

## SAKARYA İLİ VE ÇEVRESİNDE ELMA ÜRETİCİLERİNİN PESTİSİT KULLANIMLARI VE PESTİSİDİN ZARARLI ETKİLERİ ÜZERİNDE ALGILARI

Nurhayat EDİBOĞLU<sup>1\*</sup>, İsmet YILDIRIM<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı.

<sup>2</sup>Düzce Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü.

Geliş tarihi: 18.06.2019 Kabul tarihi: 25.06.2019

### ÖZET

Bu çalışmada Sakarya ilindeki elma üreticilerinin bitki koruma sorunları ve bu sorunların çözümüne ilişkin bilinç düzeyleri ve algılarının ortaya konulması amaçlanmıştır. Çalışmada Erenler, Hendek, Serdivan, Söğütlü, Sapanca, Pamukova, Adapazarı ve Geyve ilçelerinden rastgele seçilen 96 çiftçi ile anket çalışması yapılmıştır. Anket sonuçlarına göre elma bahçelerinde sırasıyla en fazla karaleke %93.8, elma iç kurdu %77.3, yaprak biti %64.9 kırmızı örümcek %58.8 ve diğer hastalık-zararlılar %26.8 görülmektedir. Katılımcıların bu ankete verdiği yanıtlar çoklu yanıt olarak analiz edildiği için değerler toplamı %100'ü geçmektedir. Anket sonucunda katılımcıların %33'ü ürüne yönelik kullanacakları ilaçlara karar vermede ilaç bayilerinin önerilerini dikkate aldıklarını, %20.6'sı ise kendi bilgi ve tecrübelerine göre hareket ettiklerini ifade etmişlerdir. Bununla birlikte elma üreticilerinin %55.7'si ilaç reçetelerini bayilere, %29.9'u ise yetkili kişi ve kuruluşlara yazdırdıklarını belirtmişlerdir. Katılımcıların %78.4'ü ilaç etiketlerini okuduğunu, %20.6'sı ise okumadığını belirtmişlerdir. Bununla birlikte %94.6'sı ilaç reçetelerinde tavsiye ve dozların yanında son ilaçlama ile hasat dönemi arasındaki sürenin yazdığını belirtmiştir. Üreticilerden %88.7'si bahçelerinde kullandıkları ilaçların üründe bıraktığı kalıntıya yönelik önlem aldıklarını belirtirken, %11.3 ise hiçbir önlem almadıklarını bildirmişlerdir. Üründe pestisit kalıntısı konusunda ankete katılan üreticilerin %51.5'i 'uygun olmayan ilaçlar kalıntı bırakır' cevabını vermişlerdir. Elma üreticilerinin %50.5'i ilaç kalıntılarını azaltmak için önerilen doz ve hasat süresine dikkat ettiklerini, %40.1'i ise bayilerin önerisine göre hareket ettiklerini ifade etmişlerdir.

**Anahtar sözcükler:** Elma, üretici bilinci, tarım ilacı, kalıntı, Sakarya.

\*Sorumlu yazar/Corresponding Author: Nurhayat EDİBOĞLU, ediboglu60@hotmail.com

Sakarya ili ve çevresinde elma üreticilerinin pestisid kullanımları ve pestisidin zararlı etkileri üzerinde algıları, Nurhayat EDİBOĞLU, İsmet YILDIRIM

JA

## PERCEPTIONS OF APPLE PRODUCERS LOCATED IN SAKARYA PROVINCE AND SURROUNDINGS ON PESTICIDE USE AND PESTICIDE'S HARMFUL EFFECTS

### ABSTRACT

In this study, it was aimed to reveal the plant protection problems and consciousness levels and perceptions of apple growers in Sakarya province. The survey has been made among 96 farmers who has been chosen randomly from the districts of Erenler, Hendek, Serdivan, Söğütlü, Sapanca, Pamukova, Adapazarı and Geyve. According to the survey results in apple gardens the most indentified illnesses were as follows: Black stain 93.8%, *Venturia Inaqualis* 77.3%, Aphididae 64.9%, Red Spider 58.8% and others 26.8%. Since the answers of the participants for questionnaire were analyzed as multiple answers, the total value exceeds 100%. As a result of the survey, 33% of the participants stated that drug dealers' recommendations were taken into consideration when deciding on the drugs to be used for the product and 20.6% of them stated that they act according to their own knowledge and experience. However, 55.7% of the apple producers stated that they had prescribed the drug to the dealers and 29.9% had it written to the authorized persons and institutions. 78.4% of the participants declared that they read the labels and 20.6% of them did not. However, 94.6% declared that it was written on the prescription of medication during the period between the last application and the harvest period, in addition to the recommendations and doses. While 88.7% of the producers defined that they took precautions for the residues left by the medicines they use in their gardens, 11.3% of them reported that they did not take any precautions. 50.5% of the apple producers stated that they pay attention to the recommended dosage and harvest time to reduce the remnants of the pesticides, and 40.1% of them stated that they act according to the dealers' recommendation.

**Keywords:** Apple, producer awareness, pesticide, residue, Sakarya.

### 1. GİRİŞ

Sahip olduğu coğrafi konumu sebebiyle meyvecilik açısından dünyanın en elverişli iklim kuşağında yer alan Türkiye, elma yetiştiriciliğinde de diğer elma yetiştiricisi ülkelere göre avantajlı konumdadır ve her bölgesinde elma yetiştiriciliği yapılabilmektedir (Bayramoğlu ve ark, 2009). Özellikle Kuzey Anadolu, Karadeniz kıyı bölgesi ile İç Anadolu ve Doğu Anadolu yaylaları arasındaki geçit bölgeleri ve son yıllarda güneyde göller bölgesi ülkemizin önemli elma yetiştiriciliği alanlarını oluşturmaktadır (Yıkar, 2003).

Elma üretiminde Niğde, Isparta, Karaman, Antalya ve Konya illeri öne çıkmakta ve bu iller Türkiye'nin toplam elma üretim alanlarının %50'sini oluşturmaktadır. Türkiye'nin toplam elma üretiminin %20.4'ünü Isparta karşılarken, Isparta ilini Karaman (%13.6) ve Niğde (%12) illeri takip etmektedir. Türkiye'de yıllık elma üretiminin %1.9'unu karşılayan, Sakarya ili 11.000 dekar alandaki üretimiyle Türkiye sıralamasında 11. sırada yer almaktadır (Anonim, 2019).

Elma yetiştiriciliğinde, hastalık ve zararlılar verim ve kaliteyi olumsuz yönde, önemli oranda etkilemektedir. Bu nedenle bazı üreticiler elma verim ve kalitesini koruyabilmek amacıyla yoğun ve bilinçsiz bir şekilde pestisit uygulamaları yapmaktadırlar. Bilinçsiz olarak uygulanan pestisitler, meyveler üzerinde insan sağlığını tehdit eden kalıntılara neden olmaktadır (Çelik ve Durmuşoğlu, 2001; Durmuşoğlu, 2003; Demircan ve Yılmaz, 2005) ve bu kalıntılar çevreye, insan ve hayvan sağlığına geri dönüşü olmayan çok önemli zararlar verebilmektedir (Yiğit, 1977; Sherma, 1999).

Pestisit kalıntıları insan sağlığını tehdit ederken, elma ihracatımızı da olumsuz yönde etkilemektedir. Nitekim Sakarya ilinde 2017 yılında elma bahçelerinden hasat öncesi alınan örneklerden yapılan pestisit kalıntı analizlerinde örneklerden bazılarında maksimum kalıntı limiti (MRL) değerlerinin üzerinde pestisit kalıntılarına rastlanmıştır. Bu ürünlerde, kalıntı değerlerinin MRL değerinin altına düşmesi için üreticilere hasat geciktirme cezası verilerek kalıntı sorunu çözülmeye çalışılmıştır.

Üreticilerin pestisitlerin insan ve çevre sağlığı üzerindeki etkilerini bilmeleri elmada yasal olmayan pestisitleri kullanmamaları, doğru hedefe, doğru pestisiti, doğru dozda ve tekniğine uygun olarak kullanmaları önemlidir. Bu ise öncelikle üreticilerin tarımda pestisit kullanımını ile ilgili yaklaşımlarının belirlenmesi ile mümkündür.

Bu çalışmada Adapazarı ve çevresinde faaliyet gösteren elma üreticileriyle yürütülen anket uygulamasıyla üreticilerin pestisit kullanımları konusunda algıları belirlenerek, olumlu ve olumsuz yönleri ortaya konmaya çalışılmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyal

Bu çalışma elma yetiştiriciliğinin yaygın olarak yapıldığı Sakarya iline bağlı; Erenler, Hendek, Serdivan, Söğütü, Sapanca, Pamukova, Adapazarı, Geyve ve Taraklı ilçelerinde yürütülmüştür. Çalışmanın materyalini, ilçelerden tesadüfen seçilen 96 elma üreticisiyle yüz yüze yapılan, anket çalışmaları oluşturmuştur. Anket formunun oluşturulmasında, daha önce yapılan araştırmalarda kullanılan sorular (Akbaba, 2010; Demircan ve Yılmaz, 2005) ve Sakarya İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü teknik personelinin hazırlamış olduğu rapor ve brifing çalışmalarından yararlanılmıştır. Araştırmada kullanılan veriler 2017 dönemine aittir.

### 2.2. Yöntem

Sakarya Tarım İl Müdürlüğü çiftçi kayıt sisteminden edinilen bilgiler ışığında, ilde toplam 679 adet işletmede elma üretimi yapıldığı belirlenmiştir. Köylerde üreticileri temsil edecek oran ortalamalarına dayalı basit tesadüfî örneklem çalışmasında kullanılan örnekleme yönteminde, aşağıdaki formülden (2.1) yararlanılmış ve %90 olasılık ile %10 hata payı alınmıştır (Güneş ve Arıkan, 1988; Miran, 2003).

$$n = \frac{Np(1-p)}{(N-1)\sigma_{px}^2 + p(1-p)} \quad 2.1$$

Burada, n = Örnek hacmi,  
N = Toplam elma üreticisi sayısı  
P = Örneğe girecek üreticilerin oranı  
 $\sigma_{px}^2$  = Oranın varyansdır

Örnek büyüklüğünün büyük olmasını sağlamak için,  $p(1-p)$  çarpımında en büyük değeri verecek olan  $p = 0.5$  değerinin kabul edilmesi uygun görülmüştür (Engindeniz ve Çukur, 2003).  $\sigma_{px}^2$  parametresinin tahmininde ise, gerçek oran ne olursa olsun, bunun istenen herhangi bir olasılık düzeyinde güven aralığının, örnek oranının iki tarafında belirli bir r oranından daha fazla uzanmaması istenebilmektedir. Bu durumda  $\sigma_{px}^2$  parametresi,  $Z_{\alpha/2} \sigma_P = r$  formülü ile elde edilmektedir. Anakitle oranına ait %90 güven aralığının, örnek oranının 0.05 iki tarafında uzanması

istendiğinde  $1.645 \sigma_P = 0.10$  buradan da  $\sigma_P = 0.0608$  olmaktadır. Araştırmada bu değerler yukarıdaki formülde yerine konulmuş ve örnek hacmi 40 olarak hesaplanmıştır.

Anket, elma bahçesi üreticilerine ait sorular, elma bahçesine ait sorular ve elma bahçesinde tarım ilaçlarının kullanımıyla ilgili sorular olma üzere 3 bölümden oluşmuştur. Anket verileri değerlendirilirken frekans, % ve ortalama gibi istatistikler kullanılmıştır. Bunlara ek olarak nominal ölçekli değişkenlerden önemli kabul edilen bazı veriler arasında bir bağ olup olmadığını belirlemek için  $\chi^2$  bağımsızlık testi uygulanmıştır.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1. Elma Üreticilerinin Sosyo-Ekonomik Özellikleri

Ankette yer alan üreticilerin önemli bir kısmının (%91.8) orta ve üstü yaş gruplarında yer alırken, çok azının (%7.2) genç 20-35 yaş grubunda yer aldıkları saptanmıştır. Üreticilerin önemli bir kısmı (%73.2) ilkökul ve ortaokul eğitime sahipken, %16.5'i lise ve %9.3'nün yüksekokul mezunu olduğu görülmüştür.

Üreticilerin tamamına yakınının tarımsal üretimde tecrübeli oldukları söylenebilir. Nitekim, %91.8'i on yılın üzerinde tarımla uğraşmaktadırlar (Çizelge 1).

Kızılay ve Akçaöz (2009), Antalya ilinde önemli bir bölümü (%60.8) elma yetiştiricisi olan üreticilerle yaptıkları bir anket çalışmasında, buradaki sonuca benzer olarak üreticilerin yaş ortalamasının 56 olduğu ve %63.3'ünün ilkökul eğitimi gördükleri saptanmıştır. Manisa İli bağ alanlarında yapılan bir çalışmada da üretici yaş ortalamasının 51 olduğu ve büyük bir bölümünün ilkökul eğitime sahip oldukları görülmüştür (Karabat ve Atış, 2012). Benzer olarak Konya İlinde yapılan bir anket çalışmasında üreticilerinin yarısından fazlasının (%52) ilkökul mezunu oldukları bildirilmiştir (Peker, 2012).

**Çizelge 1. Üreticilerin demografik özellikleri**

Yaş dağılımı	Sayı	Yüzde
20-35	7	7.2
36-51	37	38.1
52-67	48	49.5
68 ve üzeri	4	4.2
Toplam	96	100
Eğitim Durumu		
İlkokul	54	55.7
Ortaokul	17	17.5
Lise	16	16.5
Yüksekokul	9	9.3
Toplam	96	100
Tarımla uğraşma yılları		
1-10 yıl	8	8.2
11-20 yıl	17	17.5
21-30 yıl	30	30.9
31-40 yıl	21	21.6
41-50 yıl	18	18.6
51 ve üzeri	2	2.2
Toplam	96	100

Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar verilen üç örnek çalışmadaki üretici yaş ve eğitim seviyeleri sonuçları ile benzer ve uyumlu olmuştur.

### 3.2. Üreticilerin İlaç Kullanımı Konusundaki Bilinç ve Davranışları

İlaç kullanımında, üreticilerin %78.4'ü ilaç prospektüslerini okuduğu halde bunların ancak %61.9'u pestisitleri kullanırken prospektüsündeki tavsiye edilen dozlara uyduklarını söylemişlerdir.

Üreticilerin küçük bir kısmı (%30.9) ilaçlama yaparken özel giysi giydiklerini, %92.8'i ilaçlama esnasında herhangi bir gıda maddesi tüketmediklerini ve %85.6'sı ilaçlama sonrası bol suyla el ve yüzlerini yıkadıklarını belirtmişlerdir.

Bu sonuçlara göre, üreticiler genellikle doğru dozda ilaçlama yaparlarken, aynı zamanda ilaçlama sırasında özel giysi kullanma dışında kurallara uymaktadırlar. İlaçlama sırasında kendi sağlıklarına önem veren üreticiler (%58.8), ilaçlama ekipmanlarını arazide yıkamak suretiyle çevrenin daha fazla kirlenmesine yol açabilmektedirler (Çizelge 2).

**Çizelge 2. İlaç kullanımında kullanıcıların tutumları**

<b>İlaçları dikkatli kullanmada neye dikkat edersiniz?</b>	<b>Sayı</b>	<b>%</b>
Prospektüsünde tavsiye edilene	60	61,9
Son ilaç ile hasat arasındaki süreye	12	12,4
Gözlemlerime ve tecrübeme	13	13,4
Cevapsız	11	12,4
<b>Toplam</b>	<b>96</b>	<b>100</b>
<b>İlaçlamada özel giysi giyiyor musunuz?</b>	<b>Sayı</b>	<b>%</b>
Hayır	67	69,1
Evet	29	30,9
<b>Toplam</b>	<b>96</b>	<b>100</b>
<b>İlaçlama yaparken gıda tüketir misiniz?</b>	<b>Sayı</b>	<b>%</b>
Tüketmiyorum	90	92,8
Tüketiyorum	6	7,2
<b>Toplam</b>	<b>96</b>	<b>100</b>
<b>İlaçlamadan sonra el ve yüz temizliği yapar mısınız?</b>	<b>Sayı</b>	<b>%</b>
Bol sabunlu su ile temizlerim	83	85,6
Bazen temizlerim	13	14,4
<b>Toplam</b>	<b>96</b>	<b>100</b>
<b>İlaçlamadan sonra ekipmanları nasıl temizlersiniz?</b>	<b>Sayı</b>	<b>%</b>
Temizlemiyorum	12	12,4
Dere, göl ve akarsu kenarında yıkarım	19	19,6
Arazide yıkıyorum	57	58,8
Cevapsız	8	9,3
<b>Toplam</b>	<b>96</b>	<b>100</b>

Elma bahçelerinde kullanılan ilaçlarla ilgili bilgilere ait sonuçlarda, üreticilerin koruma için kullanacakları ilaçlara karar vermede %33 oranında ilaç bayilerinin önerilerini dikkate aldıkları, %20.6 oranında bilgi ve tecrübelerine göre hareket ettikleri görülmüştür.

Elma yetiştiricilerinin %55.7'si ilaç reçetelerini bayilere, %29.9'u yetkili kişi ve kuruluşlara yazdırdıklarını ifade etmişlerdir. Katılımcıların %78.4'ü ilaç ambalajı üzerindeki etiketleri okuduklarını, %20.6'sı okumadıklarını belirtmektedirler.

Kızılaslan ve Somak (2013), yaptıkları çalışmada, üreticilerin tarım ilaçlarını seçerken en fazla dikkate aldığı bilgi kaynağını %54.3 ile tarımsal ilaç bayileri oluştururken, kendi bilgi ve tecrübelerini kullananların oranı %30 ve tarım ilçe müdürlüğü yetkililerinden bilgi alanların oranı ise %15.7 olarak bildirilmiştir.

Peker (2012) tarafından yapılan çalışmada ise, üreticilerin %46'sının tarım ilacı seçiminde kendi bilgi, tecrübe ve deneyimleriyle karar verdiği görülmüştür. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar, söz konusu çalışma (Peker, 2012) sonuçlarından farklı bulunmuş ve ankete katılanların %94.6'sı ilaç reçetelerinde tavsiye ve dozların yanında son ilaçlama ile hasat dönemi arasındaki sürenin de yazdığını belirtmişlerdir.

