (12) arasında değişmektedir. Kozalak pullarının birleşme izleri futbol topunda bulunan dilimleri andırır. Bu seksiyonda yer alan doğal türler; *Juniperus excelsa* M. Bieb., *J. foetidissima* Willd., *J. phoenicea* L. ve *J. sabina* L. ’dır.

**Juniperus Seksiyonu:** Tüm yapraklar iğne yaprak formunda ve sürgünlere dizilme şekli üçlü çevredir. Dişi ve erkek çiçek kozalakçıkları yaprak koltuklarında yer almaktadır. Üç üreyimli puldan oluşan kozalaklar, en uçta bulunan pulların arasında terminal halde 3 tohum taslağı taşımaktadır ve tohumlar kaynaşmamıştır. Üstten bakıldığında kozalak pullarının birleşme izleri üç kollu bir yıldızı andırır. Bu seksiyona ait doğal türler; *Juniperus communis* L. ve *J. oxycedrus* L. ’tur.

**Caryocedrus Seksiyonu:** Yapraklar iğne yaprak formunda, sert ve sivri uçlu olup sürgünlere dizilme şekli üçlü çevredir. Yaprak koltuklarında bulunan dişi çiçek kozalakçıkları yan durumlu olup kısa sürgün uçlarında yer alır. Erkek çiçek kozalakçıkları ise 3-6’lı demetler halinde yaprak koltuklarında bulunmaktadır. Tohum, kozalak pullarının odunlaşması ile oluşan sert, koruyucu bir yapı içinde yer alır. Diğer seksiyonların aksine, bu seksiyonda tomurcuklar pullarla örtülüdür. Bu seksiyondaki tek doğal tür; *Juniperus drupacea* Labill. ’dır.

Türkiye’de geniş yayılışa sahip olan ardıç türlerinin dağılımı aşağıdaki haritada yer almaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Türkiye’de doğal yetişen Ardıç (*Juniperus*) türlerinin yayılışı (Tümen ve Hafizoğlu, 2003; Yılmaz ve ark., 2011)

Ardıç türleri aynı zamanda görsel açıdan etkileyici gövde formlarına sahip bireylerdir. Bu özellikleri sayesinde peyzaj alanında da tercih edilmektedir. Odunları oldukça değerlidir ve bitkinin çeşitli organlarının içerdiği uçucu yağlar ve etken maddeler (limonen,  $\beta$ -mirsen, steroller,  $\alpha$ -pinen, p-benzokinon, lignanlar, monoterpenler vb.) sayesinde birçok alanda (kozmetik, parfümeri, tıp, gıda vb.) kullanılmaktadır. İçerdiği maddeler nedeniyle akciğer, mide ve cilt kanseri tedavilerinde kullanılan ilaçların bileşiminde bulunmaktadır. Orta çağdan beri ilaç olarak kullanılan ardıç türleri idrar arttırıcı, terletici ve antiseptik özellikleri nedeniyle birçok hastalığın (iştahsızlık, baş ağrıları, damar hastalıkları, vücut direncini arttırma, kansızlık, kalp yetmezliği, öksürük, bronşit, astım, tüberküloz, solunum yolu hastalıkları, böbrek ve idrar yolu rahatsızlıkları, prostat, sarılık, sinüzit, romatizma, karaciğer rahatsızlıkları, cilt hastalıkları ve şeker hastalığı) tedavisinde kullanılmaktadır (Baytop, 1984; Koç, 2002; Gürkan, 2003; Tümen, 2009; Sarı ve ark., 2010; Orhan, 2011). Kozalaklarının içerdiği yağlar ve karbonhidratlar nedeniyle besicilikte tercih sebebidir. Kozalak, yaprak ve diğer bitki organlarının bulundurduğu uçucu yağ verimlerini tespit etmek, bileşenlerinin oranlarını belirlemek oldukça önemlidir. Bunun için çeşitli yöntemler kullanılmış ve çalışmalar yapılmıştır (Sanchez et al., 1994; Er, 1997; Salido et al., 2002; Tümen ve Hafizoğlu, 2003; Orhan, 2011).

Türkiye ormancılığında önemli bir yere sahip olan Ardıçlar, bitkinin çeşitli organlarında bulundukları uçucu yağlar ve etken maddeler sayesinde başta tıp ve eczacılık olmak üzere birçok alandaki kullanımları nedeniyle sağladığı ekonomik katkı açısından da büyük öneme sahiptir. Ülkemizde oldukça yaygın olan ardıç kozalağı kullanımlarından yola çıkarak Orman Genel Müdürlüğü Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Daire Başkanlığı'nın 1989-2017 yılları arasındaki güncel verileri incelenmiş olup yıllara göre ardıç kozalaklarının hasat miktarlarını ve elde edilen geliri ortaya koymak, bitkinin kullanım alanları ile içerdiği etken maddeleri vurgulamak çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmanın materyalini Türkiye florasında doğal olarak yayılış gösteren ardıç türleri (*Juniperus* spp.) oluşturmaktadır. Ardıç türlerinin etnobotanik kullanımları, ilgili güncel literatür taranmak suretiyle irdelenmiş ve açıklanmıştır.

