

Received: 24.11.2018

Accepted: 27.12.2018

DOI: 10.30516/bilgesci.487263

ISSN: 2651-401X

e-ISSN: 2651-4028

2(Special Issue), 145-154, 2018

Türkmen Dağı'nda Farklı Meşcerelerde Yayılış Gösteren Toprak Solucanları (Clitellata, Megadrili) Hakkında Bir Ön Araştırma

İbrahim Tavuç¹, Mete Mısırlıoğlu²,
Aliye Sepken Kaptanoğlu³, Nejat Çelik³

Özet: Toprak solucanları, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerindeki olumlu etkilerinden dolayı ekosistem mühendisleri olarak tanımlanmaktadır. Dünya genelinde bu canlılara olan ilgi ve yapılan çalışmaların sayısı giderek artmakta iken, ülkemizde bu canlıların ekolojileri hakkında yeterince çalışma yapılmamıştır. Çalışma, Eskişehir ve Kütahya il sınırları içerisinde yer alan Türkmen Dağında, farklı meşcerelerde yayılış gösteren (Karaçam, Kayın, Sarıçam, Mera, Karaçam+Sarıçam) toprak solucanı türlerinin durumunu belirlemek ve meşcereler arasında tür zenginliği bakımından fark olup olmadığını tespit etmek amacı ile bir ön araştırma olarak gerçekleştirilmiştir. Bunun için beş farklı meşcerede 30x30x20 cm boyutlarındaki alt örnek alanlarda toprak solucanı envanteri yapılmıştır. Solucanların toplanmasında ticari hardal metodu ile kazma ve elle ayıklama metodu birleştirilerek kullanılmıştır. Çıkarılan solucanlar içerisinde %70 etil alkol bulunan plastik kaplar içerisine konulmuş ve laboratuvar ortamına getirilmiştir. Laboratuvar ortamında stereo mikroskop yardımı ile türleri ve birey sayıları belirlenmiştir. Elde edilen veriler ile her bir meşcerenin toprak solucanı bakımından tür zenginliği hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda toplam 4 cins'e ait (Aporrectodea, Dendrobaena, Lumbricus, Octolasion) 10 tür ve 74 birey bulunmuştur. En fazla türün mera, en az türün ise karaçam meşceresinde olduğu tespit edilmiştir. Her bir örnek alanın bolluk değeri hesaplandığında en fazla bireyin sarıçam+karaçam, en az bireyin ise karaçam meşceresinde olduğu belirlenmiştir. İki metodun birleştirilerek kullanılmasının oldukça zaman aldığı görülmüştür. Ancak verimlilik bakımından değerlendirildiğinde ticari hardal metodunun etkili olmadığı, kazma-elle ayırma metodunun oldukça etkili ve hızlı bir metod olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Toprak Solucanları, Biyolojik Çeşitlilik, Ekoloji, Tür Zenginliği, Shannon

A Preliminary Investigation on the Earthworm (Clitellata, Megadrili) distribution in Different stands on Turkmen Mountain

Abstract Earthworms are defined as ecosystem engineer due to their positive effects on the physical, chemical and biological properties of the soil. While the number of studies and interest in these organisms has been increasing all over the World, there have not been enough studies about the ecology of these organisms in our country. This study was carried out as a preliminary study to determine the status of different earthworm species on different stands in Turkmen mountain and to determine

1- Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta
2-Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, F-5 Blok 26480 Eskişehir.
3- Orman Toprak Ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü, Eskişehir

Citation (Atıf): Tavuç, İ., Mısırlıoğlu, M., Kaptanoğlu A. S., Çelik N., 2018. Türkmen Dağı'nda Farklı Meşcerelerde Yayılış Gösteren Toprak Solucanları (Clitellata, Megadrili) Hakkında Bir Ön Araştırma. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 2 (Special issue), 145-154.

whether there is any difference in species richness between stands. The earthworms were gathered from the areas of 30x30x20 cm (Black Pine, Yellow Pine, Beech, Grassland, Black Pine + Yellow Pine) in 5 different stands in Turkmen Mountain located in the borders of Eskişehir and Kütahya. The earthworms were collected by combining the commercial mustard method with the hand sorting method. The earthworms were placed in plastic containers with % 70 ethyl alcohol and were taken to laboratory. Species and numbers were determined by stereo microscope in laboratory. With the data obtained, the species richness of each stand was calculated using Shannon Weiner diversity index in terms of earthworm. In the result of the study, 10 species and 74 individuals belonging to 4 genuses (Aporrectodea, Dendrobaena, Lumbricus, Octolasion) were found. The species with the highest frequency value is Dendrobaena persimilis (Omedeo & Rota, 1989). The area with the highest species richness was determined as grassland and the area with the least species was identified as Black Pine stands. When the earthworm abundance value is calculated for each stand in terms of earthworm, most individuals in yellowpine+blackpine, least individuals blackpine stands have been found. It has been observed that the combination of commercial mustard with handsorting method takes too much time. When evaluated in terms of yield, the commercial mustard method was not effective. Hand sorting method is effective and quick a method in terms of yield, but it requires intensive workload. In addition, there are not enough studies about this organism in our country. Therefore, there is a need for studies on relationships between vegetation and environmental factors with earthworms, their ecology and earthworms.