### 3.3. Bahçe İlaçlama İşlemine İlişkin Bilgiler

Çalışmada katılımcıların %35.1'i elma ağaçlarında belirti veya zarar gördüğünde ilaçlama yaptığını belirtmiştir. Üreticilerin %33'ü ilaçlamada atomizör, %34'ü pülverizatör, %24.7'si atomizör ve pülverizatör aletleri kullandıklarını ifade etmişlerdir.

Katılımcıların %57.7'si ilaç yapma zamanı olarak sabah, %26.8'i sabah veya akşam vakitlerini tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Üreticilerin %55.7'si ilaçlama sayısını hava şartlarına göre, %19,6'sı ilaçlama uyarılarına göre belirlemekte iken, %62.9'u ilaçlama kayıtlarını tutmadıklarını ifade etmişlerdir.

Benzer çalışmalarda elde edilen sonuçlara göre, Karaçayır (2010), üreticilerin tarım ilaçlarının %52.4'ünün; Bayraktar (2014), %97.6'sının; Kızılaslan ve Somak (2013), %91.4'ünün kullandıkları ilaçları zirai ilaç bayilerinden temin ettiklerini belirlemişlerdir.

Yukarıda verilen bulgulara göre, elma yetiştiricileri kullandıkları ilaçlarla ilgili olarak elma ağaçlarında belirti veya zarar gördüğünde ilaçlama yaptığını, ilaçlamada atomizör ve pülverizatör aletleri kullandıklarını, ilaç yapma zamanı olarak sabah veya akşamüstü saatlerini tercih ettiklerini, ilaçlama sayısını hava şartlarına veya uyarılara göre belirlediklerini ve yarından fazlası ilaçlama kayıtlarını tutmadıklarını belirtmişlerdir.

### 3.4. Tarım İlaçları Kullanımı ve Elma Bahçesindeki Hastalık ve Zararlılar

Anket sonuçları incelendiğinde elma bahçelerinde %93.8 ile en çok karaleke, daha sonra %77.3 ile elma iç kurdu, %64.9 ile yaprak biti, %58.8 ile kırmızı örümcek ve %26.8 ile diğer hastalıklar görülmektedir. Katılımcıların bu soruya verdiği yanıtlar çoklu yanıt olarak analiz edildiği için değerler toplamı %100'ü geçmektedir. Elma bahçesindeki hastalık ve zararlılar Çizelge 3'de sunulmuştur.

Hastalık ve zararlılarla mücadele etmede; katılımcılar bahçelerinde oluşan hastalık ve zararlı otlarla %71.1 oranında kimyasal ilaçlarla, %14.4 oranında tuzak ve kimyasal ilaçlarla mücadele ettiklerini ifade etmişlerdir.

**Çizelge 3. Elma bahçesindeki hastalık ve zararlar**

Bahçedeki hastalıklar	Sayı	Yüzde
Karaleke	91	93,8
Elma iç kurdu	75	77,3
Yaprak biti	63	64,9
Kırmızı örümcek	57	58,8
Kabuklu bit	34	35,1
Diğer	26	26,8

İlaç kalıntısı hakkında görüşleri alınan katılımcıların %88.7'si bahçelerinde kullandıkları ilaçların üründe bıraktığı kalıntıya yönelik önlem aldığını, %11.3'ü ise almadığını ifade etmiştir. Katılımcıların %51.5'i kalıntıların bulunmasına ilişkin soruya 'uygun olmayan ilaçlar kalıntı bırakır' cevabını vermişlerdir. 'İlaçların kalıntılarını azaltmak için ne yapıyorsunuz?' sorusuna katılımcıların %50.5'i önerilen doz ve hasat süresine dikkat ettiklerini, %40.1'i bayilerin önerisine göre yapmaya dikkat ettiklerini belirtmişlerdir.

İlaçlamada kalibrasyon, yapılıp yapılmadığına yönelik soruya, katılımcıların %31.2'si kalibrasyon yaptığını söylerken, %68.8'si yaptırmadığını belirtmiştir. 'İlaçlama da doz önemli midir?' sorusuna katılımcıların neredeyse tamamı %90.5'i 'evet önemlidir' cevabını vermişlerdir. Üreticilerin %65.9'u ilaç dozunu belirlemede ilaçların ambalajında bulunan etikete göre hareket ettiklerini belirtmişlerdir.

'İlaçlamadan sonra hasat için süre geçmeli mi?' sorusuna katılımcıların %82.1'i süre geçmesi gerektiğini ifade etmiştir. 'Kimyasal ilaçların çevreye zarar verir mi?' sorusuna katılımcıların %89.7'si 'evet' cevabı vermiştir. Katılımcıların %72.2'si bu ilaçların hava, toprak ve su kirliliğinin hepsine neden olduğunu belirtmiştir.

'İlaçlara bağlı olarak bir sağlık sorunu yaşadınız mı?' sorusuna %88.4'ü ilaçlara bağlı olarak bir sağlık problemi yaşamadığını ifade etmiştir. Kimyasal ilaçların zararlarını önleme metotlarına yönelik katılımcılara yöneltilen sorulara katılımcıların %24.7'si kimyasal ilaçların çevreye verdiği zararları önlemeye yönelik okullarda çevre sorunları ile ilgili derslerin verilmesi gerektiğini, %20.6'sı çevreyi kirleten ilaçlara yönelik ağır cezaların verilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir.

Akbaba (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, ankete katılan üreticilere ilaçlama yaparken aldıkları tedbirler sorulmuş ve %61'inin ilaçlama esnasında oluşabilecek bir soruna karşı maske takarak, tülbent veya örtü kullanarak ve %18.5'nin özel bir iş elbisesi giyerek önlem aldıkları belirlenmiştir. Peker (2012) yaptığı çalışmada, üreticilerin %36'sının maske, tulum ve eldiven kullandığını, %16'sının ise sadece maske takmayı yeterli bulduğunu belirlemiştir. Çalışmamızda Akbaba, (2010) ve Peker (2012)'in çalışmalarından farklı bir sonuç elde edilmiştir. İlaç kullanımına yönelik bilgilerin sorulduğu kısımda katılımcılara 'ilaç veya gübre karışımı yapar mısınız?' sorusu yöneltilmiş ve katılımcıların %58.9'u ilaç ve gübre karışımı yapmadığını, %41.1'i ise yaptığını ifade etmiştir. İlaç ve gübre karışımı yapan üreticilerin %37.1'i bu işlemi ilaç bayii ve diğer üreticilerin yönlendirmeleriyle yaptığını bildirmiştir.

Ankete katılan elma üreticileri, kullandıkları ilaçların %90.7'sini karanlık ve serin ortama sahip depolarda sakladıklarını belirtmişlerdir. Akbaba (2010) söz konusu değerler için, %9.3 ilaç ve gübre karışımı yapmayanlar, %7.4 ise karışım yapanlar olarak ve karışım yapanların %3.7'si bayi ve diğer üreticilerin yönlendirmeleriyle karar verdiklerini bildirmiştir. Peker (2012) ise, ankete katılan üreticilerin 'tarımsal ilaçları muhafaza şekli' sorusuna; üreticilerin %64'ünün serin

depolarda, %22'sinin evlerinde ve %10'unun ilaç depolarında muhafaza ettikleri şeklinde cevapladıklarını belirtmiştir.

Katılımcılara yöneltilen 'aynı ilaçları kaç yıldır kullanıyorsunuz?' sorusuna üreticilerin %43.5'i aynı ilacı 3-5 yıl kullandıklarını belirtmişlerdir. İlaçları değiştirme sebepleri sorulan üreticilerin %40.4'ü ilaçların etkisizleştiğini, %37.1'i yeni ilaçların çıktığını bildirmişlerdir.

İlaçların ambalajlarında meydana gelen deformasyonların ilacı kullanmada etkili olup olmadığına dair yöneltilen soruya üreticilerin büyük bir kısmı (%73.7) etkili olmadığını ifade etmiştir. Üreticilerin %54.2'si yetiştirdikleri elmalardan kendileri ve ailelerinin yemesi için ayırmadığını, %45.8'i ise ayırdığını ifade etmiştir. Ankete katılan üreticilerin ilaç kullanımında kalibrasyon ve ilaç miktarını nasıl ölçeklendikleri Çizelge 4'de gösterilmiştir.

**Çizelge 4. İlaçlamada kalibrasyon, doz ve hasat süresi durumu**

<b>İlaçlamada kalibrasyon yapar mısınız?</b>	<b>Sayı</b>	<b>%</b>
Hayır	66	68,8
Evet	30	31,2
Toplam	96	100
<b>İlaçlama doz önemli midir?</b>	<b>Sayı</b>	<b>%</b>
Hayır	4	4,2
Evet	86	90,5
Herhangi bir fikrim yok	6	5,3
Toplam	96	100
<b>İlaç dozunu neye göre belirlersiniz?</b>	<b>Sayı</b>	<b>%</b>
Ambalajdaki etikete göre	60	65,9
Kendi bilgi ve tecrübelerime göre	13	14,3
Diğer üreticilerin önerilerine göre	6	1,1
İlaç bayilerinin önerilerine göre	17	18,7
Toplam	96	100
<b>İlaçlamadan sonra hasat için süre geçmeli mi?</b>	<b>Sayı</b>	<b>%</b>
Hayır	15	15,8
Evet	78	82,1
Herhangi bir fikrim yok	3	2,1
Toplam	96	100

$\chi^2$  testi ile çalışmada eğitim durumu ile ilaçlama tarihini belirleme arasında anlamlı farklılık bulunmuştur ( $\chi^2 = 22,84$ ; sd. = 12;  $p > 0.029$ ). İlaçlama tarihini belirlemede, ilkokul mezunu üreticilerin %31.2'si ilaç bayisinin tavsiyesine, %45.8'i üründe belirti veya zarar durumuna; ortaokul mezunu olanların %35.7'si her yıl aynı zamana, %28.6'sı ise ilaçlama programına; lise mezunlarının %33.3'ü ilaç bayisinin tavsiyesine, %40'ı üründe belirti veya zarar durumuna; yüksek okul mezunlarının %55.6'sı üründe belirti veya zarar durumuna ve %33.3'ü ilaçlama programına göre hareket ettiği tespit edilmiştir. Çalışmamıza konu olan hastalıklar ve mücadele yöntemleri Çizelge 5'de gösterilmiştir.



**Çizelge 5. Hastalık ve mücadelelerle etme durumu**

Hastalık ve zararlı otlarla mücadele etme	Sayı	%
Kimyasal ilaçlarla	69	71,1
Tuzak ve kimsayal ilaçlarla	14	14,4
Biyolojik mücadele	6	6,2
Diğer	2	2,1
Cevapsız	5	6,2
Toplam	96	100,0

**4. SONUÇ**

Bu çalışma ile elma üreticilerinin pestisit uygulamaları konusunda algıları belirlenerek, olumlu ve olumsuz yönleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Pestisitlerin çevresel etkisini azaltmak amacıyla; birçok ülkede pestisit kullanıcılarının eğitimi yasal zorunluluktur. Üreticilerin ‘tarımsal savaş’ konusunda mutlaka yeterli birikime sahip bitki koruma uzmanlarından yardım almaları gerekmektedir.

Uygulamalarda öncelikle, biyolojik savaş ya da entegre zararlı yönetimi gibi mücadele yöntemleri gözden geçirilmelidir. Bu konularda karar verebilmek amacıyla, zararlının doğru olarak tanımlanmasına, problemle ilgili daha önceki deneyimlere, uygun pestisit seçimine, etkili olacak uygulama metodunun belirlenmesine gereksinim vardır.

Bir tarımsal savaş ürünü seçilirken düşünülen kullanım ve duruma uygun olması, uygulayıcı tarafından güvenli olarak hazırlanması ve uygulanabilmesi, hasatla son ilaçlama arasındaki süreye uygun olması, düşük sağlık riskine sahip olması ve çevre ve hayvancılık açısından risk taşımaması gibi hususlar göz önünde bulundurulmalıdır.

İlaçlama sonrasında ortaya çıkan atıkların, boş kutuların yok edilmesi ve ilaçlama tanklarının yıkanması konularına özellikle dikkat edilmelidir. Pestisitlerin depolanması, uygulanması ve atıklar konusunda düzgün kayıt tutulmasında da yarar vardır.

**KAYNAKLAR**

- Akbaba, Z.B., 2010. Adana ili turuncgil yetiştiriciliği ve insektisit kullanımının değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Bitki Koruma Anabilim Dalı, Adana.
- Anonim, 2019. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. Sakarya İli Elma Üretimi İstatistikleri. (Erişim Tarihi: 10.06.2019).
- Bayraktar, S.M., 2014. Harran ovasında tarımsal ilaç kullanımının ekonomik analizi. Yüksek Lisans Tezi. Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı. T.C. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Kahramanmaraş, 2014.
- Bayramoğlu, Z., Çelik, Y., Oğuz, C., 2009. Konya ilinde elma üretiminin mevcut durumu ve gelişme olanakları. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 2(1), 11-15.
- Demircan, V., Yılmaz, H., 2005. Isparta ili elma üretiminde tarımsal ilaç kullanımının çevresel duyarlılık ve ekonomik açıdan analizi. Ekoloji, 14 (57), 15-25.
- Durmuşoğlu, E., 2003. Market basket monitoring of some organophosphorus pesticides on apple and strawberry in İzmir province Turkey. Archiv für Lebensmittelhygiene, 54(1), 16-19.
- Durmuşoğlu, E., Çelik, C., 2001. Türkiye’de pestisit kalıntıları üzerinde yapılan çalışmalar. Türkiye Entomoloji Dergisi, 25(1), 65-80.

- Engindeniz, S., Çukur, F., 2003. İzmir ili Kemalpaşa ilçesinde şeftali üretiminin teknik ve ekonomik analizi üzerine bir araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 40(2), 65-72.
- Güneş, T., Arıkan, R., 1988. Tarım ekonomisi istatistiği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1049, Ders Kitabı: 305, 293 s., Ankara.
- Karabat, S., Atış, E., 2012. Manisa ili bağ alanlarında kullanılan tarımsal ilaçların gıda güvenliğine etkisinin koşullu değerlendirme yöntemiyle analizi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 49(1), 17-25.
- Karaçayır, F.H., 2010. Elma üretimi yapan tarım işletmelerinde tarımsal ilaç kullanımında yayım yaklaşımları; Karaman ili örneği. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı Konya.
- Kızılaslan, N., Somak, E., 2013. Tokat ili Erbaa ilçesinde bağcılık işletmelerinde tarımsal ilaç kullanımında üreticilerin bilinç düzeyi. Gaziosmanpaşa Journal of Scientific Research, 4, 79-93.
- Kızılay, H., Akçaöz, H., 2009. Elma yetiştiriciliğinde ilaç ve gübre kullanımında ekonomik kaybın incelenmesi; Antalya ili örneği. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 2(1), 113-119.
- Miran, B., 2003. Temel İstatistik. s.137, İzmir.
- Peker, E.A., 2012. Konya ili domates üretiminde tarımsal ilaç kullanımına yönelik çevresel duyarlılık analizi. Iğdır Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2(1), 47-54.
- Yıkar, E., 2003. Elma. T.E.A.E. Bakış. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, Sayı: 4, Nüsha: 7, Ankara.
- Yiğit, V., 1977. Türkiye’de meyve ve sebzelerde bulunan pestisit kalıntıları üzerine araştırmalar. TÜBİTAK Marmara Bil. Araş. Enst., Yayın No: 21, 70s.
- Sherma, J., 1999. Pesticide residue analysis. Journal of AOAC International, 82(3), 561–574.

## SEBZE TÜRLERİNDE TÜRKİYE VE AVRUPA BİRLİĞİNDE BİTKİ ISLAHÇI HAKLARI UYGULAMALARI

Hasan ÇELEN<sup>1\*</sup>, Mehmet ÇAKMAK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>TAGEM, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Mersin, Türkiye

<sup>2</sup>BÜGEM, Tohumculuk Daire Başkanlığı, Ankara, Türkiye

Geliş tarihi: 28.10.2019 Kabul tarihi: 20.11.2019

### ÖZET

Bu çalışmada; Uluslararası Yeni Bitki Çeşitlerinin Korunması Sözleşmesi (UPOV Sözleşmesi) çerçevesinde yapılan uygulamaların sebze türleri açısından bir analizi yapılmış olup, bu uygulamaların ıslahçı, tohum üreticisi ve çiftçiler açısından etkileri incelenmiştir. Ülkemizde ve Avrupa Birliğinde sebze türlerinde yapılan bitki ıslahçı hakları başvuru verileri geçmişten günümüze ortaya konulmuş, sebze ıslahçısı/ıslahçı hakkı sistemi ilişkisinin eğilimi analiz edilmiştir. Ülkemizde ve dünyada uygulamada yaşanan örnek kopyalama, hak ihlali olayları üzerinden ülkemizde sebze ıslahçıları, sebze tohumu üreticileri ve sebze üretimi yapan çiftçilerin karşılaşabileceği kritik noktalar ve çözüm önerileri belirtilmiştir. Islahçıların farklı bir ticari değer ortaya koyan hatlarını ve tohum fiyatı yüksek olan hibrit çeşitler ile açık tozlanan çeşitlerini koruma altına aldırması tavsiye edilmiştir. Tohum üreticilerinin, çiftçilere bitki ıslahçı hakları konusunda karşılaşacağı yasal yaptırımlar konusunda bilgi verecek ve uyaracak, ayrıca hak ihlalleri ile yasal mücadelede uzmanlaşmış bir birim oluşturması önerilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çeşit koruma, ıslah, ıslahçı hakları, hak ihlali, tohum, UPOV.

### PRACTICES OF PLANT BREEDERS' RIGHTS IN TURKEY AND EUROPEAN UNION FOR VEGETABLE CROPS

#### ABSTRACT

In this paper, an analysis was made on implementation of International Convention for Protection of New Varieties of Plants (UPOV Convention), in terms of vegetable species, and the effects of these implementations for breeder, seed producer and farmers were investigated. The data on the application of plant breeders' rights in vegetable species has been presented from the past to the present in Turkey and European Union, and the trend of the relationship between the vegetable breeders/plant breeders' rights system has been analyzed. Critical points for vegetable breeders, vegetable seed producers and farmers, and solutions or recommendations for these critical points has assessed, over the examples of copying and infringement cases in Turkey and in the World. It was recommended that breeders should protect, the lines with different commercial value, hybrid varieties with high seed prices, and open pollinated varieties. It has been proposed that seed producers should establish a body that will inform and warn farmers about the legal sanctions they will face, and also specialize in the fight legally against infringement cases.