Ardıç türlerinin Türkiye'deki hasat miktarlarına ait veriler ise Orman Genel Müdürlüğü, Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Daire Başkanlığının 1989-2017 yılları arasındaki verilerine erişmek suretiyle temin

edilmiş olup özellikle Isparta, Balıkesir, Kahramanmaraş, Kütahya ve Eskişehir Orman Bölge Müdürlüklerinin 2000 - 2017 ardıç kozalağı hasadı verilerinin yılları arasındaki hasat/getiri oranları karşılaştırmalı olarak araştırılmıştır. Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Daire Başkanlığından alınan ardıç kozalaklarına ait hasat verilerinde tür ayrımı yapılmamış olup, veriler ardıç kozalağı olarak genel bir başlık altında toplanmıştır.

## 3. Bulgular

### 3.1. Ardıç Türlerinin Etnobotanik Kullanımları

*Juniperus*, ülkemizde geniş bir yayılışa sahip olup kanaatkâr bir bitkidir. Yetiştirme alanı olarak taşlık-kayalık bölgeler, sıg toprakları tercih eden ardıçların odunları oldukça değerlidir. Bu nedenle uzun yıllar bilinçsiz yaklaşımlara bağlı olarak büyük tahribata uğratılmışlardır.

*J. oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus* (Katran Ardıcı) alt türünün dalları ve gövde odunlarından destilasyon ile katran denilen bir madde elde edilmektedir. Yağlı bir yapıya sahip bu madde tıp ve eczacılık başta olmak üzere sabun yapımında parazitlere karşı ya da antiseptik olarak kullanılmaktadır (Bozkurt ve ark., 1982). Halk arasında karaardıç, ardıç, katran ardıcı gibi isimlerle adlandırılan bu alttürün kozalakları da geleneksel olarak sıkça kullanılmaktadır. Gıda (taze kozalaklar) olarak (Tuzlacı, 2011; Ertuğ, 2014), egzema-sedef uyuz gibi deri hastalıklarında (Baytop, 1984; Tuzlacı, 2006; Doğanoglu ve ark., 2006; Korkmaz ve Karakurt, 2015; Tuttu, 2017), basura karşı (Arituluk, 2010), hemoroitte (Ezer ve Avcı, 2004; Gürhan ve Ezer, 2004; Uğurlu and Seçmen, 2008; Deniz ve ark., 2011; Polat and Satıl, 2012), balgam söktürücü (Şimşek ve ark., 2004), nefes darlığında (Şimşek ve ark., 2004; Tuzlacı, 2006; Arituluk, 2010; Korkmaz ve Karakurt, 2015), astımda (Tuzlacı, 2006; Deniz ve ark., 2011; Sargın et al., 2013), soğuk algınlığında (Tuzlacı, 2006; Deniz ve ark., 2011), bronşitte (Bulut and Tuzlacı, 2008-2009; Arituluk, 2010), laksatif olarak (Tuzlacı, 2006), safra kesesi hastalıklarında ve taş düşürücü (Ezer ve Avcı, 2004; Tuzlacı, 2006; Sargın et al., 2013), böbrek kumu ve taşı düşürücü (Tuzlacı, 2006), prostatta (Tuzlacı, 2006; Arituluk, 2010), bağırsak parazitlerine karşı (Tuzlacı, 2006), mide ağrısında (Tuzlacı, 2006; Deniz ve ark., 2011), öksürük kesici (Tuzlacı, 2006), çocuklarda gece işemelerinde (Tuzlacı, 2006), idrar yolu enfeksiyonlarında (Güzelşemme, 2014), idrar söktürücü (Aslan et al., 2007; Bulut and Tuzlacı, 2008-2009), kırık-çıkıklarda ağrı kesici olarak (Doğanoglu ve ark.,