Keywords: Earthworms, Biodiversity, Ecology, Species Richness, Shannon Index

1.Giriş

Toprak solucanları 19. yüzyılda toprak zararlısı olarak düşünülürken (FIBL, 2017), günümüzde toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine olan etkilerinin anlaşılması sonucunda ekosistem mühendisleri olarak tanımlanmaktadır. Dünyada gerek ormancılık gerekse tarımsal açıdan bu canlılara verilen önem ve canlılar hakkında yapılan çalışmaların sayısı gün geçtikçe artmaktadır (De Wandeler vd., 2016). 150 yıldan daha uzun süredir toprak solucanları hakkında çalışmalar yapılmasına rağmen, ekolojileri habitatları, ekosistem üzerine olan etkileri hakkında hala bilgi eksiklerimiz vardır (Gutierrez-Lopez vd., 2016). Toprak solucanları, toprak altında ve toprak üstünde gerçekleştirdikleri faaliyetler ile orman ekosistemlerinin oluşumu ve fonksiyonu üzerinde oldukça önemli etkilere sahiptirler (Tavuç, 2017) ve orman ekosistemi üzerine olan bu etkileri göz ardı edilemeyecek kadar büyüktür (De Wandeler vd., 2016). Toprak solucanları, toprağın kalitesi hakkında fikir veren mükemmel biyoindikatörlerdir (Steffen vd., 2013). Toprak solucanı dışkıları, bitkilerin gelişimi için gerekli olan çözülebilir karbon, potasyum, kalsiyum, magnezyum, polisakkaritler ve iz elementler içerdiği için bitki gelişimini olumlu yönde etkilemektedir (Jouquet vd., 2008; Birkas vd., 2010). Toprak solucanlarının vejetasyon ve ekosistem üzerine olan olumlu etkilerinin bilinmesine rağmen ülkemizde tarım ve ormancılık alanlarında toprak solucanlarına gereken önem verilmemiş ve toprak solucanları hakkında yeterince bilimsel çalışma yapılmamıştır (Tavuç, 2017).

Ülkemizde doğal ekosistemlerde bulunan canlılar için habitat uygunluk haritalaması ve potansiyel dağılım haritalaması (Mert ve Kıraç, 2017; Oruç vd., 2017; Şentürk vd., 2010, 2012; Gülsoy vd., 2016; Ertuğrul vd., 2017; Süel vd., 2018), vejetasyon gelişimi ile yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkilerin araştırılması (Uluslan, 2016; Kuzugüdenli, 2014; Özkan, 2004; Özkan ve Kuzugüdenli, 2010; Özkan vd., 2007; Güner ve ark., 2011) türün ekolojik özelliklerinin belirlenmesi (Özdemir, 2016) ve canlı türlerinin indikatör türlerinin belirlenmesi (Süel vd., 2017; Süel vd., 2018) konularında çalışmalar yapılmıştır. Ancak ülkemizde toprak solucanları ile ilgili bu yönde çalışmalar yapılmamıştır. Ülkemizde toprak solucanları hakkındaki bilgi eksikliğini giderebilmek, literatüre yeni bilgiler, yeni veriler kazandırabilmek ve gelecekte toprak solucanları hakkında yapılabilecek olan çalışmalara ışık tutmak ya da yön vermek için bu kapsamdaki çalışmalara toprak solucanlarının da entegre edildiği bilimsel çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır.

Yukarıda bahsedilen tüm çalışmaların gerçekleştirilebilmesi için öncelikle çalışma alanındaki toprak solucanı türlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Literatür çalışmasında Türkmen Dağı'nda daha önce toprak

solucanlarının varlığına dair bir çalışma yapılmadığı tespit edilmiş ve hem çalışma eksikliğini gidermek hem de toprak solucanlarının durumu hakkında bir ön bilgi edinebilmek için çalışma gerçekleştirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Çalışma Alanı Özellikleri

Bu çalışma İç Anadolu bölgesinde yer alan Türkmen Dağı'nda gerçekleştirilmiştir. Türkmen Dağı 39°16'–39°38' kuzey enlemleri ile 30°06'–30°36' doğu boylamları arasında, Eskişehir ve Kütahya illeri sınırında yer almaktadır. Türkmen Dağı, kuzeyde Sündiken Dağları, doğuda Sivrihisar Dağları, batıda Eğrigöz Dağı, kuzeybatıda Uludağ ve güneydoğuda ise Emir Dağları ile çevrilidir. Araştırma alanında dasit, dasidik tüf, riyolit ve riyodasit anakaya tipleri yaygın olarak bulunmaktadır. Toprak boz esmer orman toprağı tipindedir (Güner vd., 2011). Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü illere ait istatistikî genel sıcaklık ve yağış verilerine göre bölgede, yıllık sıcaklık ortalaması 11 °C olup en sıcak aylar Temmuz ve Ağustos, en soğuk aylar ise Aralık ve Ocak aylarıdır. Bölgede yıllık ortalama yağış miktarı 367.1 mm (MGM, 2017).