**Key Words:** Variety protection, breeding, plant breeders' rights, infringement, seed, UPOV.

\*Sorumlu yazar/Corresponding Author: Hasan ÇELEN, hasan.celen@tarimorman.gov.tr

Sebze türlerinde Türkiye ve Avrupa Birliğinde bitki ıslahçı hakları uygulamaları,  
Hasan ÇELEN, Mehmet ÇAKMAK

JA

## 1. GİRİŞ

Bir bitki çeşidi ile ilgili fikri mülkiyet elde edilmesini, farklı ülkeler ve uzmanlar Bitki Çeşit Koruma (Plant Variety Protection), Bitki Çeşit Hakları (Plant Variety Rights) veya Bitki İslahçı Hakları (Plant Breeders' Rights) gibi kavramlarla ifade etmektedir. Ülkemizde de Bitki İslahçı Hakları (BİH) terimi konunun ilk tartışıldığı zamandan bu yana kullanılmış ve kabul edilmiştir.

Avrupa Birliği (AB)'ne üye ülkelerde BİH uygulamaları 20. yüzyılın başından itibaren adım adım geliştirilmiş olup, AB'nin tamamını kapsayan bir sistem Topluluk Bitki Çeşit Hakları düzenlemesi ile başlatılmış ve Topluluk Bitki Çeşitleri Ofisi (CPVO) adıyla bir AB ajansı kurulmuştur (EU, 1994). Türkiye'de 08.01.2004 tarihli ve 5042 sayılı Yeni Bitki Çeşitlerine Ait İslahçı Haklarının Korunmasına İlişkin Kanun ile yasal bir mevzuat oluşturulmuş (Anonim, 2004), 17.03.2007 tarihinde Uluslararası Yeni Bitki Çeşitlerinin Korunması Sözleşmesi (UPOV Sözleşmesi) TBMM tarafından onaylanmış (Anonim, 2007) ve 18.11.2007 tarihli UPOV Genel Kurulunda Türkiye 65. üye olarak kabul ve ilan edilmiştir (UPOV, 2019).

Bu çerçevede, ıslahçı hakkı ile çeşidine yasal koruma elde eden bir ıslahçı; çeşidin tohumluk ve hasat edilen materyalinin üretmek veya çoğaltmak, çoğaltım amacıyla hazırlamak, satışa arz etmek, satmak veya diğer şekillerde piyasaya sürmek, ihraç veya ithal etmek, depolamakla ilgili faaliyetlerde tekel hakkını elde etmektedir (Anonim, 2004). Bu hak, tohumculuk sektöründe var olan algının tersine, çeşidin yalnızca tohumluklarını değil, hasat edilen ürünlerini de kapsamaktadır.

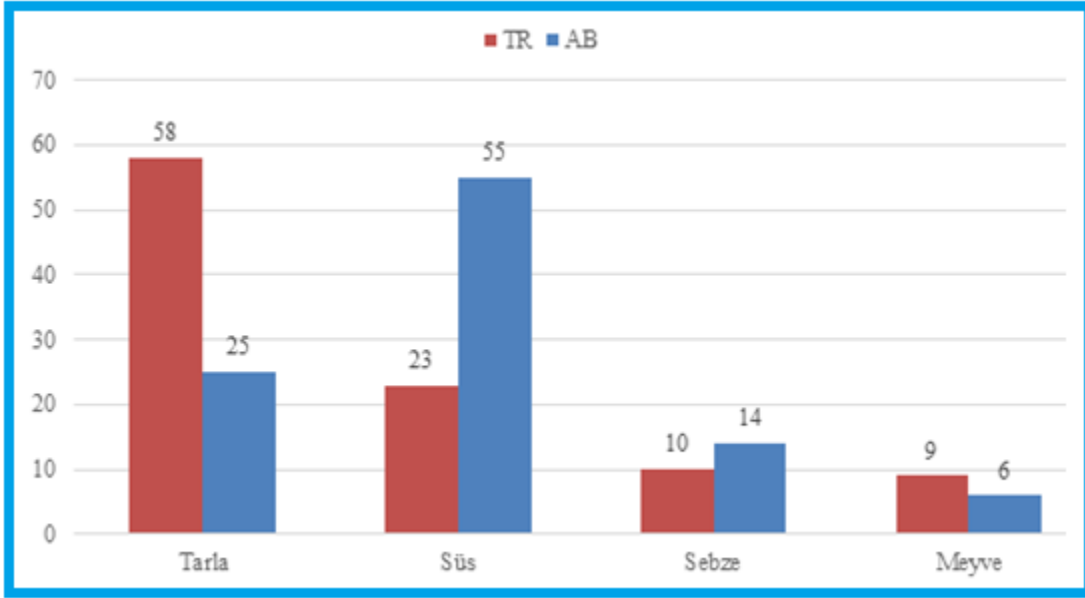
Hibrit üretiminin mümkün olduğu sebze türlerinde çoğunlukla hibrit çeşitler piyasaya sürülmüştür. Bu durum hem teknik hem de ekonomik olarak sebze tohum firmaları için makul bir tercihtir. Hibrit çeşitlerin bütün özellikleri ile tohumdan yeniden çoğaltılması her iki ebeveyn hat elde edilmeden mümkün değildir. Bu gerçekten dolayı sebze ıslahçıları açık tozlanan tür ve çeşitler hariç, çeşitlerini bitki ıslahçı hakkı ile yasal korumayı tercih etmemişlerdir. Ancak son yıllarda bir takım nedenler, sebze ıslahçılarının ıslahçı hakları kanununun yasal korumasına daha fazla ilgi duymasına neden olmuştur. Bu nedenlerle ilgili değerlendirmeler çalışmanın ilerleyen bölümlerinde dile getirilmiştir.

Bu çalışmada CPVO tarafından yayımlanan yıllık raporlar ile Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü tarafından yayımlanan raporlar ve bu birimden elde edilen ikincil veriler, diğer açık kaynaklarda yer alan ikincil veriler, bilgiler, raporlar, öneriler, röportajlar ve değerlendirmeler kullanılarak analizler yapılmış, elde edilen bulgular diğer kaynaklar ile birlikte tartışılmıştır.

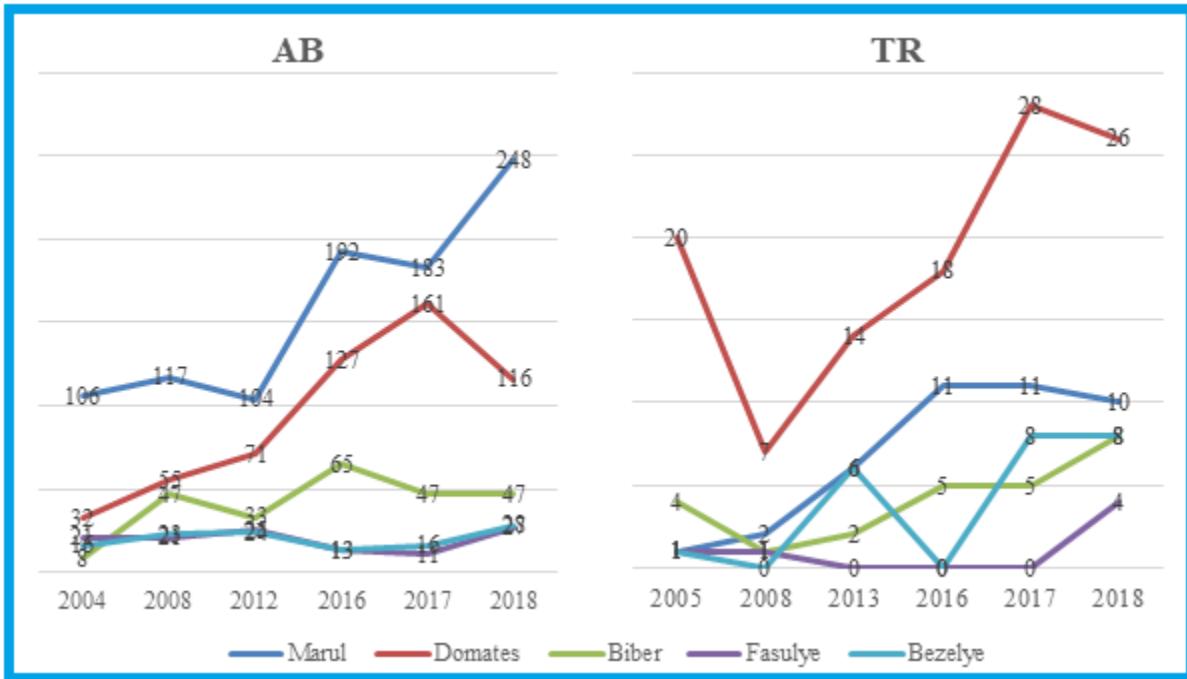
## 2. BULGULAR ve TARTIŞMA

CPVO'ya BİH için yapılan başvuruların %14'ü sebze türlerine ait iken (CPVO, 2018) bu oran ülkemizde %10'dur (BÜGEM, 2018). Sebze türleri için yapılan başvurularda oransal olarak Türkiye ve AB arasında çok büyük farklar görülmemektedir (Şekil 1).

Sebze türlerinde BİH için en fazla başvuru Türkiye'de domateste, AB'de ise marulda yapılmıştır. AB'de marul, domates, biber, fasulye ve bezelye sebze türlerindeki toplam başvuruların %60'ını oluştururken (CPVO, 2018), Türkiye'de marul, domates, biber, fasulye ve hıyar türleri için yapılan başvurular sebze türlerinde yapılan toplam başvuruların %83'ünü (BÜGEM, 2018) oluşturmaktadır (Şekil 2).



Şekil 1. Türkiye-AB bitki gruplarına göre ıslahçı hakkı başvuru oranları (%)



Şekil 2. Türkiye-AB yıllara göre seçilen sebze türlerinde başvuru sayıları.

Ülkemizde 2018 yılında çeşit kaydı için domateste 119, marulda 10 başvuru yapılmış olup (TTSM, 2018), aynı yıl 125 domates ve 2 marul çeşidi tescil edilmiştir (TTSM, 2019). Bu verilerden marul ıslahçıların neredeyse bütün çeşitler için BİH başvurusu yaparken, domates ıslahçıların BİH'na ilgisinin az olduğu görülmektedir.

Ülkemizde sebze türlerinde yapılan BİH başvurularını yerli ve yabancı başvuru sahipleri açısından incelediğimizde yerli başvuru yapanların oranının %16.35 olduğu görülmektedir (Çizelge 1). Bütün türler için yapılan başvurularda ise yerli başvuru sahiplerinin oranı %42'dir

(BÜGEM, 2018). Sebze türlerindeki yerli başvuru oranının göreceli olarak düşük olduğu görülmektedir. Buna sebep olarak, ülkemizde ıslah faaliyetlerinin tarla bitkileri ağırlıklı olarak başlamış olması, açık tozlanan türlerin tarla bitkilerinde fazla olması, ülkemiz sebze tohumu pazarında çok uluslu firmaların neredeyse tamamının yer alması gösterilebilir. Havuç ve ıspanak türlerinde hiç yerli başvuru bulunmazken patlıcanda başvuruların yarısı yerli başvuru sahipleri tarafından gerçekleştirilmiştir.

**Çizelge 1. Türlere göre yerli ve yabancı başvuru sayıları (BÜGEM, 2018).**

Tür	Yabancı	Yerli	Yerlilik Oranı (%)
Domates	125	29	18,83
Marul	67	2	2,89
Hıyar	32	9	21,95
Biber	34	6	15
Fasulye	9	3	25
Bezelye	7	3	30
Karpuz	9	1	10
Patlıcan	4	4	50
Soğan	7	1	12,50
Ispanak	8	0	0
Havuç	4	0	0
Diğer	11	4	26,66
<b>Genel Toplam</b>	<b>317</b>	<b>62</b>	<b>16,35</b>

Sebze türlerinde özellikle marul ve domates türlerinde başvuru sayılarının son yıllarda artışı birçok değişkenle bağlantılı olmakla birlikte aşağıdaki konular başvuru sayılarının artışını sağlayan önemli sebepler olarak öne çıkmaktadır:

- Marul ve domates pazarı Avrupa’da ve dünyada hızla büyümektedir (APSA, 2016).
- Bazı tohum gruplarında meydana gelen fiyat artışları çiftçilerin daha düşük maliyetli arayışlara girmesine ve yasadışı çoğaltıma eğilim göstermesine neden olmaktadır.
- Çiftçilerin ektiği tohumdan elde ettiği bitkilerden vejetatif çoğaltım tecrübesi gelişmektedir.
- Doku kültürü ile üretimde maliyetler düşmekte ve tohum maliyetinin altına inmektedir.
- F2’lerin F1’lere benzerliği artmakta ve ihlal tespitini zorlaştırmaktadır (APSA, 2016).
- Saflaştırma ve genetik kopyalama imkanı hızla gelişmektedir.
- Çeşitlerin çiftçiler tarafından ayırt edilmesi zorlaşmakta ve bu nedenle çiftçilerin tercihleri daha kolaylıkla değişmektedir.
- Türetilmiş çeşit kavramı uygulamada güçlenmekte ve korunan çeşidin ıslah faaliyetlerinde kullanılması sonucu geliştirilen yeni çeşit üzerinde de ilk çeşit sahibinin hak iddia etmesi ihtimali artmaktadır.

Burada türetilmiş çeşit kavramının üzerinde özellikle durmak gerekmektedir. UPOV Sözleşmesinin 1991 yılında revize edilmesi ile ıslahçı hakları hukukuna giren “Essentially Derived Variety (EDV)” kavramı 5042 sayılı kanunda Esas İtibariyle Türetilmiş Çeşit (ETÇ) olarak yer almaktadır. ETÇ kavramının tam olarak kullanılması için yeni çeşidin hakim özellikler bakımından kaynak çeşidin özelliklerini taşıması ve açıkça kaynak çeşitten farklı olması gerekir (Anonim, 2004). Burada hakim özellik ve ETÇ arasındaki ilişkinin hangi özelliklerde ve oranlarda uygulanacağı ancak teknik ve hukuki içtihatlar ile netleşecektir. ETÇ kavramı, yeni ve ekonomik

bir değer geliştiren ıslahçının yalnızca kendi çeşidi için değil, kendi çeşidinin hakim özelliği üzerine eklemeler yapılarak başka ıslahçılar tarafından geliştirilen yeni çeşitler için de yasal bir hak oluşturacaktır. Bu geniş uygulama da, sebze ıslahçılarının bazı türlerde ıslahçı hakkı başvurusuna ilgi göstermesine neden olmaktadır.

Ülkemizdeki uygulamalar, CPVO ile eşdeğer şekilde yürütülmektedir. CPVO ile geliştirilen işbirliği sayesinde ülkemiz ıslahçı hakları ile ilgili verileri periyodik olarak CPVO'ya aktarılmakta, CPVO'nun merkezi veri tabanından çevrimiçi olarak faydalanmak mümkün olmaktadır (BÜGEM, 2018). AB ile Türkiye'de başvuru ve çeşitlerin koruma altına alınması süreci aynı aşamalardan geçerek ilerlemektedir. Ancak hak ihlalleri ile mücadele konusunda AB ülkelerinde faaliyet gösteren sebze tohumu firmaları daha organize bir yönetsel tavır sergilemektedir.

AB sınırları içerisinde faaliyet gösteren sebze tohum üreticisi firmaları Anti Infringement Bureau (AIB) adı altında, 2010 yılında fikri mülkiyet haklarının ihlal edilmesini önlemek için bir birlik oluşturulmuştur (APSA, 2016). Bugün AIB'nin dünyanın en büyük sebze tohumu firmalarından ve tohumculukta fikri hakları koruma konusunda uzmanlaşan kuruluşlardan 19 üyesi bulunmaktadır (AIB, 2019). AIB üyelerinin haklarını hukuki örgütlenme ve yönlendirme ile AB sınırları içerisinde korumakta ve diğer kıtalardaki sebze tohumu ile ilgili firma ve derneklere de örnek oluşturmaktadır. AIB'nin bilgilerine göre yasadışı marul tohumu ticaretinde kâr çok yüksek olup, her yetiştirme döneminde tohum şirketleri adına dekara 100 USD değerinde bir kayıp meydana gelmekte, ayrıca sadece Güney İtalya'da yasa dışı çeri domatesi üretiminde, BİH ihlal edilerek yapılan üretimin değeri 500 milyon USD'ı bulmaktadır (APSA, 2016). Bunun tespiti ve yasadışı çoğaltımlardan ıslahçıların lisans bedellerinin alınması, sektör için çok büyük bir kazanım olacaktır. Tespit işlemi İtalya'da bizzat üretim sahalarında dolaşan ve işbirliği yapılan kişilerce tespit edilmektedir (ICQRF, 2018). Türkiye'de de fide tesislerinde, üretim alanlarında ve hallerde yapılacak numune alımları ile bu tespitler yapılabilir.

Avrupa ülkeleri sebze tohumlarındaki yasadışı çoğaltımı engellemek için kendi ülkelerinin ihtiyaçları ve sistemlerinin sağladığı olanaklara ve de yasadışı tohum faaliyetinin bağlantılı olduğu diğer yasadışı faaliyetlere göre, sivil toplum kuruluşu veya kamu otoritesinin gücüyle mücadele etmektedir.

İspanya Tohum Birliği (ANOVE) kurmuş olduğu GESLIVE-Bitki Lisanslama Yönetimi (Gestion de Licencias Vegetales) oluşumu ile lisanslama, lisans ücretlerini toplama, ihlallerle mücadele ve diğer fikri mülkiyet hizmetlerini gerçekleştirme işlemlerini örgütlü biçimde yürütmektedir. GESLIVE enstitüler ile işbirliği yaparak bütün çeşitlerin genetik veri tabanını oluşturmaktadır. Daha sonra hem tohum, hem yetiştirme alanları, hem de hasat edilen ürünlerden örnekler alarak BİH ihlallerini bu veri tabanı ile tespit etmekte ve sonrasında hukuki mücadeleleri üyeleri adına yürütmektedir (GESLIVE, 2019). Bu uygulama, deneyimli bir birim oluşmasına ve sektörün elde ettiği ortak birikimin, sektörün menfaati için kullanılmasına imkan sağlamaktadır.