2006; Bulut and Tuzlacı, 2008-2009), kas ağrılarında (Aslan et al., 2007), kan şekerini düşürücü (Orhan, 2011; Korkmaz ve Karakurt, 2015; Tuttu, 2017), kolesterol düşürücü (Arıtuluk, 2010), yara iyi edici (Bulut and Tuzlacı, 2008-2009; Arıtuluk, 2010; Polat and Satıl, 2012), eklem kireçlemesinde (Kocabaş ve Gedik, 2016), kalp rahatsızlıklarında (Kocabaş ve Gedik, 2016), iştah açıcı olarak (Korkmaz ve Karakurt, 2015), romatizmada (Aslan et al., 2007; Çakılcıoğlu et al., 2010; Korkmaz ve Karakurt, 2015; Tuttu, 2017), ağız kokusunda (Korkmaz ve Karakurt, 2015), kanser tedavisinde (Korkmaz ve Karakurt, 2015), baston yapımında (Polat ve ark., 2013) ve hayvanlarda cilt hastalıkları ve yaralanmalarında (Deniz ve ark., 2011) kullanıldığı kayıtlarda yer almaktadır. Katran ardıcının genç sürgünlerinden hazırlanan infüzyonu ise dahilen soğuk algınlığına karşı ve şeker düşürücü olarak kullanılır (Tuzlacı and Sadıkoğlu, 2007).

*J. oxycedrus* (Katran Ardıcı) türünün kozalaklarının mantar hastalıklarına karşı kullanıldığı bildirilmiştir (Altay ve ark., 2015). Kozalakları (taze) hemoroit, gece idrar kaçırma ve öksürük tedavisinde hap şeklinde, boğaz ağrısında dekoksasyonu dahilen kullanılmaktadır (Yeşilada et al., 1999). Erzurum Oltu yöresinde cigar, cigar gagası olarak adlandırılan türün kozalakları romatizmaya karşı kullanılmaktadır (Macit ve Köse, 2015). Odunundan elde edilen katranı un ile karıştırılıp hap haline getirilerek dahilen egzama tedavisinde, haricen büyükbaş hayvanlarda yaradan böcek kovucu olarak ve yaraların tedavisinde kullanılmaktadır (Yeşilada et al., 1999). Çivi batmasında külde pişirilmiş soğana katranı damlatılarak üzerine konur (Ertuğ, 2004). Kozalakları süt ile kaynatılarak karın ağrısını geçirmek için karna sarılır, dekoksasyon veya infüzyonu dahilen nefes darlığına karşı ve tansiyon düzenleyici olarak kullanılmaktadır (Oral, 2007). Kozalak, tohum ve yaprakları infüzyon-dekoksasyon şeklinde hazırlanarak idrar söktürücü, bronşit, soğuk algınlığı, grip ve mide-bağırsak rahatsızlıklarında bitki çayı olarak içilir (Sargın, 2015).

*J. communis* var. *saxatilis* (Bodur Ardıç) kozalakları organik asitler başta olmak üzere şeker, uçucu yağlar, reçineli bileşikler gibi pek çok etken madde içermekte ve olgunlaşmış kozalaklarından su buharı destilasyonu ile sarımsı yeşil renkte bir uçucu yağ elde edilmektedir. Yakıcı ve kokulu bir sıvı olan bu uçucu yağ, tıp alanında kalp rahatsızlıkları tedavisi için kullanılan ilaçların etken maddeleri arasında yer almaktadır (Bozkurt ve ark., 1982; Asımgil, 1993; Demirhan Erdemir, 2001). Halk arasında adı ardıç, ardıç tohumu, cüce ardıç gibi isimlerle anılan bodur ardıç kozalakları böbrek

hastalıklarında üre düşürmek (Tuttu, 2017), böbrek kumlarını-taşlarını düşürmek amacıyla ve nefes darlığına karşı nefes açıcı olarak 50 gramı 1 litre suya karıştırılıp dahili olarak kullanılmaktadır (Akan ve ark., 2015; Özatkan, 2009). Ayrıca gıda (taze kozalakları) olarak (Tuzlacı, 2011; Ertuğ, 2014), cilt hastalıklarında (Bozkurt ve ark., 1982), romatizmada (Bozkurt ve ark., 1982), diyabetin dengelenmesinde (Bozkurt ve ark., 1982; Orhan, 2011), idrar arttırıcı (Baytop, 1984; Bozkurt ve ark., 1982; Erenler, 1997), hemoroitte (Gürhan ve Ezer, 2004), terletici (Baytop, 1984), midevi (Baytop, 1984; Bozkurt ve ark., 1982) ve antiseptik (Baytop, 1984) olarak kullanıldığı kayıtlarda yer almaktadır. Aynı zamanda kendine özgü aroması sayesinde içki (cin, likör) yapımında da tercih edilmektedir (Bozkurt ve ark., 1982; Baytop, 1984). Bodur ardıcın kök ve gövdesinden kuru distilasyon ile elde edilen katranı suya bir miktar atılıp aç karnına içilerek egzama tedavisinde kullanılmaktadır (Özatkan, 2009).