2.2 Toprak Solucanlarını Toplama Ve Saklama Metodu

Toprak solucanları Mayıs ayında Türkmen Dağı'nın farklı bölgelerinde yer alan sarıçam (*Pinus sylvestris*), karaçam (*Pinus nigra*), karaçam ve sarıçam karışık orman, kayın (*Fagus sp.*) meşcereleri altından ve orman açıklığında yer alan meradan toplanmıştır.

Toprak solucanları 2017 yılı mayıs ayında her bir meşçereden bir tane olmak üzere 30x30x20 cm boyutlarındaki örnekleme alanlarından toplanmıştır. Örneklerin toplanmasında ticari hardal metodu (Pelosi vd., 2014) ile kazma ve elle ayıklama metodu (Gutiérrez-López vd., 2016; Gholami vd., 2016) birleştirilerek birlikte kullanılmıştır.

Bunun için 30x30x20 cm örnekleme alanı içerisinde kalan ölü örtü, toprağın mineral tabakasına kadar içerisinde toprak solucanı olabileceği ihtimaline karşı dikkatli bir şekilde temizlenmiş ve ölü örtü içerisinde bulunan toprak solucanları toplanmıştır. Daha sonra ticari hardal metoduna göre hazırlanan 10 lt solüsyonun önce yarısı örnekleme alanına dökülmüş 10 dk beklendikten sonra kalan yarısı da dökülerek toplam 20 dk toprak solucanlarının yüzeye çıkması beklenmiştir. Yüzeye çıkan toprak solucanları elle toplanmıştır. Daha sonra 30x30x20 cm örnekleme alanı kürek yardımıyla mümkün olduğunca tek parça halinde çıkartılmış ve temiz bir zemin üzerine koyularak çıkartılan toprak parçası içerisindeki toprak solucanları elle seçilmiş, ekolojik gruplarına (epijeik, endojeik, anesik) göre ayrılarak 3 ayrı kapta toplanmıştır.

Fiksatif olarak kaplar içerisine örneklerin üzerini örtecek seviyede % 80'lik etil alkol koyulmuştur (Mısırlıoğlu, 2011). Laboratuvara getirildikten sonra ise toprak solucanlarının üzerlerindeki toprak partikülleri temizlenmiş ve yine ekolojik gruplarına göre ayrılarak, içerisinde % 96'lık etil alkol bulunan kaplar içerisine alınmıştır.

2.3 Örneklerin Teşhis Edilmesi

Toprak solucanlarının türleri laboratuvar ortamında incelenerek belirlenmiştir. Burada toprak solucanları, çözünürlüğü ve büyütme gücü yüksek olan ve okülerdeki görüntüyü bilgisayar ortamına aktarabilen stereo mikroskop yardımı ile detaylı bir şekilde incelenmiş ve taksonomik özelliklerine göre tür teşhisleri gerçekleştirilmiştir.

2.4 İstatistiksel Analizler

Örnekleme yapılan alanlarda doğrudan tür zenginliği ve Shannon-Wiener çeşitlilik indisi kullanılarak örnek alanların tür çeşitliliği ve tür zenginlikleri hesaplanmıştır (Özkan, 2016).

Tür zenginliği aşağıdaki eşitlik kullanılarak, bir başka deyişle alanda kaç farklı tür var ise onların toplamı olarak belirlenmiştir. Eşitlikteki S_i değeri örnek alanlardaki farklı olan her bir türü ifade etmektedir.

$$S = \sum_{i=1}^S S_i \quad (\text{Peet, 1974}).$$

Tür çeşitliliğinin hesaplanmasında Shannon-Wiener çeşitlilik indisi (H) kullanılmıştır.

$$H = - \sum p_i \ln p_i \text{ (Shannon, 1948).}$$

Formülde bulunan pi ifadesi türlerin oransal değerlerini ifade etmektedir.

Türün frekans değeri, tüm örnek alanlar içerisinde türün bulunduğu örnek alan sayısını ifade etmektedir. Frekans değerleri türün bulunduğu örnek alan sayısının toplam örnek alan sayısına oranlanması ile aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

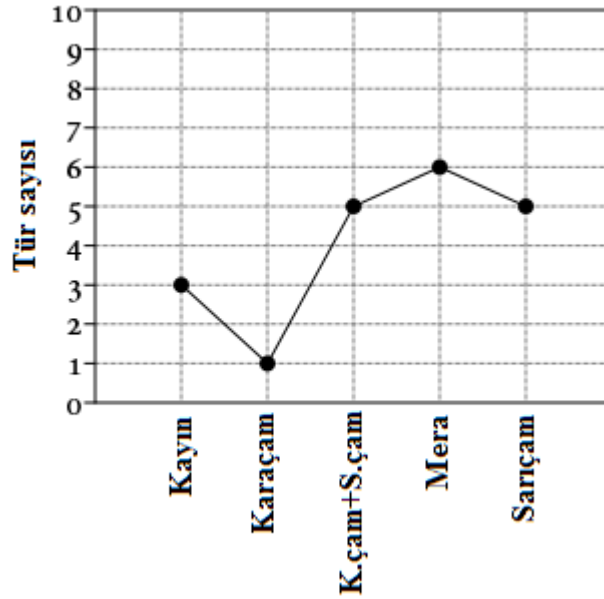
$$F = \frac{\text{Türün bulunduğu örnek alan sayısı}}{\text{Toplam örnek alan sayısı}}$$