İtalya ise bu konudaki tercihini kamu gücü ile mücadele yönteminden yana kullanmıştır. ICQRF-Gıdaların Kalitesinin Korunması ve Sahteciliğin Önlenmesi Müfettişliği (Ispettorato centrale della tutela della qualità e della repressione frodi dei prodotti agroalimentari) İtalya Tarım Gıda Orman ve Turizm Politikaları Bakanlığı'na bağlı bir birim olarak bu ihlalleri engellemek ve mücadele etmek için faaliyet göstermektedir (ICQRF, 2018). İtalya'nın kamu gücü tercihinin önemli bir nedeni de, özellikle Güney İtalya'da yasadışı tohum ticaretinin aynı zamanda kaçak göçmen işçiliği ile bağlantılı olmasından kaynaklanmaktadır. Tohum örgütleri bu birim ile işbirliği yaparak, üyelerinin veya işbirliği yaptığı yerel dedektiflerin tespit ettiği ihlalleri, bu birime aktarmakta ve bu birimin yetkilileri ile birlikte müdahale etmektedir.

Türkiye’de ise hak ihlalleri ile mücadelede yukarıda örnekleri verilen organizasyonlar gibi bir organizasyon bulunmamaktadır. Her firma bu konuda kendi deneyimlerini kendileri öğrenerek yol almaktadır. BİSAB ve TSÜAB bu konuda üyelerine hukuki yönlendirme ile bir takım katkılarda bulunmakla birlikte, firmaların deneyim paylaşma konusundaki isteksizliği ortak hareket edecek platformlar oluşmasını engellemektedir. Bu durum da, ortak mücadele ederek kaynakların etkin kullanılması ve hak ihlalleri ile topyekun mücadele edilmesi şansını önemli ölçüde azaltmaktadır. TSÜAB ve BİSAB bu konuda daha aktif davranarak deneyimleri ve sonuçlarını kendi kurumsal yapılarında toplamaları ve gerektiğinde bilgilendirme yaparak bütün firmaların bu deneyimlerden haberdar olması sağlanmalıdır.

Bitki İslahçı Haklarının ülkemizde yaygınlaşması ve gelişmesinde, dava sürecinin hızlı ve etkin olması, hak sahibinin haklarının etkin bir biçimde korunması kilit rol oynayacaktır. (BÜGEM, 2018). Dava süreçlerinin uzun sürmesi ve hak ihlalleri ile mücadelenin maliyetinin yüksek olması, sebze tohum üreticilerinde, hak ihlali ile mücadelede etkin ve yeterli bir mücadele yapılamayacağı düşüncesinin oluşmasına neden olmaktadır.

### 3. SONUÇ

Yakın gelecekte ETÇ ile ilgili örneklerin ve uygulamaların artacağı öngörülmektedir. Zira çeşitlerin birbirleri ile ilgili akrabalıkları sürekli artmaktadır. Bu durumda herhangi bir çeşitte bulunan özel bir niteliği koruma altına almak çok önemli hale gelecektir.

Her geçen gün yeni ıslah programlarının başladığı günümüzde sebze türlerinde çeşitlerin kopyalanması konusunda daha fazla örnek yaşanacağını söylemek şaşırtıcı olmayacaktır. Yeni çeşitlerde bulunan karakterlerden hangilerinin kopyalama olaylarında önemli ve izlenmesi gerektiği konusunda çalışmalar yapılmalıdır.

Bir çeşidin esas ticari değerini belirleyen örneğin meyve eti rengi gibi bir karakter ile yaprakların ana gövde ile yaptığı açığı gibi morfolojik olarak bir fark ortaya koyan ama çeşidin ürünlerinin pazarlanmasında ticari olarak herhangi bir farklılık ortaya koymayan karakterlerin, aynı şekilde değerlendirmeye tabi tutulması doğru bir yaklaşım olmayacaktır. Bu nedenle esas karakterler ile destekleyici karakterlerin hangilerinin olacağı ıslahçılar tarafından ortak çalışma ile belirlenmesi ve hukuki kararlara referans olacak şekilde ortaya konulması uygun olacaktır.

2012 değerleri ile doku kültürü ile elde edilen bir fidanın maliyeti 8.6-10.2 Cent (USD) olarak bildirilmiştir (Onay ve ark., 2012). Doku kültürü ile sebze fidesi üretim maliyeti de bu düzeyde hatta daha azdır. Doku kültürü ile üretim maliyeti her geçen gün düşmektedir. 2012 yılındaki bu maliyet bile günümüzde bazı domates çeşitlerinin tohum fiyatından azdır. Tohum maliyetine çimlenme kayıpları ve bir de aşı maliyetleri eklendiğinde bazı çeşitleri doku kültürü ile üretmek, tohum satın almaktan çok daha ucuz hale gelmektedir.

Türkiye’de sebze tohumu ıslahçısı ve üreticisi firmalar, önemli bir tohum ihracatçısı olma yönünde hızla ilerlemektedirler. Dünyanın çok farklı yerlerinde yürütülen ıslah faaliyetleri sonucunda geliştirilen çeşitler, çok uzak bir ülkede hatta çok uzak bir ülkenin çok özel nitelik taşıyan tohum pazarlarında bile karşı karşıya gelebilmektedir. Bu durum, ülkemiz sebze tohumu ihracatçısı firmaların tohum ihraç edilen ülkelerde de yukarıda belirtildiği gibi ETÇ ve kopyalama iddiası gibi davalarla karşılaşma ihtimallerini yükseltmektedir. Tohum ihracatçısı firmaların bu konuda hedef pazarın hukuki ve teknik koşullarını analiz edip, bu analizlere göre teknik ve hukuki tedbir geliştirmesi uygun olacaktır.

Kopyalama veya yasa dışı yeniden çoğaltım iddiaları ile çiftçiler 5042 sayılı Kanunun muhatabı olabilirler. 5042 sayılı Kanun’da bazı tarla bitkisi türlerinde küçük çiftçilere verilen, kendi ürettiği ürünü sınırlı biçimde yeniden tohumluk olarak kullanmasına izin veren Çiftçi



İstisnası düzenlemesi hiçbir sebze türünde geçerli değildir (Anonim, 2004). Bu nedenle, bir çiftçi, koruma altında olan bir çeşidin tohumunu veya bitki parçasını kendisi çoğaltarak yeniden üretim yapması halinde, ıslahçısı ile anlaşmak zorundadır. Aksi takdirde hem yetiştirdiği bitkiler, hem de bu bitkilerden elde ettiği ürünler hak sahibi tarafından yasal işleme tabi tutulabilir. Bu nedenle çiftçilerin üretim yaptığı çeşitlerin koruma altında olup olmadığını iyi takip etmeleri ve bunun neticesinde 5042 sayılı Kanun'a uygun biçimde davranmaları gerekmektedir.

Bugün birçok sebze türünün fideden çoğaltıldığı ve çiftçilerin fide satın aldığı düşünüldüğünde çiftçilerin fideleri doğru kaynaklardan alması, sağlıklı ve ismine doğru olduğu ile ilgili belgelerini hatta fidenin etiketlerini de muhafaza etmesi olası bir davada çiftçileri koruyacaktır. 5042 sayılı Kanun'da koruma altındaki çeşidi izinsiz olarak her türlü çoğaltmak hak ihlali olarak tanımlandığı gibi, "Kendisinde bulunan ve haksız olarak üretilen veya piyasaya sürülen materyalin nereden alındığını veya nasıl sağlandığını bildirmekten kaçınmak" da ıslahçının hakkına tecavüz olarak değerlendirilmektedir (Anonim, 2004). Bu nedenle, çiftçilerin aldıkları tohum veya fidelerle ilgili belgeleri, en azından yetiştirme sezonunun sonuna kadar muhafaza etmeleri önemlidir.

İslahçılar tarafından; çiftçileri, aracıları ve tüketiciye ürün sağlayan alıcıları, 5042 sayılı Kanun ve uygulamaları ile ilgili bilgilendirme ve bilinçlendirme, hatta yasal takip için denetim kozunu kullanma faaliyetleri sürekli biçimde tekrarlanmalı ve bir kamuoyu bilinci oluşturulmasına yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Çiftçi örgütleri, araçlar ve diğer tedarikçiler ile ilgili örgütlerin de, ıslahçılar ile birlikte üyelerini bilinçlendirme faaliyetlerine katılması sağlanmalıdır.

Çeşitlerin genetik veri tabanının oluşturulması ve bu genetik veri tabanlarının hak ihlali davalarında kullanılması ile ilgili teknik ve hukuki çalışmalar, ıslahçıların ve ilgili bütün tarafların eşgüdümünde yapılmalıdır. Bu çalışmaların yalnızca tohumluklardan veya bitkilerden değil, ürünlerden de çeşit teşhis edilmesini sağlayacak biçimde yapılması, ürünlerden de hak ihlallerinin tespitini sağlayacaktır. Tarım ve Orman Bakanlığı da "hak ihlal davalarında, ihlal iddiasında bulunulan üretim materyali veya ürünün, koruma altına alınmış olan çeşit ile karşılaştırılmasında genetik analiz yöntemlerinin kullanılmasının uygun olacağını ve bu yöntemin davaların hızlı neticelendirilmesi açısından çok önemli olduğu" görüşündedir (BÜGEM, 2018).

Hangi oranda benzerliğin veya hangi karakterlerin ETÇ kabul edileceğine dair çalışmaların ve yayınların, ıslahçılar, hukukçular ve özellikle biyoteknoloji uzmanlarının ortak faaliyetleri ile türlere göre ayrı yapılması gerekmektedir.

Açık tozlanan sebze çeşitlerinin mutlaka koruma altına alınarak yasal bir hak elde edilmesi gerekmektedir. Bunun yanında çok özel nitelik taşıyan ve yüksek fiyatlı hibrit çeşitlerin de koruma altına alınması, olası kopyalama ve yasadışı çoğaltma olaylarında ıslahçıların hak iddia etmesi için yasal altyapı oluşturulmalıdır.

Sektöre yeni bir özellik getirecek olan, ekonomik olarak çok özel bir karaktere sahip ebeveyn hatların da koruma altına alınması önemlidir. Bu şekilde yalnızca tek bir hibrit değil, bu hattın kombinasyonları ile oluşacak birçok hibrit dolaylı bir yasal korumaya sahip olacaktır. Ayrıca aynı niteliğin başka ıslahçılar tarafından kendi çeşitlerine taşınması durumunda da ETÇ iddiasında bulunulabilecektir.

Ülkemizde hak ihlalleri ile ilgili kamu gücünün de içinde yer aldığı bir yapı oluşturulmalıdır. Bu yapının içinde Tarım ve Orman Bakanlığı ve Türkiye Tohumcular Birliği (TÜRKTÖB) yer almalı, ilgili taraflar da bu oluşuma uygun biçimde dâhil edilmelidir. Özellikle delil tespiti ile ilgili işlemlerde Tarım ve Orman Bakanlığı tohumluk kontrolörlerinin, şikâyet konusu yerde tespitini yapıp, gerektiğinde numune alarak ilgili inceleme birimlerine göndermesi sağlanmalıdır.

TÜRKTOB veya Bitki Islahçıları Alt Birliği organizasyonunda ıslahçıların ortak hareket etmesini ve konu ile ilgili deneyimlerin tek bir merkezde toplanmasını sağlayacak bir platform oluşturulmalıdır. Bu platform; üyelerinin, konu ile ilgili farklı kesimlerin ve diğer ülkelerin deneyimlerinden faydalanarak, hak ihlallerinin tespiti ve hızla mücadele edilmesi konusunda daha hızlı yol alınmasını sağlayacaktır. Bu uygulama, üyelerin aidiyet bilincinin artmasını sağlayacak ve ortak hareket etme bilincini güçlendirecektir.

BİH in yaygınlaşması ve ıslahçı haklarının etkin biçimde korunması için ıslahçı, hukukçu ve patent uzmanı etkileşimini arttıracak faaliyetler ve multidisipliner çalışmalar yapılmalıdır. Teknik ve hukuki bütün tarafların, aynı düzeyde bilgilendirilmesi, bilinçlendirilmesi ve “ıslahçı hakkını koruma” bakış açısına sahip olması, BİH ve ülkemiz ıslah faaliyetlerinin geleceği açısından hayati önem arz etmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu makalenin hazırlanmasında, makale yazım tekniği ile ilgili deneyimlerini paylaşan ve yol gösterici olan Doç. Dr. Davut KELEŞ ve Evren Çağlar EROĞLU ile makalenin bütünselliği açısından çok önemli değerlendirmeler yapan Dr. Osman UYSAL'a teşekkür ederim.

## KAYNAKLAR

- AIB, 2019. AIB Members. <https://www.aib-seeds.com/en/members> (Erişim tarihi: 29.08.2019).
- Anonim, 2004. Yeni Bitki Çeşitlerine Ait Islahçı Haklarının Korunmasına İlişkin Kanun. <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5042.pdf> (Erişim tarihi: 29.08.2019).
- Anonim, 2007. 10 Kasım 1972, 23 Ekim 1978 ve 19 Mart 1991 Tarihlerinde Cenevre'de Gözden Geçirilen 2 Aralık 1961 Tarihli Yeni Bitki Çeşitlerinin Korunması Uluslararası Sözleşmesine Katılmamızın Uygun Bulunduğuna Dair Kanun. 17 Mart 2007 tarih ve 26465 sayılı Resmi Gazete, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2007/03/20070317-4.htm> (Erişim tarihi 29.08.2019).
- APSA, 2016. AIB, Protecting Plant Profits from IP Infringement. Asian Seed, The Official Publication of Asian & Pacific Seed Association, 22(5), 32-33.
- BÜGEM, 2018. Bitki Islahçı Hakları Raporu 2018, Ankara <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Tohumculuk/Islahci-Haklari> (Erişim tarihi 29.08.2019).
- CPVO, 2018. Community Plant Variety Office, Annual Report 2018. <https://cpvo.europa.eu/annual-report-2018/en/> (Erişim tarihi 29.08.2019).
- EU, 1994. Council Regulation (EC) No 2100/94 of 27 July 1994 on Community plant variety rights GESLIVE, <https://www.geslive.com> (Erişim tarihi 29.08.2019).
- GESLIVE, 2019. Acceso Gestion Licencias. <http://www.geslive.com/index1.html> (Erişim tarihi 29.08.2019).
- ICQRF, 2018. Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali, Report 2018. <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/394> (Erişim tarihi 29.08.2019).
- Onay, A., Yıldırım, H., Pirinç, V., Tilkat, E., Özden Çiftçi, Y., Akdemir, H., Süzerer, V., Çalar, N., Binici, M., Akdemir, Ö.M., Kılınç, F., 2012. Bitkilerin biyoteknolojik yöntemlerle ticari çoğaltımı; mevcut ve gelecekteki durum. Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi, 1(2), 11-28.
- TTSM, 2018. Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü 2018 Yılı Faaliyet Raporu. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=112> (Erişim tarihi 29.08.2019).

TTSM, 2019. Standart Tohumluk Kayıt Listesi.

<https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=86>  
(Erişim tarihi: 14.08.2019)

UPOV, 2019. Members of The International Union for The Protection of New Varieties of Plants.

<https://www.upov.int/export/sites/upov/members/en/pdf/pub423.pdf> (Erişim tarihi: 06.09.2019).

**KARAAĞAÇ YAPRAK BÖCEĞİ, *XANTHOGALERUCA LUTEOLA*  
(MÜLLER, 1766) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE)'İN İĞDIR İLİNDE  
BAZI BİYO-EKOLOJİK ÖZELLİKLERİ**

Pınar SOYCAN<sup>1</sup>, Celalettin GÖZÜAÇIK<sup>2\*</sup>, Levent GÜLTEKİN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Tarım ve Orman Bakanlığı, İl Tarım ve Orman müdürlüğü, Kocaeli

<sup>2</sup>Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Iğdır

<sup>3</sup>Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Erzurum

Geliş tarihi: 04.11.2019 Kabul tarihi: 27.11.2019

## ÖZET

Karaağaç (*Ulmus* spp.), Iğdır ilinde hem doğal yetişen hem de süs bitkisi olarak yetiştirilebilen, ilin sembolü haline gelmiş bir ağaçtır. Karaağaç yaprak böceği, *Xanthogaleruca luteola* (Müller, 1766) (Coleoptera, Chrysomelidae) bu ağaçta önemli zararlara neden olmaktadır. Bu araştırma, *X. luteola*'nın Iğdır ilinde bazı biyo-ekolojik özelliklerini tespit etmek amacıyla 2004-2005 yıllarında laboratuvar ve doğa şartlarında yürütülmüştür. Araştırma sonucunda, laboratuvar şartlarında *X. luteola* yumurtalarının inkübasyon süresinin ortalama  $6.17 \pm 0.13$  günde, birinci dönem larva sürecini ( $L_1$ )  $6.7 \pm 2.82$  günde, ikinci dönem larva ( $L_2$ ) sürecini  $5.47 \pm 2.63$  günde, üçüncü dönem larva ( $L_3$ ) sürecini  $11.643 \pm 3.00$  günde, prepupa dönemini  $5.5 \pm 2.44$  günde ve pupa dönemini ise  $8.83 \pm 1.47$  günde tamamladığı belirlenmiştir. Dişi böceğin ovipozisyon süresince en fazla yumurtayı ortalama 8.25 adet ile 9. Günde bıraktığı ve ovipozisyon süresinin yaklaşık 21 gün sürdüğü ve bu süre içerisinde ortalama 59.75 adet yumurta bıraktığı tespit edilmiştir. Doğada erginlerin birinci yılda 24/03/2014 ve ikinci yılda ise 24/04/2015 tarihlerinde ortalama sıcaklık  $14^\circ\text{C}$  ulaştığında ağaçlara geçtikleri ve temmuz ayına kadar ağaçta buldukları ve çalışmalar sonucunda yılda bir nesil verdiği tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Karaağaç, *Xanthogaleruca luteola*, biyo-ekoloji, popülasyon değişimi.