*J. drupacea* (Andız) türünün odununun yakılması ile elde edilen katranı dahilen, hap şekline getirilerek ülser, basur, solunum yolu ve idrar yolları hastalıklarına karşı kullanılır. Katran haricen hayvanlarda deri hastalıklarında ve katrandan elde edilen dumanı (tütsü) arı kovanlarında mantara karşı dezenfeksiyon için kullanılır (Baytop, 1984). Genç kozalakları suda kaynatılarak elde edilen 'Andız pekmezi' kuvvet verici ve afrodisyak olarak kullanılır (Baytop, 1984). Kozalakları dahilen kan şekeri düşürücü, romatizma ağrılarında, astımda, bronşitte, soğuk algınlığında, gece işemelerinde, hemoroitte, kurt düşürücü, mide-bağırsak hastalıklarında ve kalp hastalıkları tedavisinde kullanılmaktadır (Baytop, 1984; Gürhan ve Ezer, 2004; Özhatay and Koçak, 2010-2011; Sargın, 2015). Kozalaklarının kaynatılarak dahilen idrar yolu rahatsızlıkları ve prostata iyi geldiği kaydedilmiştir (Ertuğ, 2004). Gövde kabukları kaynatılarak dahilen ishale karşı kullanılmaktadır (Özhatay and Koçak, 2010-2011).

*J. sabina* (Kara ardıç, Sabin Ardıcı) türünün kurutulmuş yapraklı dalları uçucu yağlar (%1-5) özellikle sabinol, reçineli bileşikler ve tanen içerdiğinden tedavide kullanılmakta ancak fazla miktarda alınması ölümle sonuçlanan zehirlenmelere neden olmaktadır. Kurutulmuş yaprakları toz haline getirilerek adet söktürücü, çocuk düşürücü ve idrar arttırıcı olarak günde 0.3-0.6 gr arasında kullanılmalıdır (Baytop, 1984). Kozalakları mide rahatsızlıkları tedavisinde (Yeşilada et al., 1999) ve kan şekerini düşürücü (Orhan, 2011) olarak kullanılmaktadır. Kozalakları karın ağrısını kesmek amacıyla sütte kaynatılıp dövülerek lapa halinde karna sürülür (Oral, 2007). Odunundan elde edilen katranı un ile karıştırılıp hap halinde dahilen egzama

tedavisinde, mum ile dövülüp hap halinde dahilen uyuz tedavisi için kullanılır (Yeşilada et al., 1999).

*J. foetidissima* (Kokulu Ardıç) türünün kurutulmuş yapraklı dalları *J. sabina*'da olduğu gibi toz haline getirilerek adet söktürücü, çocuk düşürücü ve idrar arttırıcı olarak günde 0.3-0.6 gr kadar kullanılmakta, doz aşımı zehirlenmeye neden olmaktadır (Baytop, 1984). Ayrıca kan şekeri düşürücü (Orhan, 2011; Sargın, 2015), tansiyon düşürücü (Bulut and Tuzlacı, 2008-2009) ve katranı yara iyi edici (Sargın, 2015) olarak kullanılmaktadır.

*J. excelsa* (Boylu Ardıç) türünün odun koruyucu madde içerdiği ve uçucu yağının dezenfektan özelliğe sahip olduğu tespit edilmiştir. Kozalakları tüberküloz, sarılık, mide-bağırsak hastalıkları, damar hastalıkları, şeker hastalığı tedavisinde (Erenler, 1997; Sargın, 2015); kozalaklarından hazırlanan dekoksasyon dahilen soğuk algınlığı ve bronşitte (Fujita et al., 1995); haricen hemoroit tedavisinde (Altundağ and Öztürk, 2011) kullanılmaktadır. Yanık tedavisi için kozalakları ezilip toz haline getirilerek, yanık bölgeye zeytinyağı sürdükten sonra üzerine bu toz serpilir (Arıtuluk, 2010).

*J. phoenicea* (Finike Ardıcı) türünün taze kozalaklarının kaynatılarak karın ağrısı, ishal ve

kum sancısını geçirmek amacıyla içildiği, yapraklı dallarının ise karın ağrısında ısıtılarak karna sarıldığı bildirilmiştir (Ertuğ, 2004).