3. Bulgular

Çalışma sonucunda 4 cinse ait 10 tür (*Dendrobaena* 5 tür, *Aporrectodea* 3 tür, *Lumbricus* 1 tür ve *Octolasion* 1 tür) ve toplam 74 birey tespit edilmiştir. Tespit edilen türler ve birey sayılarının yanı sıra hangi türün hangi lokalitede bulunduğu ve türlerin kökenleri Ek-1 de tablo halinde verilmiştir.

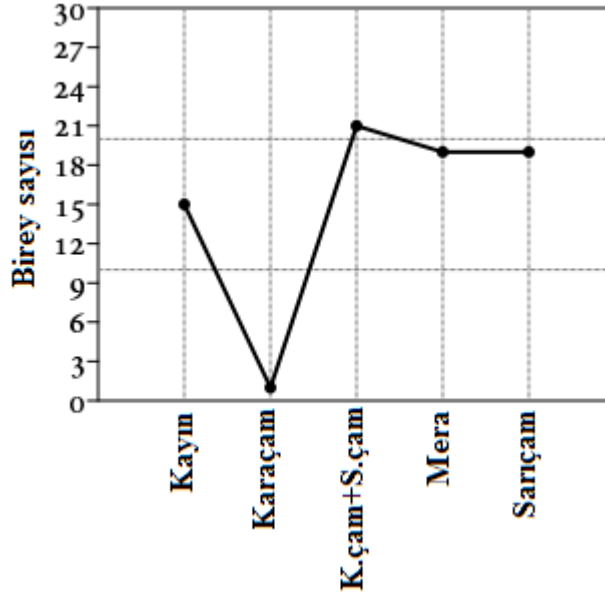
Bulunan türlerin 5'i Peregrin, 3'ü Kafkas-Anadolu, 1'i Trans-Ege ve 1'i ülkemize endemiktir.

Örnekleme yapılan alanların her birisinin birbirinden farklı sayıda türe sahip olduğu görülmüştür. Yapılan doğrudan tür zenginliği hesabına göre en fazla türün 6 tür ile merada, en az türün de 1 türle karaçam meşceresinde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1).



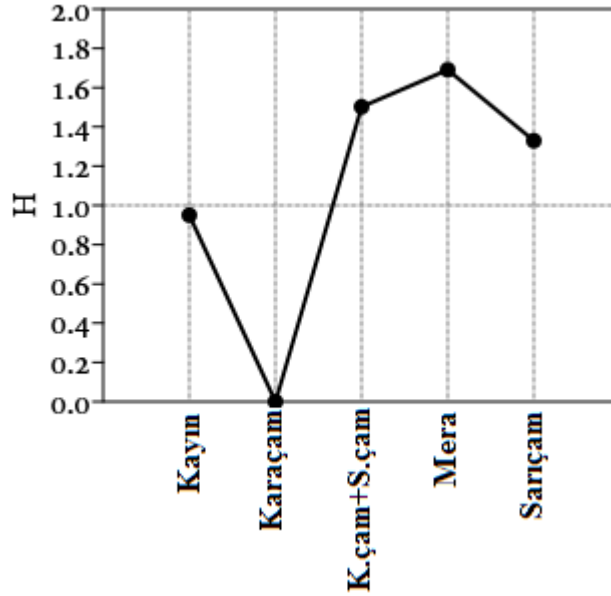
Şekil 1. Alanlara göre tür sayılarının dağılımı

Çalışma sonucunda elde edilen bir diğer bulgu örnekleme alanlarından çıkan birey sayılarının birbirinden farklı olduğudur. Her bir örnekleme alanından çıkan toplam birey sayıları kullanılarak örnekleme yapılan her bir alanın bolluk değeri hesaplanmıştır. Bu hesaplama göre en fazla bireyin 21 birey sayısı ile karaçam+sarıçam meşceresinde, en az bireyin ise 1 birey sayısı ile karaçam meşceresinde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Alanlara göre birey sayılarının dağılımı

Örnekleme yapılan alanların alfa çeşitlilik değerlerinin hesaplanmasında bolluk verilerinin oransal veya sayısal değerlerine dayalı indisler kullanılmıştır (Özkan, 2016). Yapılan analiz sonucunda tür zenginliği bakımından en zengin alan mera, en fakir alan ise karaçam meşceresi olarak tespit edilmiştir. Bu durum örnekleme alanlarının sahip olduğu Shannon değerlerini gösteren bir grafik ile belirtilmiştir. (Şekil 3).