\*Sorumlu yazar/Corresponding author: cgozuacik46@gmail.com

Karaağaç yaprak böceği, *X. luteola* (Müller, 1766) (coleoptera: chrysomelidae)'in Iğdır ilinde bazı biyo-ekolojik özellikleri, Pınar SOYCAN, Celalettin GÖZÜAÇIK, Levent GÜLTEKİN JA

**SOME BIO-ECOLOGICAL PROPERTIES OF ELM LEAF BEETLE,  
*XANTHOGALERUCA LUTEOLA* (MÜLLER 1766) (COLEOPTERA:  
CHRYSOMELIDAE), ON ELM (*ULMUS MINOR* GLED.) IN İĞDIR PROVINCE**

**ABSTRACT**

The elm (*Ulmus* spp.) is an important tree that grows as both natural and ornamental plant in Iğdır province and has become a symbol of Iğdır. The elm leaf beetle, *Xanthogaleruca luteola* (Müller, 1766) (Coleoptera, Chrysomelidae) causes significant damages on this tree. This research was conducted in order to determine some bio-ecological properties of *X. luteola* in Iğdır province and carried out in laboratory and in nature in 2014 -2015 years. As a result of the study, in the laboratory conditions, the incubation period of *X. luteola* eggs was determined  $6.17 \pm 0.13$  days, in the first stage larva  $6.7 \pm 2.82$  days, in second stage larva  $5.47 \pm 2.63$  days, in 3 stages larva  $11.643 \pm 3.00$  days. The prepupa stage and the pupa stage were completed  $5.5 \pm 2.44$  days and  $8.83 \pm 1.47$  days, respectively. During the female insect oviposition period, it was found that the most average number of eggs was 8.25, egg-laying at 9<sup>th</sup> day and the duration of oviposition lasting approximately 21 days, egg-laying 59.75 eggs on average. Adults in the nature were found to have passed on to the trees when the average temperature reached 14°C in the first year and in the second year and they gave a generation per year under Iğdır conditions.

**Key words:** Elm, Elm leaf beetle, bio-ecology, the dynamism of the population.

**1. GİRİŞ**

Karaağaçlar (*Ulmus* spp.) kışın yapraklarını döken iri yapılı ağaçlardandır (Anonim, 2016). Avrupa ve Asya'nın ılıman bölgelerinde yayılış gösteren Karaağaç orman ağaçlarının yaklaşık 18-20 kadar türü bulunmaktadır. *Ulmus* L. cinsi Ulmaceae familyasına mensup olup orman ağacı olmasının yanında bazı türleri daha çok park, bahçe ve yol kenarı ağacı olarak değerlendirilmektedir (Dutkuner ve Avcı, 2000). Kenarları ince tırtıklı ve tabanı çarpık olan yaprakları en belirgin özelliklerinden biridir. Erselik özellikteki karaağaçlar hem dişi hem de erkek organlarını taşıyan çiçeklerini baharın ilk günlerinde, yaprak filizlerinden önce, kümeler halinde açar. Boyu 40 metreye ve çapı 1-2 metreye ulaşabilen uzun ömürlü ağaçtır (Anonim, 2016).

Türkiye'de karaağaçların başka orman ağaçlarıyla karışık olarak yetişen üç türü bulunmaktadır. Bunlardan en yaygını Avrupa, Kuzey Afrika, Asya ve yurdumuzun hemen her yerinde özellikle düzlük ve akarsu kenarlarında yetişen Ova Karaağacı olarak da bilinen *Ulmus carpinifolia* Gled'dır (Anonim, 2016). Kuzey ve Batı Avrupa'da, Batı Asya'da ve Türkiye'nin başta Karadeniz olmak üzere tüm ormanlık alanlarında yaygın olarak yetişir. Ova Karaağacına benzeyen ama ondan daha narin yapılı olan Hercai Karaağacı (*Ulmus laevis* Pall.) ise Türkiye'de diğerlerine göre daha az rastlanan bir türdür (Anonim, 2016). Dağ Karaağacı da (*Ulmus glabra* Huds.) Türkiye'de yaygın bir karaağaç türüdür. Iğdır ilinde ise *Ulmus minor* Miller sub. sp. *minor* ve *Ulmus minor* Miller sub.sp. *canescens* (Melville) Browicz & Zelinski alt türleri yetişmektedir (TÜBİVES, 2017).

Karaağaçta zarar oluşturan böceklerden *Xanthogaleruca luteola* (Müller, 1766) (Coleoptera: Chrysomelidae) önemli bir yaprak zararlısıdır. Bu böcek, ilk olarak 1830'larda Amerika Birleşik Devletleri'nde tespit edilmiştir (Glover, 1871; Riley, 1883). Günümüzde ise Kuzey Amerika'da karaağaç dikilen hemen hemen her yerde bu zararlı mevcuttur (Davidson, 1979). Türkiye'de söz

konusu zararlı ile ilgili ilk kayıt Özger ve ark. (2011), tarafından Muğla ve Antalya ili park alanlarında yaptıkları araştırma ile ortaya konmuştur.

*Xanthogaleruca luteola* (Müller, 1766) (Coleoptera, Chrysomelidae) ile ilgili ülkemizde az sayıda araştırma mevcut olup, bu çalışma ile böceğin Iğdır ilinde bazı biyo-ekolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyal

Çalışmanın materyalini Iğdır ilinde doğal olarak yetişen karaağaçlar ve yaprakları üzerinde beslenen Coleoptera takımı Chrysomelidae familyasından *Xanthogaleruca luteola*'nın farklı biyolojik dönemleri oluşturmuştur.

### 2.2. Yöntem

#### 2.2.1. Laboratuvarda *Xanthogaleruca luteola*'nın biyolojisinin belirlenmesi

*Xanthogaleruca luteola*'nın erginlerinin bıraktığı yumurta sayısı, ovipozisyon süresi ve ergin öncesi dönemlerin biyolojisini belirlemek amacıyla; kışlanmış ergin bireylerin 11/04/2015 tarihinde doğada ilk görülmesiyle birlikte Iğdır ili kent ormanı ve Tuzluca ilçesi Turabi köyünden karaağaçlar üzerinden Steiner hunisi (Steiner, 1962) yardımıyla 10 ♀ ve 10 ♂ birey toplanmış ve taze karaağaç yapraklarıyla birlikte buz kabı içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Dişi ve erkek bireylerin ayrımı Huerta ve ark. (2011)'dan faydalanılmıştır. Laboratuvarda 8x2 cm ebatındaki üst kapakta havalandırma deliği açılarak tül yapıştırılmış petri kaplarında, 10 tekerrürlü olacak şekilde her petriye 1 ♀ ve 1 ♂ birey gelecek şekilde  $25\pm 1^\circ\text{C}$  ve  $\%65\pm 5$  nem ortamında kültüre alınmıştır.

Kültürlerde, aynı anda elde edilen yumurtalardan 60 yumurta paketi 1x5 cm çapındaki petrilere, üzerinde sabitlendiği yaprakla birlikte kültüre alınmıştır. Yine, yumurtadan ilk çıkan larvalardan 60 adeti yumuşak uçlu fırça yardımıyla 1x8 cm ebatında içerisinde larvaların beslenebileceği taze karaağaç yaprakları olan petrilere aktarılmıştır (Şekil 1).

Larvalar günlük olarak binokülerde pupa dönemine girene kadar takip edilmiştir. Her petri kabındaki larva gömlekleri ortamdan uzaklaştırılmıştır. Pupa dönemine giren larvalar üzeri koyu renkli bezle kapatılan petri kapları içerisinde ergin oluncaya kadar gözlemlenmiş ve kaydedilmiştir.



Şekil 1. *Xanthogaleruca luteola* bireylerinin petride gelişimlerinin sağlanması

### 2.2.2. Doğada *Xanthogaleruca luteola*'ın biyo-ekolojisinin belirlenmesi

Çalışmalar, karaağaçların topluluk oluşturduğu Merkez ilçe Kent ormanı (40°02'04.2" K, 43°49'53.6" D) ve Tuzluca ilçesi Turabi köyünde (40°04'41.0" K, 43°45'51.0" D) 04/04/2015 ile 21/08/2015 tarihleri arasında yürütülmüştür. Her iki lokasyonda 3'er ağaç belirlenmiş ve işaretlenmiştir. Her iki yılda böceğin ilk görüldüğü tarih ile, son görüldüğü tarihe kadar haftada bir kere kontrol edilmiştir. Her ağacın 4 farklı yöneyinde üçer darbe yapılmış ve Steiner hunisine düşen ergin bireyler ve larvalar sayılarak kaydedilmiştir. Çalışma alanının sıcaklık, nem ve yağış değerleri Iğdır Meteoroloji İl Müdürlüğünden alınmıştır.

*Xanthogaleruca luteola*'nın laboratuvarında yapılan biyolojik gözlemler ve doğada popülasyon takibi ile elde edilen verilere Varyans Analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Haftalar bazında farklılık için Post-Hoc lerinden Duncan testinden yararlanılmıştır. Bütün bu veriler IBM SPSS istatistik paket programında analiz edilmiştir.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

*Xanthogaleruca luteola* erginleri 5.5-7 mm boyundadırlar. Alnın üst kısmında siyah bir leke vardır ve antenleri vücudunun ortasına kadar uzanır. Pronotumun üzerinde 3 siyah leke bulunur. Elytra'nın üzerinde ince uzun siyah bant mevcuttur (Çanakçıoğlu ve Mol, 1998; Turanlı ve Kısmalı, 2002). Erginler sarımsı renkteki yumurtalarını yaprağın altı kısmına 5-25'li gruplar halinde bırakır (Şekil 2c). Yumurtadan çıkan larvalar tüylü, siyah renkte ve beslendikçe açık sarı veya yeşilimsi ve sıra çizgili hal alır (Şekil 2d). 3. dönem larvaları yaklaşık 1 cm uzunluğunda ve siyah çizgilere benzer koyulukların genişlemesinden dolayı 1. ve 2. larva dönemlerinden kolayca ayırt edilebilmektedir (Capinera, 2008) (Şekil 2e). Larvalar genellikle yapraklarda damar aralarını yiyerek beslenir ve yaprağın dantel gibi görünmesine neden olur (Şekil 2h). Erginler ise yaprağın tamamını yiyebilir (Şekil 2b). Ağır zarar görmüş, tahribata uğrayan yapraklar nekroze olup kahverengiye dönüşür ve genellikle erken dökülür (Şekil 2i). Artan yaprak dökümü ağaçların zayıflamasına neden olur (Capinera, 2008; Mahani et al., 2003; Kaya et al., 1981). Karaağaçların yazlık gölgeleri ve estetik görünümleri kaybolmaktadır.

*X. luteola* Batı Palearktik Ekozonda Portekiz'den Orta Asya'ya kadar yayılmıştır. Bu zararlının Türkiye'de Güneydoğu Anadolu, Samsun (Çarşamba) (Medvedev, 1970) Ankara (Baraj), Aydın (Bozdoğan), Balıkesir (Sındırgı, Bandırma), Bolu, Bursa, Çanakkale (Ezine), Düzce, İstanbul (Bahçeköy, Rumelikavağı, Florya, Beykoz, Büyükkada), Elazığ, İzmit (Sapanca), Kırklareli (Demirköy), Sinop, Tekirdağ (Saray), Trabzon ve Zonguldak (Karabük) illerinde yayılış gösterdiği bildirilmiştir (Çanakçıoğlu, 1998). Söz konusu zararlı Iğdır ilinde ise karaağacın yetiştiği tüm alanlarda tespit edilmiştir.



Şekil 2. *Xanthogaleruca luteola*'nın ergini (a), ergin zararı (b), yumurtası (c), larvası (d,e), prepupası (f), pupası (g), yapraktaki zararı (h,i) (Foto: Gözüaçık ve Soycan)

### 3.1. Laboratuvarda *Xanthogaleruca luteola*'ın Biyolojisi

#### 3.1.1. Laboratuvarda *X. luteola*'nın yumurta, larva, prepupa ve pupa gelişme süreleri

Laboratuvarda, *X. luteola*'nın bıraktığı yumurtalardan ilk larva çıkana kadar geçen süre ile 1. (L<sub>1</sub>), 2. (L<sub>2</sub>) ve 3. (L<sub>3</sub>) larva dönemleri, prepupa ve pupa süreleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. *X. luteola* bireylerinin biyolojik dönemlerini geçirme süreleri

Dönem	Yumurta	1. Larva	2. Larva	3. Larva	Prepupa	Pupa
Birey (n)	62	60	38	14	14	12
Min. (Gün)	6	1	2	9	3	5
Max. (Gün)	7	14	13	18	13	11
Gün±Std	6.17±2.6	6.7±2.82	5.47±2.63	11.64±3.00	5.50±2.44	8.83±1.47
Ölüm oranı (%)	3.22	36.66	63.15	0.00	14.28	0.00

Çizelge 1 incelendiğinde, laboratuvar 25±1°C'de, *X. luteola* yumurtalarının açılma sürelerinin ortalama 6.17±2.6 gün sürdüğü, bu süre sonunda yumurtalardan larvaların (L<sub>1</sub>) çıkış yaptığı tespit edilmiş ve kültüre alınan yumurtaların tamamında yumurtalardan çıkış sağlanmıştır. Cristina ve ark. (1999) laboratuvar şartlarında (13-29°C) yumurta gelişimi dönemini ortalama 6.6 günde ve Türkmen (2006)'in laboratuvarında 18, 22, 26, 30, 34±1°C gibi farklı sıcaklıklarda yaptığı Karaağaç yaprak böceği, *X. luteola* (Müller, 1766) (coleoptera: chrysomelidae)'in Iğdır ilinde bazı biyo-ekolojik özellikleri, Pınar SOYCAN, Celalettin GÖZÜAÇIK, Levent GÜLTEKİN JA



çalışmalarda ise, *X. luteola*'nın yumurta açılma süresinin 14.0, 9.6, 6.0, 5.0, 4.0 gün olarak tespit ettiği ve 26°C'de yumurta açılma süresinin 6 gün olduğu bildirilmiştir.

Larva gelişim dönemleri incelendiğinde, birinci dönem larva (L<sub>1</sub>), ortalama 6.7±2.82 günde, 2. dönem larva (L<sub>2</sub>) ortalama 5.47±2.63 günde ve 3. dönem larva (L<sub>3</sub>) ise ortalama 11.64±3.00 günde tamamlandığı ve toplam larva süresinin 23.81±2.82 gün sürdüğü tespit edilmiştir. Bu değerler istatistiksel olarak (p<0.05) önemli bulunmuştur. Prepupa dönemini ortalama 5.5±2.44 gün sonra tamamladığı ve 8.83±1.47 gün pupa dönemi sürdüğü belirlenmiştir. Arbab ve ark. (2001) araştırmalarında, *X. luteola*'nın laboratuvar koşullarında 1., 2. ve 3. larva dönemlerinin gelişim sürelerini sırasıyla 5.23±0.05, 4.34±0.19, 4.37±0.01 gün ve toplam larva süresini 13.49±1.56 gün olarak tespit etmişlerdir. Prepupa ve pupa dönemlerinin gelişimlerini ise, sırasıyla 2.06±0.03 ve 4.71±0.03 gün olduğunu bildirmişlerdir. Türkmen (2006) ise, 1. larva dönemi gelişme süresini sıcaklığa bağlı olarak 28±1°C'de 4.1 günde ve 26±1°C'de 4.9 günde, 2. larva dönemi gelişme süresini 28±1°C'de 3.7 günde ve 30±1°C'de 4.6 günde, 3. larva dönemi ise 26°C'de 7.4 günde ve 28±1°C'de 7.2 günde günde tamamlandığını bildirmiştir. Sonuç olarak, *X. luteola*'nın laboratuvar şartlarında yumurta ve 1. dönem larva gelişme dönemleri ile diğer çalışmalar arasında benzerlik sağlarken ilerleyen dönemlerde dönemsel toplam sıcaklık isteğini karşılayamadıklarından özellikle 3. dönem larva, prepupa ve pupa dönemlerinde daha uzun yaşadıkları görülmüştür. Prepupa gün sayısının pupa gün sayısına nazaran daha az olması açısından çalışma uyum göstermiştir.

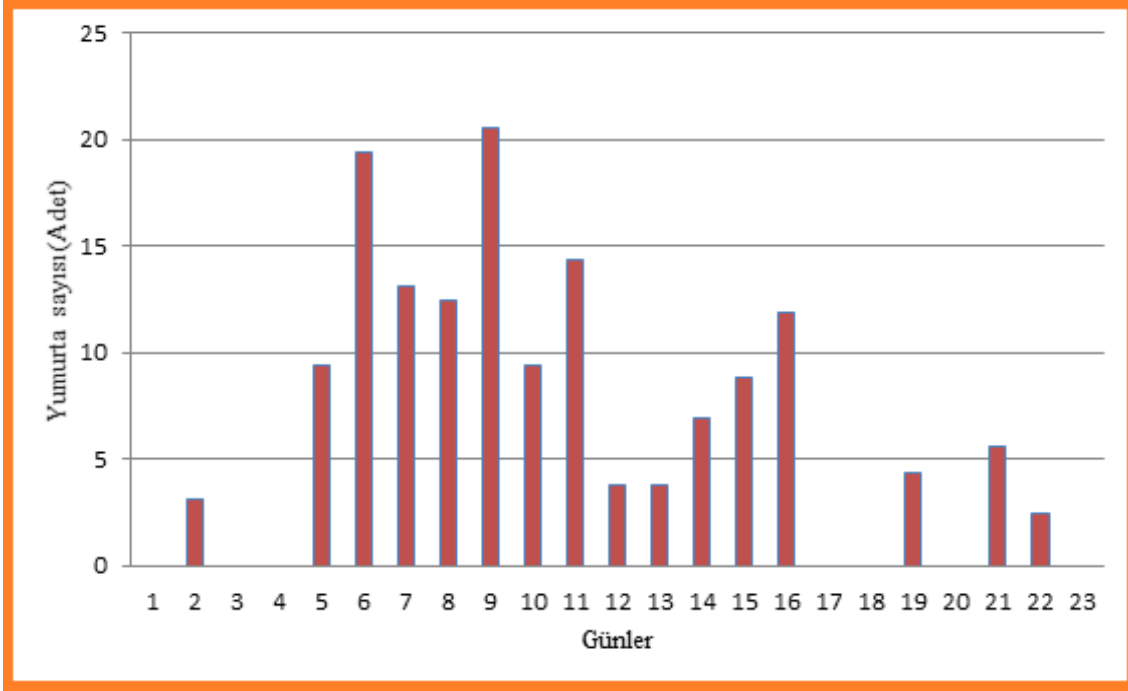
### 3.1.2. Laboratuvarda *X. luteola*'ın ovipozisyon süresi ve bıraktığı yumurta sayısı

Laboratuvar çalışmalarında *X. luteola*'nın ovipozisyon süresi ve bir dişinin bıraktığı yumurta sayısı Şekil 3'de gösterilmiştir. Buna göre, *X. luteola* 2., 5., 6., 7., 8., 9., 10., 11., 12., 13., 14., 15., 16., 19., 21. ve 22. günlerde yumurta bıraktığı ve bu süre içerisinde en fazla yumurtayı ortalama 8.25 adet yumurta ile 9. günde bıraktığı, 1., 3., 4., 17., 18. ve 20. günlerde ise yumurta bırakmadığı görülmüştür. Dişi böceğin ovipozisyon süresinin yaklaşık 21 gün sürdüğü ve bir dişi ortalama 59.75 adet yumurta bıraktığı tespit edilmiştir. Türkmen (2006), *X. luteola*'nın en uzun ovipozisyon süresi 21.4 gün ile 26±1°C'de, en kısa ovipozisyon süresi ise 16.7 gün ile 30±1°C'de olduğunu ve bu süre zarfında bir dişi birey 26±1°C'de 112.6 yumurta bıraktığını bildirmiştir.