### 3.2. Ardıç Kozalağının Türkiye'deki Hasat Miktarları

Orman Genel Müdürlüğü, Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Daire Başkanlığının 1989-2017 yılları arasındaki verileri incelendiğinde ardıç kozalağının ilk kez 2000 yılında Isparta Orman Bölge Müdürlüğünden 16.830 kg toplandığı ve 67.320 TL gelir elde edildiği görülmektedir. Bu verilere göre şimdiye kadar Isparta, Balıkesir, Kahramanmaraş, Kütahya ve Eskişehir Orman Bölge Müdürlüklerinden ardıç kozalağı hasadı yapılmıştır. En fazla üretim 2003 yılında 60.000 kg ile Eskişehir Orman Bölge Müdürlüğünde ve en az üretim de 2002 yılında Isparta Orman Bölge Müdürlüğünde 520 kg olarak kaydedilmiştir. 2016 ve 2017 yıllarındaki gelir ilgili daire başkanlığı tarafından tarafımıza verilmediği için tabloya eklenememiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Ardıç kozalağı hasat miktarları ve elde edilen gelir

Orman Bölge Müdürlükleri	Hasat (kg)	Gelir (TL)	Yıllar
Isparta	79.317		2017
Eskişehir	21.200	-	2016
Isparta	39.246	-	2016
Kahramanmaraş	2.000	-	2016
Kütahya	5.000	-	2016
Isparta	11.000	660	2015
Kütahya	1.500	90	2015
Eskişehir	23.145	1.560	2015
Isparta	2.000	100	2014
Kahramanmaraş	1.500	75	2014
Isparta	17.000	680	2013
Kahramanmaraş	1.000	40	2013
Eskişehir	1.000	30	2012
Isparta	10.000	300	2012
Kahramanmaraş	1.500	45	2012
Isparta	7.000	210	2011
Isparta	19.800	446	2006
Isparta	10.495	318.500	2005
Balıkesir	1.000	17	2005
Isparta	1.000	15	2003
Eskişehir	60.000	900	2003
Isparta	520	5.200	2002
Isparta	16.830	67.320	2000
TOPLAM	333.053	396.188	

Çizelge 2. Bölge Müdürlüğü bazında 1989-2017 yılları arası ardıç kozalağı üretim verileri

Orman Bölge Müdürlükleri	Hasat (kg)	Gelir (TL)
Isparta	214.208	393.431
Eskişehir	105.345	2.490
Kahramanmaraş	6.000	160
Kütahya	6.500	90
Balıkesir	1.000	17
TOPLAM	333.053	396.188

1989-2017 yılları arasında beş bölge müdürlüğü bazında elde edilen ardıç kozalakları en çok Isparta bölgesinde hasat edilirken en az Balıkesir bölgesinde elde edilmiştir. Gelir ise; hasat verileri ile orantılı olarak en çok Isparta, en az Balıkesir bölgesinde kaydedilmiştir (Çizelge 2).

#### 4. Sonuç ve Öneriler

*Juniperus* türleri Türkiye’de saf ormanlar oluşturmasalar da *Pinus* ya da *Abies* türleri ile karışık halde görülebilmektedir. Bu nedenle yayılışları oldukça geniştir. Isparta, Eskişehir, Kahramanmaraş ve Balıkesir gibi illerde hasatı yapılmış olan ardıç kozalaklarının coğrafik olarak birbirlerinden ayrı iller olması dikkat çekmektedir. Bu durumun pek çok sebebi olabilir. Özellikle Orman Bölge Müdürlüklerinin yaptıkları yıllık planlamalarda öncelik verilecek odun dışı orman ürünleri her il için farklılık göstermektedir. İklim şartları doğrultusunda bölgede yetişecek bitki her il için farklı olacaktır. Bu nedenle doğal koşulların dikkate alınarak hasat edilecek bitki türlerine karar verilmesi oldukça önemlidir. Bu sayede emek ve bütçe iktisadi biçimde harcanmış olur. Bunun yanı sıra yöresel ve siyasi talepler de alınacak kararlar üzerinde etkili olabilmektedir. Hasat edilecek ürünün türüne, pazara uzaklığına, kullanım amacına, talep oranına vb. göre ürün-il dağılımı çeşitlilik göstermektedir. Çizelge 1’de; benzer iklim özelliklerine sahip ya da aynı bölgeler içinde yer alan illerde hasat elde edilmesi beklenirken kayıtlar farklı iller arasında yapılmıştır. Bu durumun başlıca sebebinin *Juniperus* türlerinin Türkiye’de geniş yayılışa sahip ve dağlık-taşlık alanlardan elde edilmiş olması düşünülmektedir. Aynı zamanda karar alma aşamalarında sayılan sebeplerden herhangi biri göz önünde bulundurularak uygulamalar düzenlenmiştir. Yine Çizelge 1’de son yılların gelir miktarlarının belirtilmemesi dikkat çekmektedir. Çalışma sistemlerindeki değişiklikler ya da hasat edilen ürünlere pazar bulunamaması ve belirli bir fiyat oluşturulamaması bu durumun sebebi olabilir.