Şekil 3. Alanlara ait shannon değerleri

Çalışma alanında her bir örnekleme alanından elde edilen veriler ile toprak solucanlarının frekansları hesaplanmıştır. Hesaplanan frekans değerleri yüzde cinsinden belirtilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Türlerin frekans değerleri

Tür isimleri	Frekans değerleri (%)
<i>Aporrectodea caliginosa</i> (Savigny, 1826)	40
<i>Aporrectodea rosea</i> (Savigny, 1826)	60
<i>Aporrectodea trapezoides</i> (Duges, 1828)	40
<i>Dendrobaena alpina armeniaca</i> (Rosa, 1893)	60
<i>Dendrobaena attensi</i> (Michaelsen, 1902)	20
<i>Dendrobaena pentheri</i> (Rosa, 1905)	20
<i>Dendrobaena decipiens</i> (Michaelsen, 1910)	20
<i>Dendrobaena persimilis</i> (Omodeo & Rota, 1989)	80
<i>Lumbricus rubellus</i> (Hoffmeister, 1843)	40
<i>Octolasion lacteum</i> (Örley, 1881)	20

4. Tartışma ve Sonuç

Dendrobaena cinsine ait türler daha çok dağlık bölgelerde yaşarlar. *Dendrobaena hortensis*, *D. byblica*, *D. veneta* gibi her yerde bulunabilen bazı peregrin türler dışında daha çok dağların orta ve yüksek kesimlerinde yaygındır. Genellikle epijeik ya da endojeiktirler. Bu cinsine ait türler, iğne yapraklı ve karışık ormanlarda, yaprak döken ormanlara göre daha sık bulunurlar (Perel, 1997; Sims ve Gerard, 1999).

Araştırma alanındaki en yüksek nokta 1826 m yüksekliği ile Türkmenbaba Tepe'dir (Güner vd., 2011). Örnekleme yapılan alanlar dağın orta kesimlerinde olup, yükselteleri 1082 m ile 1575 m arasında değişiklik göstermektedir. Örnekleme alanlarından toplanan türlerin büyük kısmını *Dendrobaena* cinsine ait türler olup toplanan türlerin geneli epijeik ve endojeik türlerdir. *Dendrobaena* cinsine ait olan türler genellikle iğne yapraklı ve karaçam+sarıçam karışık ormanından toplanılmıştır. Elde edilen tüm bu veriler literatür verileri ile kıyaslandığı zaman uyumlu oldukları görülmüştür.

Aporrectodea cinsine ait türler, dağların daha düşük rakımlı kesimlerinde çok yaygındır. Özellikle dağların çayırılık bölgelerinde görülürler. Bu cinsine ait türlerin çoğu peregrindir, dünyanın birçok bölgesine ve farklı habitatlara yayılmışlardır. Özellikle *Aporrectodea caliginosa*, *A. trapezoides* ve *A. rosea* türleri çok yaygındır. Bu türler tipik sinantropik (insanlarla bir arada yaşayan, insan yerleşim yerlerinde bulunan) endojeik türlerdir. Bahçelerde, ekili alanlarda, meralarda görülürler. Bunun yanında *A. rosea* diğerlerine göre daha adaptif bir tür olduğu için bu türe birçok yerde rastlanabilir (Csuzdi ve Zicsi, 2003; Perel, 1997; Valchovski, 2016). Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre *Aporrectodea* cinsine ait olan türler (*A. rosea* hariç) meradan ancak orta yükseltideki rakımlardan toplanılmıştır. Bu nedenle literatürde verilen yükselti verisi ile örnekleri topladığımız yükselti verisi uyum göstermemektedir. Bu durum türün orta yükseltide de var olabileceğinin bir göstergesidir.

Çalışmada toplanan *Aporrectodea* cinsine ait türlerin tamamı peregrin türler olup bu özellik bakımından elde ettiğimiz veriler ile literatür verileri uyum göstermektedir. *A. rosea* türü dağın alçak kesimlerinde ancak meranın yanı sıra kayın meşçeresi altından da örneklenmiştir. Bu özellik bakımından elde ettiğimiz veri ile literatür verisi örtüşmektedir.

A. rosea türüne ovalarda ve dağların düşük ve orta rakımlı kesimlerinde de sıkça rastlanır. *A. caliginosa* ve *A. trapezoides* türleri daha çok düşük rakımlarda görülürken orta yükseklikte nadiren görülürler (Sims ve Gerard, 1999). Çalışmamızda *A. caliginosa* ve *A. trapezoides* türleri dağın orta rakıma sahip hatta ortanın biraz daha üstü sayılabilecek rakımlardan örneklenmiştir. Bu bakımdan bilgilerimiz literatür bilgileri ile kısmen örtüşmekte olup, bu durum türlerin yüksek rakımlarda da yayılış gösterdiğinin bir göstergesidir.

Octolasion lacteum mineral toprak horizonunda yaşayan endojeik bir türdür. Çoğunlukla yaprak döken ve karışık ormanlarda yaygındır. Nehir ya da diğer su kaynaklarının yakınında daha yoğun olarak görülür. Ovalarda ve dağlarda da bulunabilir (Csuzdi ve Zicsi, 2003). Çalışmamızda örneklenen *O. lacteum* türü karışık ormandan (Karaçam+Sarıçam) örneklenmiştir. Dağlık alanda yapılan örnekleme sonucunda türün elde edilmesi, türün dağlık alanlarda da yayılış gösterdiğinin bir göstergesi olup verilerimiz literatür verileri ile örtüşmektedir.