### 3.1.3. *X. luteola*'nın laboratuvar şartlarında ergin öncesi dönemlerinde ölüm oranlarının belirlenmesi

Laboratuvar şartlarında larva ölüm oranları belirlenmiştir. Buna göre, Birinci gömlek değişimine kadar geçen süreden sonra bireylerin %36.6'sı ölmüş ve %63.34'ü ikinci larva dönemine geçmiştir. İkinci larva dönemindeki bireylerin %63.15'i ölmüştür. Bu dönemdeki bireylerin %35.85'i üçüncü larva dönemine geçmiştir. Bu çalışmanın sonucunda bireylerin (n=60) sadece %18.3'ü ergin döneme geçtiği görülmüştür. Türkmen (2006), *X. luteola*'nın ergin öncesi dönemlerinin 18 ve 22±1°C'de ergin döneme ulaşamadığını bildirmiştir.

Çalışma sonucunda, yumurtadan ergin olma dönemine kadar bireylerin ortalama yaşam süresi; minimum 22 gün. maximum 62 gün, ortalama 44.72±9.73 gün bulunmuştur. Bu değer, Tomov ve Mitov (1991)'un Plovdiv ve çevresinde zararlının biyolojisi üzerine yaptığı çalışmada belirttiği toplam 44-50 gün/ömür ile benzerlik göstermiştir.



Şekil 3. *Xanthogaleruca luteola*'nın ovipozisyon süresi ve günlük bıraktığı yumurta sayıları

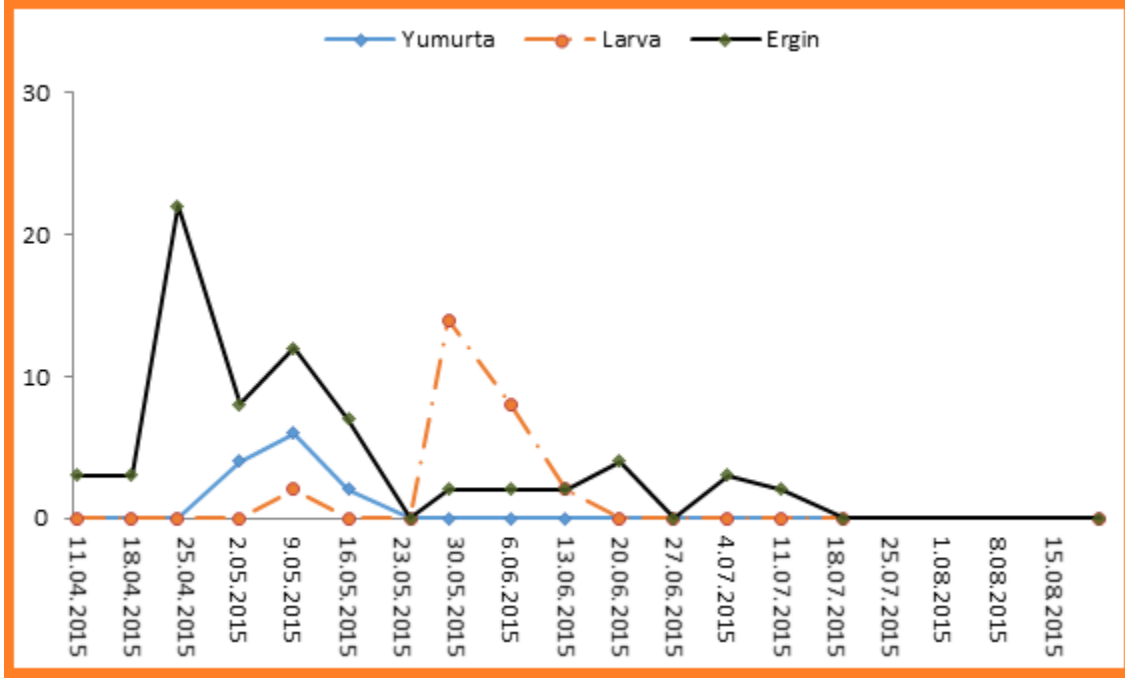
### 3.2. Doğa Biyo-Ekolojik Çalışmalar

#### 3.2.1. *X. luteola*'nın doğada kışladığı yerlerin belirlenmesi

Doğada, ergin böceklerin Ağustos ayı başlarına kadar ağaçların üzerinde bulunduğu, bu tarihten itibaren yazlamak için ağacın güneş görmeyen korunaklı yerlerine geçtikleri, Eylül ayı başlarından itibaren ise kışlamak için ağaç kabuk altlarına, çatlaklarına girdikleri görülmüştür. Dahlsten ve ark. (1994) ise kışı odun yığınlarında, evlerin çatı, garaj vb. yerlerde ergin olarak geçirdiğini bildirmiştir. Bu bilgilerden farklı olarak Triggiani (1986), zararlının Karaağaç ormanı civarında üzüm bağları ve okaliptüs ağacının kabukları altında ergin olarak kışladığını bildirmiştir.

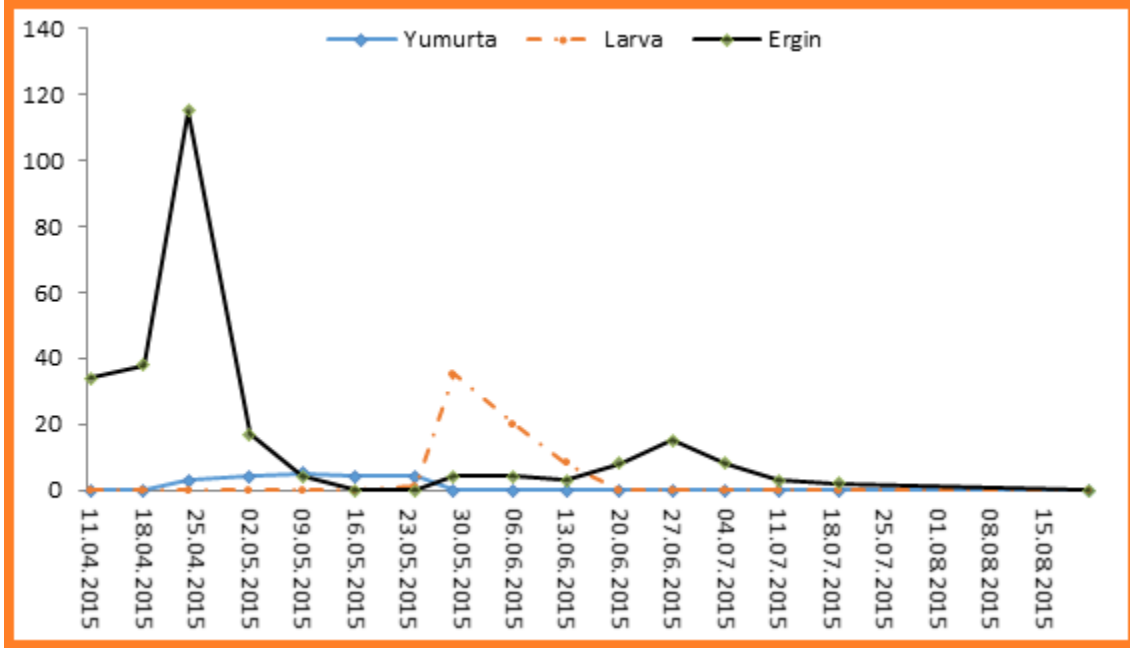
#### 3.1.2. *X. luteola*'nın doğada biyolojisi ve popülasyon değişiminin belirlenmesi

*Xanthogaleruca luteola*'nın popülasyon değişimi ve biyolojisinin belirlenmesi amacıyla haftalık yapılan gözlemlerde, ilkbaharda karaağaç yaprakları normal büyüklüğüne gelmelerine yakın ilk kışlamış ergin bireyler hava sıcaklığının 17°C olduğu 24/03/2014 tarihinde ve hava sıcaklığının 14.5°C olduğu 11/04/2015 tarihinde kışladıkları yerlerden çıkış yaptıkları ve karaağaç üzerine geldikleri görülmüştür. Söz konusu böceğin bu tarihlerden ağustos ayı başlarına kadar karaağaç üzerinde bulunduğu belirlenmiştir. Dreistadt ve ark. (1990) karaağaç yaprak böcekleri için en düşük eşik sıcaklığını 11°C olarak bildirmişlerdir. King ve Price (1985), sıcaklığın minimum 11.1°C olarak kabul edildiğinde ergin öncesi gelişme süresini 436.3 gün olarak tespit etmişlerdir. Tomov ve Mitov (1991), Plovdiv (Bulgaristan)'de 1982-1983 yıllarında ergin bireylerin nisan ayında hava sıcaklığı 12-13°C olduğunda doğada görüldüğünü ve kışlaklarına sonbaharda hava sıcaklığı 14-17°C olduğunda çekildiğini bildirmişlerdir. Haarstad (2000), ABD'de, aynı cinse bağlı diğer türlerden *Pyrrhalta decora* Say'nın mayıs-haziran, *Pyrrhalta alni* Fall'nin mayıs, *Pyrrhalta nymphoeae* L'nin ekim, *Pyrrhalta quebensis* Brown'in haziran ayında görüldüğünü bildirmiştir.



Şekil 4. Kent Ormanı'nda *Xanthogaleruca luteola*'nın 2015 yılı popülasyon değişimi

Şekil 4. ve 5 incelendiğinde kışlayan ergin birey en yüksek yoğunluğa, Kent Ormanı'nda 22 birey/darbe ve Tuzluca'da 115 birey/darbe ile 24/04/2015'te, ulaştığı görülmektedir. Larva dönemi en yüksek yoğunluğa Kent Ormanı'nda 14 birey/darbe ile 29/05/2015 tarihinde, Tuzluca'da ise 35 birey/darbe 29/05/2015 tarihinde ulaştığı görülmektedir (23.2°C sıcaklık, yağış 3.16 mm). Yumurta bireylerinde en yüksek yoğunluk Kent Ormanı'nda 6 paket/sürgün ile 09/05/2015 tarihinde tespit edilirken, Tuzluca'da bu değer aynı tarihte 5 paket/sürgün olarak belirlenmiştir (17.8°C sıcaklık, yağış 0.0 mm). İlk nesilden meydana gelen, gelecek sene için kışlayacak olan erginlerin en yüksek popülasyon yoğunluğu Kent Ormanı için 20/06/2015 tarihinde 4 birey/darbe bulunurken (28.5°C sıcaklık, yağış 0.0 mm), bu değer Tuzluca için 27/06/2015 tarihinde 15 birey/darbe olarak (21.7°C sıcaklık, yağış 0.4 mm) kaydedilmiştir. Oluşturulan her iki grafikte de zararlının normal dağılım gösterdiği ve yılda 1 nesil verdiği anlaşılmaktadır. Cristina ve ark. (1999), Sicilya'da *X. luteola*'nın *Ulmus minor* ve *U. minor x canescens* türlerinde biyolojisini çalışmışlar ve kışlamış erginlerin mart ayının ilk 2. haftasında görüldüğünü, ilk yumurtalarını nisan ayının ilk 15 gününde gerçekleştirdiğini ve yumurtlamanın mayıs ayının son 10 gününde en yüksek seviyeye ulaştığını bildirmişlerdir. Bu çalışma, kışlamış erginlerin ve yumurtaların çıkış ayları açısından diğer araştırmalar ile uyum göstermiştir. Bu zararlı ile ilgili Huerta ve ark. (2011), Santiago, Chile'de yürüttüğü çalışmada 3-4 nesil verdiğini ve ilk erginlerin nisan ayında çıkış yaptıklarını bildirmiştir. Buna karşın Portekiz'de yapılan bir çalışmada yılda 3 nesil verdiğini tespit edilmiştir (Escada et al., 1979). Kuzey yarı kürenin diğer bölgelerinde iklimsel koşullara bağlı olarak 1 yılda 3 nesil verdiğini (De Linan, 1998; Munoz et al., 2003), İspanya'da ise 2 nesil verdiğini bildirilmiştir (Martin et al., 2001). Tomov and Mitov (1991)'un Plovdiv ve çevresinde *X. luteola*'nın biyolojisi üzerine yaptığı çalışmada yılda 2 nesil verdiğini yumurtadan ergin birey oluncaya kadar geçen sürenin 44-50 gün olduğunu bildirmiştir. Böceğin yılda verdiğini nesil sayısının Iğdır ili ile karşılaştırıldığında daha yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 5. Tuzluca ilçesinde *Xanthogaleruca luteola*'nın 2015 yılı popülasyon değişimi

Çalışmalarda her iki lokasyon karşılaştırıldığında, Tuzluca böcek popülasyonu Kent Ormanı popülasyonundan daha yüksek bulunmuştur. Iğdır ili için ilk yumurta 02/05/2015 tarihinde Tuzluca ve Kent Ormanında görülmüştür. Bırakılan yumurtalardan bir hafta sonra larva çıkışı gerçekleşmiştir. Kent Ormanı'nda yumurtadan çıkan larvalar doğa şartlarında yaklaşık 4-5 hafta sonra ergin olduğu görülmüştür.

### 3. SONUÇ

Laboratuvarda ve doğada yapılan çalışmaların sonucunda; *Xanthogaleruca luteola* yumurtalarının inkübasyon süresinin ortalama  $6.17 \pm 0.13$  günde, birinci dönem larva ( $L_1$ )  $6.7 \pm 2.82$  günde, 2. dönem larva ( $L_2$ )  $5.47 \pm 2.63$  günde, 3. dönem larva ( $L_3$ )  $11.643 \pm 3.00$  günde, prepupa dönemini  $5.5 \pm 2.44$  günde ve pupa dönemini  $8.83 \pm 1.47$  günde gelişimlerini tamamladığı belirlenmiştir. *X. luteola* ovipozisyonu süresince en fazla ortalama yumurtayı 8.25 adet ile 9. günde bıraktığı, 1., 3., 4., 17., 18. ve 20. günlerde ise yumurta bırakmadığı, ovipozisyon süresinin yaklaşık 21 gün sürdüğü ve bu süre içerisinde ortalama 59.75 adet yumurta (min. 22 yumurta-max. 120 yumurta) bıraktığı tespit edilmiştir. Laboratuvarda, bireylerin %63.3'ü gömlek değiştirirken %36.7'si hiç gömlek değiştirmedikleri görülmüştür. Birinci gömlek değişimine kadar geçen süreden sonra bireylerin %36.6'sı ölmüştür. İlk gömlek değişiminden sonra bireylerin %42.1'i ikinci kez gömlek değiştirirken, %57.9'u değiştirmemiştir. Yine, bireylerin 2. gömlek değişiminden sonra %63.1'i ölmüştür. Bireylerden sadece %18.3'ü ergin döneme geçmiştir. *X. luteola*'ın doğada popülasyon değişiminin incelendiğinde, ilkbaharda karaağaç yaprakları normal büyüklüğüne gelmelerine yakın ilk kışlamış ergin bireyler hava sıcaklığının  $17^\circ\text{C}$  olduğu 24/03/2014 tarihinde ve hava sıcaklığının  $14.5^\circ\text{C}$  olduğu 11/04/2015 tarihinde kışladıkları yerlerden çıkış yaptıkları, kışlayan ergin birey sayısının en yüksek noktaya Kent Ormanı'nda 22 birey/darbe ile, Tuzluca'da ise, 115 birey/darbe ile 24/04/2015 tarihinde ulaştığı, larva döneminde ise en yüksek yoğunluğa 14

larva/darbe ile Kent Ormanı'nda, Tuzluca'da ise 35 larva/darbe ile 29/05/2015 tarihinde ulaştığı görülmektedir. Yumurta sayılarında en yüksek yoğunluk Kent Ormanında 6 paket/sürgün ile 9/05/2015 tarihinde tespit edilirken, Tuzluca'da bu değer 5 paket/sürgün ile saptanmıştır. İlk nesilden meydana gelen ve bir sonraki nesil için kışlayacak olan erginlerin en yüksek populasyon yoğunluğu Kent Ormanı'da 20/06/2015'de 4 birey/sürgün bulunurken, bu değer Tuzluca için 27/06/2015 tarihinde 15 birey/sürgün olarak kaydedilmiştir. Bu sonuçlardan böceğin yılda 1 nesil verdiği anlaşılmıştır. Zararının doğa şartlarında kışlaktan çıkmasında en uygun sıcaklığın yaklaşık 14°C olduğu belirlenmiştir. Bu sıcaklığın İğdir şartlarında nisan ayına denk gelmesiyle bu sonuç diğer yapılan çalışmalardaki sonuçlarla da örtüşmektedir.