Türkiye’de pek çok kullanım alanına sahip *Juniperus* türleri özellikle kalp hastalıkları ve romatizmaya karşı sıkça tercih edilmektedir. Böyle

önemli alanlarda daha etkin biçimde kullanabilmek ve çimlenme engelini aşım verimli ormanların elde edilebilmesi için çeşitli projelerin ve uygulamaların düzenlenmesi gerekmektedir. Alınacak kararlarda yöresel çalışmaların da yapılması, taleplerin dikkate alınması, şeffalık ilkesi doğrultusunda hedef kitleyi bilgilendirme toplantılarının yapılması, gerekli hallerde eğitimlerin düzenlenmesi vb. gibi faaliyetlerin hayata geçirilmesi yerinde olacaktır. Bilinçsiz yaklaşımlar sonucu değerli pek çok bitki kaybedilmektedir. Bu nedenle yöre bitkilerinin neler olduğu ve önemi o bölgede yaşayan insanlara anlatılmalı, sürdürülebilir faaliyetlerin aktif hale getirilmesi amaçlanmalıdır.

Kumbul Doğuç ve ark., (2012) geleneksel tedavi yöntemlerinde ya da modern tıpta kullanılacak ardıçlarla ilgili yapmış oldukları bir çalışmada, bitkinin vücuda alınacak dozunun önemini vurgulamışlardır. Ardıç kozalağı, kabuğu ya da yaprağı önemli etken maddeler içermektedir. Bu nedenle sağlık açısından belirli dozlarda alınması yerinde olacaktır. Yine Kocabaş ve Gedik tarafından 2016 yılında yapılan araştırmada aynı konunun üzerinde durulmuştur. Bulundurduğu etken maddelerden dolayı bitkiye daha dikkatli (kullanım şekli, hazırlanışı ya da alınacak doz vb.) yaklaşılması gerektiği yönünde değerlendirmeler bulunmaktadır. Araştırmada bu durumun yanı sıra ardıç gibi tıbbi-aromatik yönden değerli bitkileri doğadan toplarken bitkinin toplandığı yer, toplama zamanı ve toplama şekli gibi konulara dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

Aynı zamanda çimlenme engeli olan bu değerli cinsin, etkin bireyler yetiştirip sağlıklı ormanlar meydana getirebilmesi daha güç bir hal almaktadır (Eler ve Çetin, 2006). Yapılan literatür taramasında 1980’li yıllardan günümüze kadar ardıçların çimlenme engeline karşı çeşitli yöntemler geliştirildiği görülmektedir. Bu bağlamda Türkiye için ardıçlardan daha etkin düzeyde fayda sağlayabilmek adına çeşitli projelerin ya da araştırmaların yapılması yerinde olacaktır.

#### Teşekkür

T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Daire Başkanlığına teşekkürü bir borç biliriz.

#### Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar, herhangi bir çıkar çatışması bulunmadığını beyan eder.