Lumbricus rubellus, yaprak örtüsü ve gübre yığınları gibi yüksek organik madde içeren yerleri tercih eden peregrin bir türdür (Valchovski, 2016). Nehirlerin yakınında yaygın olmalarının yanısıra dağlarda ve ovalarda da bulunabilirler (Perel, 1997; Csuzdi ve Zicsi, 2003). Çalışmamızda *L. rubellus* türü dağlık alanda karaçam+sarıçam karışık ormanında yapılan örnekleme işlemi sonucunda elde edilmiştir. Bu veri söz konusu türün iğne yapraklı orman altında da yayılış gösterebildiğinin bir göstergesidir.

Toprak solucanlarını toprak yüzeyine çıkartmak için kullanılan çok sayıda metot vardır. Bu metotlardan birisi de acı hardal ya da ticari hardal metodu olarak bilinen hardal metodudur. Hardal metodu toprak solucanlarını topraktan çıkartmada kullanılan kimyasal metotlara alternatif bir metottur, ancak uygulaması oldukça zaman almaktadır. Yapılan çoğu çalışmada hardal metodu ile kazma ve elle ayırma metodu birlikte kullanılmış ve oldukça başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Nxele vd., 2015; Pelosi vd., 2014; Szlavecvd., 2013; Smith vd., 2008; Duriez vd., 2006; Chan ve Munro, 2001). Çalışmamızın sonucunda bu iki metodun birleştirilerek kullanılmasının oldukça zaman aldığı görülmüştür. Ancak verimlilik bakımından değerlendirildiğinde ticari hardal metodunun etkili olmadığı, kazma-elle ayırma metodunun oldukça etkili ve hızlı bir metot olduğu kanaatine varılmıştır. Toprak solucanı envanter çalışmalarında birleştirilmiş birkaç metot kullanmak yerine kazma-elle ayırma metodunun tek başına kullanılmasının daha etkili ve daha az zaman aldığı ancak yoğun iş gücü gerektirdiği görülmüştür.

Sonuç olarak toprak solucanı envanter çalışmalarında birkaç metodu birleştirerek kullanmak yerine, kazma ve elle ayırma metodunun tek başına kullanılmasının daha etkili ve verimli olduğu kanaatine varılmıştır.

Türkmen Dağı'nda kapsamlı bir toprak solucanı envanter çalışması yapılması gerekmektedir. Çünkü toprak solucanları hakkında daha çok bilgiye ihtiyacımız vardır. Ülkemizde toprak solucanları hakkında yapılan çalışmaların büyük kısmı toprak solucanlarının taksonomileri ve bugüne kadar teşhis edilen türlerin lokasyonları hakkındadır (Csuzdi vd., 2007; Csuzdi vd., 2006; Mısırlıoğlu, 2008, 2012, 2017a, 2017b; Mısırlıoğlu ve Szederjesi, 2015; Szederjesi ve Mısırlıoğlu, 2017; Mısırlıoğlu ve Valchovski, 2017). Ancak toprak solucanları hakkında daha fazla bilgi edinebilmemiz için bu canlıların orman ekosisteminde vejetasyon-çevre ile olan ilişkileri, tür-habitat dağılım modelleri, türlerin birbirleri ile olan ilişkileri konularında toprak solucanları ya da toplulukları hedef tür alınarak çalışmalar yapılması gerekmektedir (Tavuç, 2017).

Teşekkür

Çalışmanın gerçekleştirilmesinde hiçbir desteği esirgemeyen Eskişehir Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü ve enstitü Müdürü Dr. Şükrü Teoman Güner'e, analiz sonuçlarının yorumlanması ve değerlendirilmesinde desteğini esirgemeyen Süleyman Demirel Üniversitesi öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. Kürşad Özkan'a, arazi ve laboratuvar çalışmalarında yardımcı olan Orman Mühendisi Merve BAŞ ve Sibel TEKİN'e, Biyolog Osman ŞEN ve Veli TEMEL'e, TÜBİTAK-2229 Bilim İnsanı Destekleme Programı-kapsamında gerçekleştirilen "Biyolojik Çeşitlilik Ölçüm Süreçleri: Envanter, Veri transferi ve Hesaplama Teknikleri" proje ve proje ekibine teşekkür ederiz

Kaynaklar

- Birkas, M., Bottlik, L., Stingli, A., Gyuricza, C., Jolán-kai, M. (2010). Effect of soil physical state on the earthworms in Hungary. *Applied and Environmental Soil Science*, 1-7.
- Chan, K.Y., Munro, K. (2001). Evaluating mustard extracts for earthworm sampling. *Pedobiologia*, 45, 272–278.
- Csuzdi, Cs., Zicsi, A. (2003). Earthworms of Hungary (Annelida: Oligochaeta: Lumbricidae). In: Csuzdi, Cs., Mahunka, S. (Eds.). *Pedozoologica Hungarica 1. Hungarian Natural History Muesum, Budapest*.
- Csuzdi, Cs., Zicsi, A., Mısırlıoğlu, M. (2006). An annotated checklist of the earthworm fauna of Turkey (Oligochaeta: Lumbricidae). *Zootaxa*, 1175, 1–29.