## KAYNAKLAR

- Anonim, 2016a. Ağaçlar-Karaağaç. <http://www.agacler.net/forum/genis-yaprakli-agaclar/13927> (Erişim Tarihi: 15.03.2017).
- Arbab, A., Sendi, J.J., Sahragard, A., 2001. On the biology of Elm Leaf Beetle, *Pyrrhalta luteola* (Col.: Chrysomelidae) in laboratory conditions. Entomological Society of Iran, Tehran, Iran, Journal of Entomological Society of Iran, 21(2), 73-85.
- Capinera, J.L., 2008. Encyclopedia of entomology. Second Edition. Springer, Alemania, The Netherlands, 4346 (1-4).
- Cristina, D., Spatafora, F., Liotta, G., 1999. Bio-ethological observations on *Pyrrhalta luteola* in Sicily. Informatore Fitopatologico, 49(10), 42-48.
- Çanakçıoğlu, H., Mol, T., 1998. Zararlı ve yararlı böcekler. Orman Entomolojisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 540, 141-144.
- Dahlsten, D.L., Rowney, D.L., Tait, S.M., 1994. Development of Integrated pest management programs in urban forests: The Elm Leaf Beetle (*Xanthogaleruca luteola* (Müller)) in California, USA. Forest Ecology and Management, 65, 31-44.
- Davidson, R., 1979. Insect Pests of Home, Garden and Orchard. Wiley and Sons, New York, USA, 596.
- De Linan, C., 1998. Entomologia Agroforestal. Ediciones Agrotecnicas S.L., Madrid, Espana, 1039.
- Dreistadt, S.H., Dahlsten, D.L. 1990. Relationships of temperature to Elm Leaf Beetle *Xanthogaleruca* (= *Pyrrhalta*) *luteola* (Coleoptera: Chrysomelidae) development and damage in the field. Journal of Economic Entomology, 83(3), 837-841.
- Dutkuner, İ., Avcı, M., 2000. Burdur-Göhlhisar yöresinde Karaağaç (*Ulmus minor* Miller. supsp. *minor*) ölümleri, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt 4, Sayı 1.
- Escada, M., Da Silva, F. and Souto, C., 1979. Una Plaga de Los Olmos en Portugal, *Pyrrhalta luteola* Müll. (Coleoptera: Chrysomelidae). Bol. Serv. Plagas, (5), 73-78.
- Glover, T., 1871. Report of the commissioner of Agriculture for the Year 1870. Government Printing Office, Washington, DC, USA: 65-91.
- Haarstad, J.A., 2000. <http://www.cedarcreek.umn.edu/insects/024107t.html> (Erişim Tarihi: 15.03.2017).
- Huerta, A., Chiffelle, I., Puga, K., Azna, F., Jimenez, R., Araya, J.E., 2011. Life Cycle of *Xanthogaleruca luteola* (Coleoptera: Chrysomelidae) in Santiago, Chile and Sex Fenotype Differentiation of Adults. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas, 37, 57-64.

- Kaya, H.K., A.H. Hara, and R.C. Reardon. 1981. Laboratory and field evaluation of *Neoaplectana Carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae) against the Elm Leaf Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) and the Western Spruce Budworm (Lepidoptera: Tortricidae). Canadian Entomologist, 113, 787-793.
- King, J.E., Price, R.G., 1986. Effects of temperature on fecundity and adult longevity of the Elm Leaf Beetle, *Pyrrhalta luteola* (Muller). Southwestern Entomologist, 11(1), 51-54.
- Mahani, M.K., Hatami, B., Seyedoleslami, H., 2003. Host preference of three elms and hackberry for elm leaf beetle, *Xanthogaleruca* (= *Pyrrhalta*) *luteola* (Coleoptera: Chrysomelidae). Forest Ecology and Management, 186(1/3), 207-212.
- Martin, E., Hernandez, R., Canada, J., Ibarra, N., Perez, V., Lopez, M., Delgado, J., 2001. Galeruca del olmo *Xanthogaleruca luteola* Müll. Informaciones Técnicas, Departamento de Medio Ambiente. Gobierno de Aragon, 4.
- Medvedev, L.N., 1970. A list of *Chrysomelidae* by Dr. W. Wittmer in Turkei (Col.). Rev. Suisse de Zoology, 77(22), 309-319.
- Munoz, C., Perez, V., Cobos, P., Hernandez, R., Sanchez, G., 2003. Sanidad Forestal. Ediciones Mundi –Prensa, Madrid, Espana, 336.
- Özger, Ş., Bayındır, A., Karaca, İ., 2011. Önemli Bir Karaağaç Zararlısı: *Xanthogaleruca luteola* (Müller, 1766) (Coleoptera: Chrysomelidae). Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi, Türkiye 1. Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu, Denizli, 283.
- Riley, C.V., 1883. Report Of the Entomologist. In: Report of the Commissioner of Agriculture for the Year 1883. Government Printing Office, Washington, DC, USA, 159-170.
- Steiner H. 1962. Methoden zur untersuchung der populationdynamik in obstanlagen. Entomophaga, 7 (3): 207-214.
- Tomov, V., Mitov, P.G., 1991. Contribution to the phenology of the Elm Leaf Beetle (*Xanthogaleruca luteola* Muell.). Ekologiya, 24, 66-70.
- Turanlı, F., Kısmalı, D., 2002. Donaciinae ve Galerucinae (Coleoptera: Chrysomelidae) alt familyalarına ait Prof. Dr. Niyazi Lodos Müzesi'nde Saklanan Türler Üzerinde Faunistik Araştırmalar. Türkiye Entomoloji Dergisi, 27(2), 131-140.
- TÜBİVES, 2017. Türkiye Bitki Veri Servisi. <http://turkherb.ibu.edu.tr/index.php?sayfa=karsilastir> (Erişim tarihi: 15.03.2017).
- Türkmen, Y.M., 2006. Karaağaç yaprak böceği [*Pyrrhalta luteola* Müll (Coleoptera: Chrysomelidae)]'nin laboratuarda bazı biyolojik özelliklerinin belirlenmesi ve Balcalı (Adana)'da popülasyon takibi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Adana, 52.
- Triggiani, O., 1986. Mortality caused by *Beauveria bassiana* (bals) vuill. (deuteromycotina: hyphomycetes) in overwintering populations of *Xanthogaleruca* (= *galerucella*) *luteola* Müll. (Coleoptera: Chrysomelidae). Entomologica, 21, 13-18.

## BİR DURUM ÇALIŞMASI: TARIMSAL ÜRÜNLERİN UZAKTAN ALGILAMA İLE TESPİTİ

Didem CAF<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Iğdır*

Geliş tarihi: 11.01.2020 Kabul tarihi: 07.02.2020

### ÖZET

Uzaktan algılama ile elde edilen uydu görüntüleri kullanılarak, bu görüntüler üzerinde sınıflandırma çalışması ile tarım ürünleri tespiti, rekolte tahminleri, ürün gelişimini izleme, bitki örtüsü gibi birçok konuda bilgi elde edilmektedir. Sınıflandırma; birçok bilim dalında kullanılan bir karar verme işlemidir. Görüntü sınıflandırma işlemi, uydu görüntülerindeki her pikseli spektral özelliklerine göre farklı gruplara ayırmak ve pikseli yansıtma değerlerine göre yeryüzünde karşılık geldiği sınıfa atamaktır. Bu çalışmada, Doğu Karadeniz Bölgesinde yer alan, Trabzon-Sürmene’de belirlenen alana ait uydu görüntüsü kullanılarak, o alandaki tarım ürünlerini tespit etmek ve birbirinden ayırmak amacı ile kontrollü (eğitilmiş) ve kontrolsüz (eğitimsiz) olmak üzere iki farklı görüntü sınıflandırma çalışması yapılmıştır. Sınıflandırma işleminde Erdas Imagine 9.2 programı kullanılmıştır. Kontrolsüz sınıflandırmada WorldView-2 (WV-2) uydu görüntüsü üzerindeki alanlar (bina, deniz, yol, çay, fındık ve orman) tam olarak ayırt edilememiş ve karışıklığa sebep olmuştur. Bu yüzden, böyle bir çalışma için tercih edilecek bir yöntem olmadığı sonucuna varılmıştır. Kontrollü sınıflandırmada kullanılan WorldView-2 (WV-2) uydu görüntüsü üzerindeki alanlar bina, deniz, yol, çay, fındık ve orman olmak üzere altı farklı sınıfa ayrılmıştır. Kontrollü sınıflandırma çalışmalarında genellikle, aynı özellik gösteren alanların farklı sınıfa atanması ve farklı özelliklere sahip materyallerin tek bir sınıf altında gösterilmesi gibi iki tür hatayla karşılaşılır ve bu hataların oranını belirlemek için doğruluk analizleri yapılır. Bu çalışmada kıyaslanan pikseller sonucunda, sınıflandırmanın doğruluk derecesi %87.67 elde edilmiştir. Bu oran, farklı alanların birbirinden doğru şekilde ayırt edildiğini gösteren bir değerdir. Kontrollü sınıflandırma ile Doğu Karadeniz bölümünde yer alan Trabzon-Sürmene’de belirlenen alandaki tarım ürünleri, uzaktan algılama teknolojisi sayesinde daha kısa sürede ve daha az maliyetle birbirinden ayrılarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Uzaktan Algılama, sınıflandırma, uydu görüntüsü, tarım ürünleri.

### A CASE STUDY: DETECTION OF AGRICULTURAL PRODUCTS BY REMOTE SENSING

#### ABSTRACT

By using satellite images obtained by remote sensing, the classification study on these images provides information on many subjects such as detection of agricultural products, yield estimates, monitoring of product development and vegetation. Classification; is a decision making process used in many disciplines. The image classification process is to divide each pixel in satellite images into different groups according to their spectral properties and assign the pixel to the corresponding class on the earth according to their reflectance values. In this study, two different image classification studies have been conducted, namely, controlled (educated) and uncontrolled (uneducated) studies using the satellite image in order to identify and distinguish agricultural products on the area determined in Trabzon-Sürmene located in the Eastern Black Sea Region. Erdas Imagine program was used in the classification process. In

the uncontrolled classification, the areas on the WorldView-2 (WV-2) satellite image (building, sea, road, tea, hazelnut and forest) were not fully distinguished and caused confusion. Therefore, it is concluded that there is no method of choice for such a study. The areas on the WorldView-2 (WV-2) satellite image used in controlled classification are divided into six different classes: building, sea, road, tea, hazelnut and forest. In controlled classification studies, two types of errors are often encountered, such as assigning areas with the same characteristics to different classes and showing materials with different characteristics under a single class, and accuracy analyzes are performed to determine the proportion of these errors. As a result of the comparison of pixels in this study, the accuracy of the classification was 87.67%. This ratio is a value that shows that different areas are correctly distinguished from each other. With the controlled classification, agricultural products on the area determined in Trabzon-Sürmene in the Eastern Black Sea section were separated by means of remote sensing technology in a shorter time and at lower cost.

**Keywords:** Remote Sensing, classification, satellite imagery, agricultural products.

## 1. GİRİŞ

Uzaktan algılama, en genel anlamıyla fiziksel bir temas olmaksızın gözlenen cisimden bilgi elde edilmesidir. Uçağa monte edilmiş kamera sistemleriyle elde edilen hava fotoğrafları ve uydulara ya da uçaklara yerleştirilmiş elektronik tarayıcılar ve/veya algılayıcılar sayesinde oluşturulan sayısal görüntüler, yeryüzündeki cisimlerden veri elde edilmesini sağlar (Sesiören, 1998). Uzaktan algılama teknolojileri günümüzün büyüyen problemlerini anlama ve çözüme konusunda hayati bir öneme sahiptir (Burrough, 1986; DeMers, 1997; Koçak, 1991). Uzaktan algılamanın temel amacı, çevre veya sosyal yapıya ait veri kümelerinin bilgisayar destekli çalışmalarla yönetilerek bu verilerden toplum yararına çeşitli bilgiler üretilmesidir (Koçak, 1991).

1909 yılında Wilbur Wright tarafından bir uçak kullanılarak ilk defa sıralar halinde hava fotoğrafı çekimi ile (Sesiören, 1998) başlayan uzaktan algılama, 1957 yılında SPUTNIK-1 uydusunun gönderilmesiyle başlayan uzay çağı (Önder, 1997), 1972 yılında LANDSAT uydusunun gönderilmesiyle devam etmiştir.

Günümüzde yerküre ile uğraşan tüm bilim dalları uzaktan algılamayı kullanmaktadır. Jeolojik çalışmalarda yeryüzü şekillerinin incelenmesi, doğal afetler, yapısal jeoloji ve özellikle doğal kaynakların incelenmesi gibi önemli kullanım alanları bulunmaktadır. Bununla birlikte, Hidrojeoloji, botanik, tarım ve meteoroloji alanlarında da uzaktan algılama etkili bir şekilde kullanılmaktadır.

Hızlı bir şekilde gelişen yapılaşma, kentleşme, sanayileşme ve nüfus artışı, insanların yüksek gelir elde etme hırısı, tarım arazilerinin amaç dışı kullanımına neden olmaktadır. Bu yüzden, tarımsal kalkınma amaçlı optimum kararların alınması, toprağın korunması ve tarım arazilerinin doğru kullanılmasında uzaktan algılama uygulamaları önem kazanmaktadır. Bu amaçla tarım ürün miktarlarının belirlenmesi, farklı özellikteki bitki tiplerinin sınıflandırılması, toprak türünün ve nemliliğinin belirlenmesi, tarım ürünlerindeki hastalıkların teşhisi, tarımsal arazi kullanım sınıflandırması, göl, gölet, ırmak, dere, farklı tarım alanlarının belirlenmesi uzaktan algılama uygulamalarını içermektedir (Lillesand and Kiefer, 1994; Eastman, 2003; Jensen, 2005; Tomlin, 1990; Burrough and McDonnell 1998).

Tarımsal uzaktan algılama çalışmaları sayesinde verim modellerinin oluşturulması, bitki gelişmesinde etkili olan çevre şartlarıyla birlikte bitkisel değişkenler arasındaki ilişkileri spektral olarak tahmin edilmesi ve yorumlanmasının mümkün olduğu (Ahlrics and Bauer, 1983); uzaktan algılama verilerini kullanarak geniş alanlı arazilerde yapılan çalışmalarda, yetişen ürünlerin nitelikleri çok hızlı bir şekilde tahmin edilebildiği (Maas, 1993); Landsat çok kanallı tarayıcı verilerinin, arazi örtüsü ve arazi kullanım tiplerinin uzaysal dağılımlarının



haritalanmasıyla ilgili çalışmalarda 1970'lerden beri kullanıldığı (Khorram ve ark., 1991); bitkilerin de diğer objelerde olduğu gibi herhangi bir kaynaktan gelen ışınları yansıttığı, yaydığı, emdiği ve dağıttığı (Lillesand and Kiefer, 2000); tarımsal ürünlerde çok geniş alanlarda, uzaktan algılama teknolojisi kullanılarak, besin maddesi noksanlıkları kloroz ve sararma ve su noksanlığının sebep olduğu solgunlukların da belirlenebildiği (Şenol, 1992) bildirilmiştir.

Yanyou ve ark. (1986), Çin Beian bölgesinin 24 ayrı örnek alanında buğdayın yeşil ürün ve gelişim durumunun analizini yapmışlardır. Çalışmada 5. ve 7. bantlar kullanılarak buğdayın kendine has ayırt edilebilir özelliği değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlarla buğdayın hasattan önce ürün tahmininin yapılabileceği desteklenmiştir. Yuzhu (1990), Çin'de yaklaşık 21 milyon ha'lık buğday ekili alanlarda uzaktan algılama yöntemiyle kışlık buğday üretimini tahmin etmeye çalışmıştır. Yapılan çalışmada ileri düzeyde ayırma sahip NOAA uydu verileri ile Landsat MSS ve TM görüntüleri kullanılmıştır. Wu ve ark. (2009), uydu görüntüleri ve CBS entegrasyonu ile arazi parseline ait geometrik, dokusal ve içeriksel bilgileri kullanarak kentsel arazi kullanımının detaylı olarak sınıflandırmasını araştırmıştır.

Idso ve arkadaşları, uzaktan algılama yöntemiyle tarımsal ürünlerin değerlendirilmesi programlarında üç ana gereksinimin bulunduğunu ve bunların; ürün varlığının tanınması, farklı tipteki ekili alanların belirlenmesi, birim alandaki verimin değerlendirilmesi olduğunu bildirmişlerdir (Peştemalci, 1992).

Doğan ve Aslan (2013), çalışmalarında Aşağı Kelkit Havzası'nın bazı toprak değişkenlerini coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama (UA) kullanarak haritalamışlardır. Bu amaçla 2006-2008 yılları arasındaki arazi çalışmalarından toplam 239 coğrafik referanslı yüzey toprağı örneği (0-20 cm) toplanmış ve CaCO<sub>3</sub>, pH, elektriksel iletkenlik (EC), organik madde (OM), azot (N), fosfor (P), değişebilir potasyum (K), değişebilir sodyum (Na) ve tekstür (kil, silt, kum) değişkenlerini belirlemek için analiz edilmiştir.

Uzaktan algılanmış görüntülerde sınıflarla ilgili olasılık dağılımları bilinmiyor, sınıfı bilinen eğitim alanları mevcut değil ya da çok yetersiz miktarda ise verilerin sınıflandırılmasında kontrolsüz sınıflandırma kullanılır. Analizeci kontrolünün azalması nedeniyle kontrolsüz sınıflandırma, bilgi içeren sınıfları belirlemede genel olarak kontrollü sınıflandırma kadar etkin bir yöntem değildir. Bu nedenle tamamen kontrolsüz sınıflandırmaya dayanan analizin, ancak bilgi içeren sınıfların çok spektrumlu verilerde kolaylıkla ayırt edilebilir olması halinde güvenilir sonuçlar vermesi beklenebilir. İlgilenilen sınıfların sayısı biliniyor, her sınıftan alınmış eğitim alanları mevcut ise bu veriler kullanılarak kontrollü sınıflandırma yapılabilir (Mather and Koch, 2010).