**Kaynaklar**

- Adams, R.P., 2008. *Juniperus* of the World: The Genus *Juniperus*., 2nd Ed., Trafford Publ., Vancouver, B.C., Canada.
- Akan, H., Bakır Sade, Y., 2015. Kâhta (Adıyaman) merkezi ve Narince Köyü'nün etnobotanik açıdan araştırılması, BEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 4-2, 219-248.
- Altay, V., Karahan, F., Sarcan, Y.B., İlçim, A., 2015. Kırıkhan İlçesi (Hatay)'nin aktarlarında ve semt pazarlarında satılan bitkiler üzerine etnobotanik bir çalışma. Biodicon, 8-2, 81-91.
- Altundağ, E., Öztürk, M., 2011. Ethnomedicinal studies on the plant resources of east anatolia, Turkey. Procedia Social and Behavioral Sciences, 19, 756-777.
- Arituluk, Z.C., 2010. Tefenni (Burdur) ilçesinin florası ve halk ilaçları. Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Asımgil, A., 1993. Şifalı Bitkiler, Timaş Yayınları: 176, Aile Serisi: 7, ISBN: 975-362-085-3, Timaş Yayınları, İstanbul, 336.
- Aslan, A., Mat, A., Özhatay, N., Sarıyar, G., 2007. A contribution to traditional medicine in West Anatolia. J. Fac. Pharm. Istanbul, 39, 73-83.
- Baytop, T., 1984. Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi (geçmişte ve bugün). Sanal Matbaacılık, İstanbul, 520.
- Bozkurt, Y., Yaltırık, F., Özdönmez, M., 1982. Türkiye'de Orman Yan Ürünleri. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No:2845, O.F. Yayın No:302, İstanbul.
- Bulut, G., Tuzlacı, E., 2008-2009. Folk medicinal plants of Bayramiç (Çanakkale-Turkey). J. Fac. Pharm. Istanbul, 40, 87-99.
- Çakılcıoğlu, U., Şengün, M.T., Türkoğlu, İ., 2010. An ethnobotanical survey of medicinal plants of Yazıkönak and Yurtbaşı districts of Elazığ province, Turkey. Journal of Medicinal Plants Research, 4-7, 567-572.
- Demirhan Erdemir A., 2001. Şifalı Bitkiler Doğal İlaçlarla Gelen Tedaviler, Alfa Basım Yayım Dağıtım Ltd. Şti., ISBN: 975-316-820-9, İstanbul, 540.
- Deniz, L., Serteser, A., Kargioğlu, M., 2011. Uşak Üniversitesi ve yakın çevresindeki bazı bitkilerin mahalli adları ve etnobotanik özellikleri. AKÜ Fen Bilimleri Dergisi 2010-01 57-72.
- Doğanoğlu, Ö., Gezer, A., Yücedağ, C., 2006. Göller Bölgesi-Yenişarbademli yöresinin önemli bazı tıbbi ve aromatik bitki taksonları üzerine araştırmalar. SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Isparta, 10-1, 66-73.
- Eler, Ü., Çetin, A., 2006. Ardıç tohumunun çimlendirilme olanakları. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A, Sayı: 1, ISSN: 1302-7085, 33-45.
- Er, N., 1997. *Juniperus communis* L. subsp. *nana* Syme. üzerinde farmakognozik araştırmalar. Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bilim Uzmanlığı Tezi, Ankara.
- Erenler, R., 1997. Yüksek Ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.)'ın meyvelerindeki bileşiklerin izolasyonu, yapı tayini ve aktivite testleri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tokat.
- Ertuğ, F., 2004. Bodrum Yöresinde Halk Tıbbında Yarılanılan Bitkiler. 14. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, Bildiriler Kitabı, Eskişehir, 76-93.
- Ertuğ, F., 2014. Etnobotanik. Şu Eserde: Güner, A. ve Ekim, T. (edlr.) Resimli Türkiye Florası, cilt 1. ANG Vakfı, Flora Araştırmaları Derneği ve Türkiye İş Bankası Kültür Yay., İstanbul, 319-420.
- Ezer, N., Avcı, K., 2004. Çerkeş (Çankırı) yöresinde kullanılan halk ilaçları. Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi, 24-2, 67-80.
- Fujita, T., Sezik, E., Tabata, M., Yeşilada, E., Honda, G., Takeda, Y., Tanaka, T., Takaishi, Y., 1995. Traditional medicine in Turkey VII. Folk medicine in Middle and West Black Sea Regions. Economic Botany, 49, 406-422.
- Gürkan, E., 2003. Bitkisel Tedavi. Marmara Üniv. Yayınları, No:699, Fak. Yay. No:19.
- Gürhan, G., Ezer, N., 2004. Halk arasında hemoroit tedavisinde kullanılan bitkiler-I. Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi, 24-1, 37-55.
- Güzelşemme, M., 2014. Antakya'da kullanılan tıbbi Bitkiler ile yabancı gıda bitkileri. T.C. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Hatay.
- Kocabaş, Y.Z., Gedik, O., 2016. Kahramanmaraş il merkezi semt pazarlarında satılan bitkiler hakkında etnobotanik araştırmalar. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6-4, 41-50.
- Koç, T., 2002. Bitkilerle Sağlıklı Yaşam. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, 102-104.
- Korkmaz, M., Karakurt, E., 2015. Kelkit (Gümüşhane) ilçesinde H-halk ilacı olarak kullanılan bitkilerin belirlenmesi üzerine etnobotanik bir çalışma. Biodicon, 8-3, 290-303.
- Kumbul Doğuç, D., Gürbüz, N., Aylak, F., Şavik, E., Gültekin F., 2012. Farklı dozlarda Ardıç yağının sıçan karaciğerinde antioksidan enzimler üzerine etkisi. SDÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 3-2.
- Macit, M.G., Köse, Y.B., 2015. Oltu (Erzurum) yöresinde halk ilacı olarak kullanılan tıbbi bitkiler. Biodicon, 8-2, 74-80.
- Oral, D.Ç., 2007. Konya ilinde kullanılan halk ilaçları üzerinde etnobotanik araştırmalar. Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Orhan, N., 2011. Şeker hastalığına karşı halk ilacı olarak kullanılan *Juniperus* türleri üzerinde farmakognozik araştırmalar. Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
- Özatkan, G., 2009. Kızılcahamam ilçesi halk ilaçları. Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Özhatay, N., Koçak, S. 2010-2011. Plants used for medicinal purposes in Karaman province (Southern Turkey). J. Fac. Pharm. Istanbul, 41, 75-89.
- Polat, R., Satıl, F., 2012. An ethnobotanical survey of medicinal plants in Edremit Gulf (Balıkesir-Turkey). Journal of Ethnopharmacology, 139, 626-641.