- Csuzdi, Cs., Pavlíček, T., Mısırlıoğlu, M. (2007). Earthworms (Oligochaeta: Lumbricidae, Criodrilidae and Acanthodrilidae) of Hatay province, Turkey, with description of three new lumbricids. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 53 (4), 347–361.
- De Wandeler, H., Sousa-Silva, R., Ampoorter, R. E., Bruelheide, H., Carnol, M., Dawud, S. M., Dănilă, G., Finer, L., Hättenschwiler, S., Hermy, M. (2016). Drivers of earthworm incidence and abundance across european forests. *Soil Biology and Biochemistry*, 99, 167-178.
- Duriez, O., Ferrand, Y., Binet, F. (2006). An adapted method for sampling earthworms at night in wildlife studies. *Journal of Wildlife Management*, 70(3), 852–858.
- FİBL (2017). Earthworms–architects of fertile soils. <https://shop.fibl.org/chen/mwdownloads/download/link/id/624/> (Erişim tarihi: 24.02.2017)
- Gholami, S., Sayad, E., Gebbers, R., Schirrmann, M., Joschko, M., Timmer, J. (2016). Spatial analysis of riparian forest soil macrofauna and its relation to abiotic soil properties. *Pedobiologia* 59(1), 27-36.
- Gutiérrez-López, M., Moreno, G., Trigo, D., Juárez, E., Jesús J. B., Cosín, D. J. D. (2016). The efficiency of earthworm extraction methods is determined by species and soil properties in the Mediterranean communities of Central-Western Spain. *European Journal of Soil Biology*, 73, 59-68.
- Gülsoy, S., Şentürk, Ö., Karakaya, F. (2016). Kunduz Yöresi (Vezirköprü) ormanlarında saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) türünün potansiyel dağılım modellemesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20(2), 281-289.
- Güner, Ş., T., Özkan, K., Yücel, E. (2011). Sarıçam ormanlarının verimliliği ile vejetasyon ve tür çeşitliliği arasındaki ilişkiler: Türkmen Dağı örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 12, 1-6.
- Jouquet, P., Bottinelli, N., Podwojewski, P., Hallaire, V., Duc, T. T. (2008). Chemical and physical properties of earthworm casts as compared to bulk soil under a range of different landuse systems in Vietnam. *Geoderma*, 146(1), 231-238.
- Kuzugüdenli, E. (2014). Batı Akdeniz bölgesinde boylu ardıcın (*Juniperus excelsa* bieb.) boy gelişimi ile bazı yetiştirme ortamı faktörleri arasındaki ilişkiler. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı*, 275s.
- Mert, A., Kırac, A. (2017). Isparta-Sütçüler yöresinde *Anatololacerta danfordi* (Günter, 1876)'nin habitat uygunluk haritalaması. *Bilge Uluslararası Fen ve Teknoloji Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 16-22.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), (2017). İllerimize ait genel istatistik veriler <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ESKISEHIR>. (Erişim Tarihi: 22.11.2017.)
- Mısırlıoğlu, M. (2008). A preliminary study of earthworms (oligochaeta, lumbricidae) from the city of İzmir, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 32, 473-475.
- Mısırlıoğlu, İ. M., 2011. Toprak Solucanları Ekolojileri ve Türkiye Türleri. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Mısırlıoğlu, M. (2012). Distribution of earthworms belonging to families Acanthodrilidae, Criodrilidae, and Megascolecidae in Turkey. *Zoology in the Middle East*, 58(sup4), 103-106.
- Mısırlıoğlu, M. (2017a). Diversity of earthworm (Clitellata, Annelida) species in the Asian and European part of Turkey. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 20(2), 115-119.
- Mısırlıoğlu, M. (2017b). Toprak solucanları biyolojileri, ekolojileri, zirai yönleri, Türkiye türleri ve türlerin taksonomik özellikleri. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara. 168 s.
- Mısırlıoğlu, M., Szederjesi, T. (2015). Contributions to the earthworm fauna (Oligochaeta) of Turkey. *Megadrilologica*, 18(6), 99-102.
- Mısırlıoğlu, M., Valchovski, H. (2017). Contributions to earthworm (Clitellata; Annelida) fauna of Turkish thrace. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(3), 385-388.

- Nxele T.C., Lamani, S., Measey, G.J., Armstrong, A. J., Plisko J.D., Willows-Munro, S., Janion-Scheepers, C., Wilson J.R.U. (2015). Studying earthworms (Annelida: Oligochaeta) in South Africa. *African Invertebrates*, 56 (3), 779–806.
- Oruç, M. S., Mert, A., Özdemir, İ. (2017). Eskişehir Çatacık Yöresinde, çevresel değişkenler kullanılarak Kızılgeyik için (*Cervus elaphus* L.) habitat uygunluğunun modellenmesi. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 1 (2), 135- 142.
- Özdemir, S., Özkan, K. (2016). Ovacık dağı yöresi'nde (Antalya) Türk kekiği (*Origanum onites* L.) ve büyük çiçekli adaçayı (*Salvia tomentosa* Miller) türlerinin ekolojik özellikleri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 66 (1), 264-277.
- Özkan, K. (2016). Biyolojik çeşitlilik bileşenleri (α , β , γ) nasıl ölçülür? Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No: 98, ISBN: 976-9944-452-89-2, 142 s., Isparta.
- Özkan, K. (2004). Prof. Dr. Bekir Sıtkı EVCİMEN Sedir Koruma Ormanı'nda Toros Sediri'nin (*Cedrus libani* A. RICH) gelişimi ile yetişme ortamı faktörleri arasındaki ilişkiler. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(2), 327-332.
- Özkan, K., Kuzugüdenli, E. (2010). Akdeniz Bölgesi Sütçüler Yöresinde kızılçamın (*Pinus brutia* ten.) verimliliği ile yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 1, 16-29.
- Özkan, K., Süel, H., Negiz, M. G., Uçar, R., Akkaya, O. (2007). İzmir-Bergama bölgesi kozak yaylasında Fıstıkçamı'nın (*Pinus pinea* L.) kozalak ve tohum özellikleri ile bazı yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler. VII. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, 10-13 Eylül 2007, İnönü Üniversitesi Kongre ve Kültür Merkezi, Malatya, 65.s
- Pelosi, C., Chiron, F., Dubs, F., Hedde, M., Ponge, J. F., Salmon, S., Cluzeau, D., Nélieu, S. (2014). A new method to measure allyl isothiocyanate (AITC) concentrations in mustard comparison of AITC and commercial mus-tard solutions as earthworm extractants. *Applied Soil Ecology*, 80, 1-5.
- Peet, R. K. (1974). The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 5, 331-340.
- Perel T. S. V. (1997). The earthworms of the fauna of Russia, cadaster and key, (Ed. Prof. N. M. Chernova). *Academia Nauka, Moscow*, 101 p.
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27, 379-423.
- Sims, R.W., Gerard, B. M. (1999). *Earthworms Synopsis*. British Fauna No. 31. Linn. Soc. Lond., London. 169p.
- Smith, J., Potts, S., Eggleton, P., (2008). Evaluating the efficiency of sampling methods in assessing soil macrofauna communities in arable systems. *European Journal of Soil Biology*, 44, 271–276.
- Steffen, G. P. K., Antonioli, Z. I., Steffen, R. B., Jacques, R. J. S., Dos Santos, M. L. (2013). Earthworm extraction with onion solution. *Applied Soil Ecology*, 69, 28-31.
- Süel, H., Akdemir, D., Kirac, A., Ünal, Y. (2017). The indicator plant species of wild animals in the Gidengelmiz mountains district. *Journal Of Environmental Biology*, 38(6), 991-998.
- Süel, H., Mert, A., Yalçinkaya, B. (2018). Changing potential distribution of gray wolf under climate change in Lake District, Turkey. *Applied Ecology And Environmental Research*, 16(5), 7129-7137.
- Süel, H., Yalçinkaya, B., Mert, A. (2018). Bazı memeli yaban hayvanlarının gösterge tür analizi; Ağlasun örneği. *Journal of Forestry*, 19(2), 170-175.
- Szlavec, K., Pitz S. L., Bernard, J. M., Xia, L., O'Neill, J. P., Chang, C.H., McCormick, M. K., Whigham D. F. (2013). Manipulating earthworm abundance using electroshocking in deciduous forests. *Pedobiologia*, 56, 33– 40.

- Şentürk, Ö. (2012). Sütçüler Yöresinde asli orman ağacı türlerinin potansiyel yayılış alanlarının modellenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, 180 s.
- Şentürk, Ö., Mert, A., Gülsoy, S., Özkan, K., Özdemir, İ. (2010). Sipahiler – Hacıaliler Mevkisinde karaçam ve kızılçam türlerinin potansiyel yayılışlarının modellenmesi. Isparta İli Değerleri ve Değer Yaratma Potansiyeli Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 26 Nisan- 3 Mayıs 2010,17-926, Isparta.
- Szederjesi, T. Mısırlıoğlu, M. (2017). New earthworm records from Turkey (Clitellata: Lumbricidae, Megascolecidae) Opuscula Zoologica (Budapest), 48(1), 55–60.
- Tavuç, İ. (2017). Orman ekosisteminde toprak solucanlarının önemi ve popülasyonlarının örneklenmesinde kullanılan metotlar üzerine bir bakış. Orman Genel Müdürlüğü Ormancılık Araştırma Dergisi, 1(4), 22-29.
- Uluslan, M. D. (2016). Akdeniz Bölgesi, Ovacık Dağı Yöresi'nde odunsu vejetasyonun dağılımı ile yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkilerin ordınasyon metotları ile araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, 152s.
- Valchovski, H. (2016). Influence of soil organic matter content on abundance and biomass of earthworm (Oligochaeta: Lumbricidae) populations. Ecologia Balkanica, 8(1), 107-110.