Polat, R., Satıl, F., Selvi, S., 2013. Havran ve Burhaniye (Balıkesir) yörelerinde el sanatlarında yararlanılan bitkiler üzerine etnobotanik araştırmalar. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 29-1, 1-6.

Salido, S., Altarejos, J., Nogueras, M., Sanchez, A., Pannecouque, C., Witvrouw, M. 2002. Chemical studies of essential oils of *Juniperus oxycedrus* subsp. *badia*. J. Ethnopharmacol, 81, 129-34.

Sanchez, F., Gamez, MJ., Jimenez, I., Jimenez, J., Osuna, JI., Zarzuelo, A., 1994. Hypoglycemic activity of juniper berries. Planta Med, 60-3, 197-200.

Sargın, S.A., Akçiçek, E., Selvi, S., 2013. An ethnobotanical study of medicinal plants used by the local people of Alaşehir (Manisa) Turkey. J. of Ethnopharmacology, 150, 860-874.

Sargın, S.A., 2015. Ethnobotanical survey of medicinal plants in Bozyazı district of Mersin, Turkey. J. of Ethnopharmacology, 173, 105-126.

Sarı, A.O., Oğuz, B., Bilgiç, A., Tort, N., Güvensen, A., Şenol, S.G., 2010. Ege ve Güney Marmara Bölgelerinde halk ilacı olarak kullanılan bitkiler. J. of AARI, 20-2, 1-21.

Şimşek, I., Aytekin, F., Yeşilada, E., Yıldırım, Ş., 2004. Anadolu'da Halk Arasında Bitkilerin Kullanılış Amaçları Üzerinde Etnobotanik Bir Çalışma. 14. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, Bildiriler Kitabı, Eskişehir, 434-457.

Tuttu, G., 2017. Tosya (Kastamonu) ilçesinin florası ve etnobotanigi. Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Çankırı.

Tuzlacı, E., 2006. 'Şifa Niyetine' Türkiye'nin Bitkisel Halk İlaçları. Alfa Basım Yayım Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti., İstanbul, 449.

Tuzlacı, E., Sadıkoğlu, E. 2007. Turkish folk medicinal plants, part VI: Koçarlı (Aydın). J. Fac. Pharm. İstanbul, 39, 25-37.

Tuzlacı, E., 2011. Türkiye'nin Yabani Besin Bitkileri ve Ot Yemekleri. Alfa Basım Yayım Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti., İstanbul, 528.

Tümen, İ., Hafızoğlu, H., 2003. Türkiye'de yetişen Ardıç (*Juniperus* L.) türlerinin kozalak ve yaprak uçucu yağlarının bileşiminde bulunan terpen grupları. ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, Bartın, 5-5.

Tümen, İ. 2009. Türkiye'de doğal olarak yetişen Ardıç türlerinin (*Juniperus* sp.) farmakolojik kullanım alanları. Orman Genel Müdürlüğü İkinci Odun Dışı Orman Ürünleri Paneli, Tebliğler, İzmir, 46-55.

Uğurlu, E., Seçmen, Ö., 2008. Medicinal plants popularly used in the villages of Yunt Mountain (Manisa-Turkey). Fitoterapia, 79, 126-131.

Yaltırık, F., Efe, A., 2000. Dendroloji Ders Kitabı. İÜ Yayın No: 4265, OF Yayın No: 465, İstanbul, 382.

Yeşilada, E., Sezik, E., Honda, G., Takaishi, Y., Takeda, Y., Tanaka, T., 1999. Traditional medicine in Turkey IX. Folk medicine in North-West Anatolia. Journal of Ethnopharmacology, 64, 195-210.

Yılmaz, H., Aksoy, N., Akkemik, Ü., Köse, N., Karlıoğlu, N., Kaya, A., 2011. *Juniperus* L., Türkiye'nin Doğal Gymnospermleri (Açık Tohumlular). T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü (Ed: Yaltırık, F., Akkemik, Ü.), Ankara, 121-171.