Bu çalışmada, uzaktan algılama teknolojisi ile Trabzon-Sürmene bölgesinde belirlenen alana ait WorldView uydu görüntüsü kullanılarak kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma yapılarak, bu sınıflandırmaların farkı, tarım ürünleri, kısa sürede ve az maliyetle birbirinden ayrılarak belirlenmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyal

Bu çalışma, Doğu Karadeniz Bölgesinde yer alan Trabzon-Sürmene'de belirlenen alana ait WorldView-2 uydu görüntüsü kullanılarak (Şekil 1) kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma işlemleri gerçekleştirilmiştir. WorldView-2, 2009 yılı Ekim ayında fırlatılan, 8 spektral banda sahip yüksek çözünürlüklü; 770 km yükseklikte konumlandırılmış, hem 0.46 m yersel çözünürlüklü pankromatik hem de 1.84 m yersel çözünürlüklü multispektral görüntü sağlayan; aynı bölgeden ortalama 1.1 günlük sürede tekrar geçen ve günlük 975.000 km<sup>2</sup>'lik alanın görüntüsünü çekebilme özelliğine sahip bir uydudur (Padwick et al., 2010; Cheng and Chaapel, 2008).



**Şekil 1. Çalışma alanına ait WorldView uydu görüntüsü**

Çalışmada kullanılan Erdas Imagine programı (2009-2014), komple görüntü işleme ve coğrafi bilgi sistemi paketi olup, grafikleri kullanan bir arayüze sahiptir. Bu yazılım, kullanıcının gereksinimlerine cevap verecek tarzda; “Erdas Imagine Temel”, “Erdas Imagine Orta seviye” ve “Erdas Imagine Profesyonel olmak üzere 3 ana kısmı içermektedir. Erdas Imagine Temel yazılımı uygulamaları; imagine viewer, veri görüntüleme, görüntü haritalarını oluşturmak, özellikleri ortaya çıkarmak, coğrafi bilgi sistemleri analizi başlıkları altında 5 kısımdadır.

## **2.2. Yöntem**

Çalışmada kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma yöntemleri kullanılmış ve sınıflandırma işlemlerinin doğruluğunu değerlendirmek için doğruluk analizi yapılmıştır.

### **2.2.1. Kontrollü sınıflandırma yöntemi**

Kontrollü sınıflandırma, analizi yapan kişinin kontrolünde uygulanan bir yöntemdir. Analizi yapan kişi, sınıflandırmanın ön aşaması olan imza (örnekleme noktaları) toplama aşamasında devreye girmektedir. Kontrollü sınıflandırmada, çalışma alanına ait arazi örtüsü hakkında verilen ön bilgiler kullanılarak sınıflandırma için gerekli istatistikî temel oluşturulur ve sınıflandırma bu temel üzerine kurulur (Tarhan, 2004).

Kontrol aşamasında; incelenecek alanda bilinen sınıfları temsil edecek kontrol alanları seçilmiştir. Bu alanlar, sınıflandırmada kullanılacak her bilgi sınıfı için yeterli düzeyde homojen ve temsil edici şekilde belirlenmiştir. Kontrol alanları her özellik tipi ile ilgili spektral özellikleri tanımlayan bir sayısal yorumlama anahtarı düzenlemek için kullanılır. Sınıflandırma aşamasında; görüntüdeki her bir piksel sayısal olarak yorumlama anahtarı içindeki her bir sınıf ile karşılaştırılarak, sınıflardan en çok hangisine benzediği saptanır ve ilgili sınıfın adı ile etiketlenir. Kontrollü sınıflandırma yönteminde kullanılan bazı karar kuralları, en yüksek olasılık karar kuralı, öznitelik uzayı karar kuralıdır.

### **2.2.2. Kontrolsüz sınıflandırma yöntemi**

Kontrolsüz sınıflandırma yöntemi, görüntü üzerindeki piksellerin kullanıcı müdahalesi olmaksızın belirli algoritmalar kullanılarak otomatik olarak kümelendirilmesi veya gruplandırılması temeline dayanmaktadır. Bu tip sınıflandırma, ilgili alan veya çalışma alanı hakkında daha önceden herhangi bir bilgi yoksa uygulanır. Analitik işlem, algoritmalar

kullanılarak ve bunlardan oluşturulan gruplara göre yapılır. Gruplama uygulaması, yansıma verilerinin sınıflandırılması sonucunda oluşur ve sonra bu spektral sınıflardan birine ait olarak ilgili bütün pikseller etiketlenir. Her bir sınıfın bilgisi sadece semboliktir ve yeryüzünü örtme çeşitleriyle ilgili değildir. Diğer taraftan kontrolsüz sınıflandırma, arazide araştırmacıların çalışmasından önce belirlenen çalışma alanındaki ayrılabilir sınıfların spektral olarak sayılarının belirlenmesine yardımcı olabilir.

Kontrollü sınıflandırmada da çalışma alanı hakkındaki bilgiler kullanılmasına karşın, kontrolsüz sınıflandırmada araştırmacının çalışma alanına ait herhangi bir geçmiş bilgisi olmadan piksellerin gri değerlerinin gruplara bölünmesiyle yapılır. Kullanıcının bilgisi sadece bu grupların isimlendirilmesinde ve sınıf adedi belirtilmesinde kullanılır. Kontrolsüz sınıflandırma yöntemleri içerisinde en yaygın olarak kullanılan, tekrarlı veri analizi yöntemi (ISODATA) dir.

### 2.3. Sınıflandırma Doğruluk Değerlendirmesi: Analiz

Doğruluk analizi, eğitim alanı olarak ayrılan bölgeler dışında kalan test alanlarına ilişkin piksel değerlerinin, referans kabul edilen, haritalar ya da arazi hakkında kesin bilgi veren bir kaynakla istatistiksel olarak karşılaştırma ilkesine dayanan bir kontrol yöntemidir (Evsahibioğlu, 1993).

#### 2.3.1. Hata matrisi (Error matrix)

Hata matrislerinden; toplam doğruluk, üretici doğruluğu, kullanıcı doğruluğu kriterlerini türetmek mümkündür.

**Toplam doğruluk (Overall accuracy):** Doğru olarak sınıflandırılmış piksellerin toplam sayısının (köşegen toplamı) referans piksellerin toplam sayısına bölünmesiyle elde edilir. Matrisin köşegeni üzerinde bulunmayan elemanları “ihmal hatası” nı temsil eder.

**Üretici doğruluğu (Producer’s accuracy):** Her sınıf içinde, doğru sınıflandırılmış piksellerin sayısını, bu sınıf için kullanılan örnekleme veri seti pikselleri sayısına bölerek bulunur ve verilen bir arazi örtü türünün örnekleme seti piksellerinin ne kadar iyi sınıflandırılabilirdiğini gösterir.

**Kullanıcı doğruluğu (User’s accuracy):** Her sınıf içinde doğru sınıflandırılmış piksel sayısını, bu kategori içinde sınıflandırılan piksellerin toplam sayısına bölünmesiyle bulunur ve “dâhil etme hatasını” gösteren bir ölçüdür. Bu doğruluk değeri, herhangi bir sınıfa atanan bir pikselin bu sınıfı gerçekte temsil etme olasılığını gösterir.

#### 2.3.2. Kappa katsayısı

Cohen (1960) tarafından bulunan KAPPA, uzaktan algılama görüntüleri kullanılarak tespit edilen, yüzey örtüsü ve yüzey kullanımı bilgilerinin doğruluk değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Bu ölçümde, matris içerisindeki yalnız diagonal elemanlar değil, tüm elemanlar kullanılmaktadır. Bu hata matrisinin sütunları referans verileri, satırları ise sınıflandırılmış görüntüyü temsil etmektedir. Hata matrisi Kappa katsayısı ile istatistik olarak analiz edilmektedir. 0 ile 1 arasında değişen bu katsayı, hata matrisinin satır ve sütun toplamaları ile köşegeni üzerindeki elemanlar kullanılarak hesaplanmaktadır.

Kappa katsayısı hesaplanırken iki farklı olasılık hesaplanır. Bunlar Pr(a) ve Pr(e)’dir. Pr(a) iki değerlendirici için gözlemlenen uyumların toplam orantısı iken, Pr(e) bu uyumun şansa bağlı ortaya çıkma olasılığıdır. Bu iki olasılık üzerinden “Cohen’in kappa katsayısı” için kullanılacak formül şu olur (Kılıç, 2015):

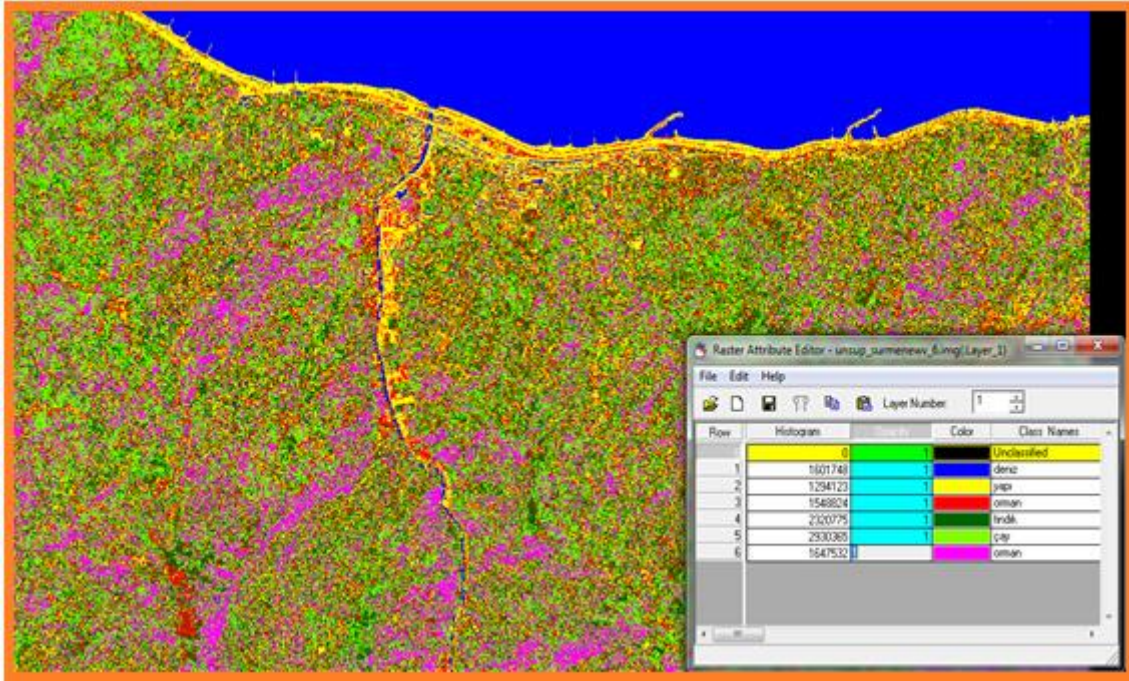
$$\kappa = \frac{\text{Pr}(a) - \text{Pr}(e)}{1 - \text{Pr}(e)} \quad (I)$$

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma bölgesine ait WorldView uydu görüntüsünün sınıflandırma işlemleri aşağıdaki şekilde yürütülmüştür. Ayrıca her iki yaklaşımın sonucu yapılan doğruluk değerlendirilmesi ile yorumlar yapılmıştır.

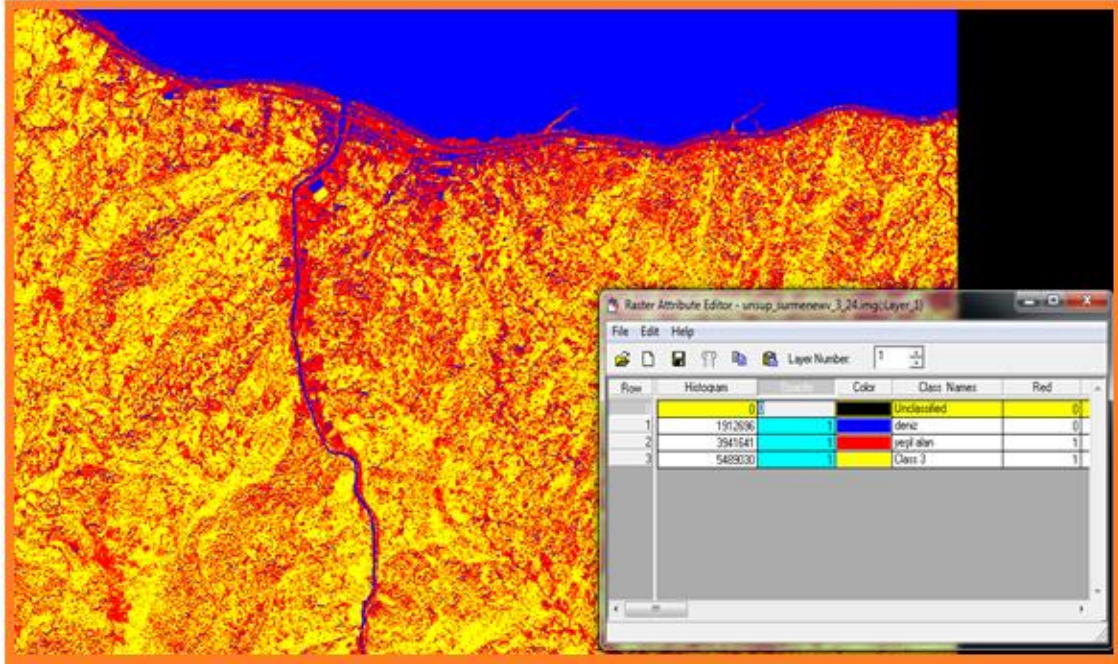
#### 3.1. Kontrolsüz Sınıflandırma Uygulama Aşamaları

Yapılan bu uygulama için sınıf sayısı 6, iterasyon sayısı 20, convergence threshold (yakınsama eşiği) değeri 0.95 olarak tercih edildiğinde sınıflandırılmak istenen alanlar doğru şekilde ayrılamamıştır (Şekil 2). Aynı alanlar birden fazla sınıflara atanmıştır. Aşağıda verilen görüntüde çay alanı orman sınıfı içinde de bulunarak iki farklı sınıf içinde yer almıştır.



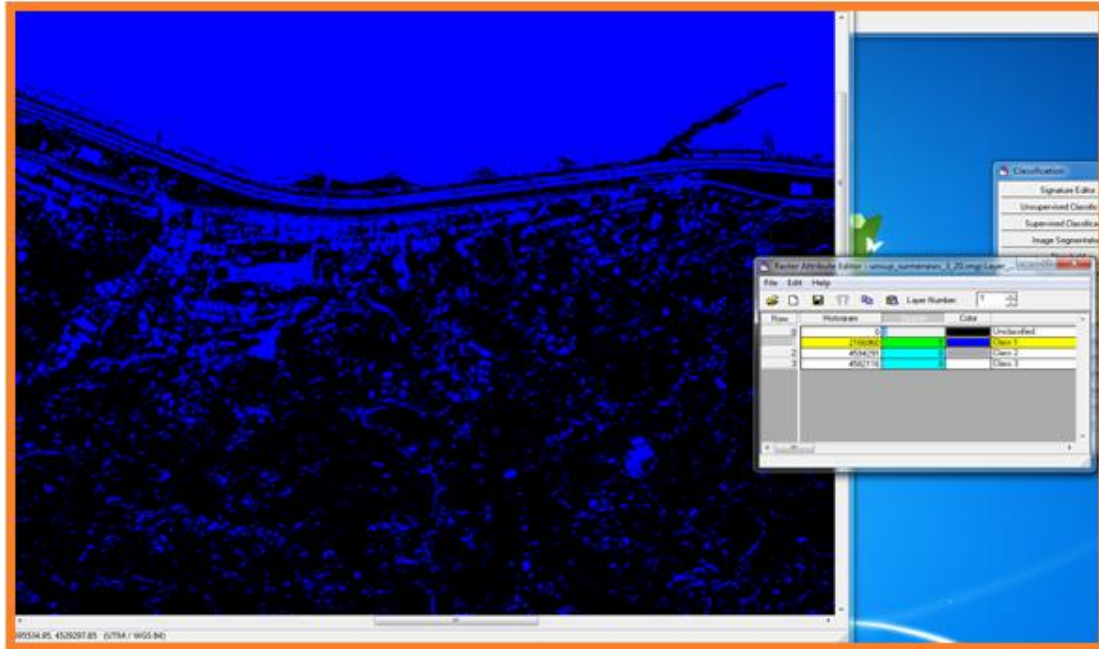
Şekil 2. Sınıflandırılmış Görüntü 1

Kontrolsüz sınıflandırmada sınıf sayısı değiştirilerek elde edilen görüntü verimli olmamaktadır. Bu nedenle sınıf sayısını aynı alarak diğer değerleri değiştirip etkileri incelenmiştir. Sınıf sayısı 3, iterasyon sayısı 24, convergence threshold (yakınsama eşiği) değeri 0.98 olarak kabul edildiğinde deniz, yeşil alan ve yapı sınıfları birbirine karışmıştır. Şekil 3 de görüldüğü üzere yeşil alan sınıfı yol sınıfını kapsamıştır.



Şekil 3. Sınıflandırılmış Görüntü 2

Kontrolsüz sınıflandırma üzerinde sınıf sayısının ne kadar etkili olduğunu anlamak için sınıf sayısı değiştirilmiştir (Şekil 4). Sınıf sayısı 3, iterasyon sayısı 20, yakınsama eşiği değeri 0.95 alındığında deniz olarak seçilen sınıfın aynı zamanda yapı ve yeşil alanın bir kısmını da kapsadığı görülmüştür (Çizelge 1).



Şekil 4. Sınıflandırılmış Görüntü 3

**Çizelge 1. Kontrolsüz Sınıflandırma İçin Yapılan Değişiklikler**

Yapılan Değişiklikler	Birinci	İkinci	Üçüncü	Dördüncü
Sınıf Sayısı	6	3	3	3
İterasyon Sayısı	20	20	24	6
Convergence Threshold	0,95	0,95	0,98	0,95

Sınıf sayısı 6, iterasyon sayısı 20, convergence threshold değeri 0.95 olarak tercih edildiğinde, en iyi sonuç alınan sınıflandırılmış görüntünün, bu değerlerle elde edildiğine karar verilmiştir. Sınıf sayısı 3, iterasyon sayısı 20, convergence threshold değeri 0.95 alındığında, sınıf sayısını azaltmanın, sınıflandırmayı olumsuz etkilediği gözlemlenmiştir.

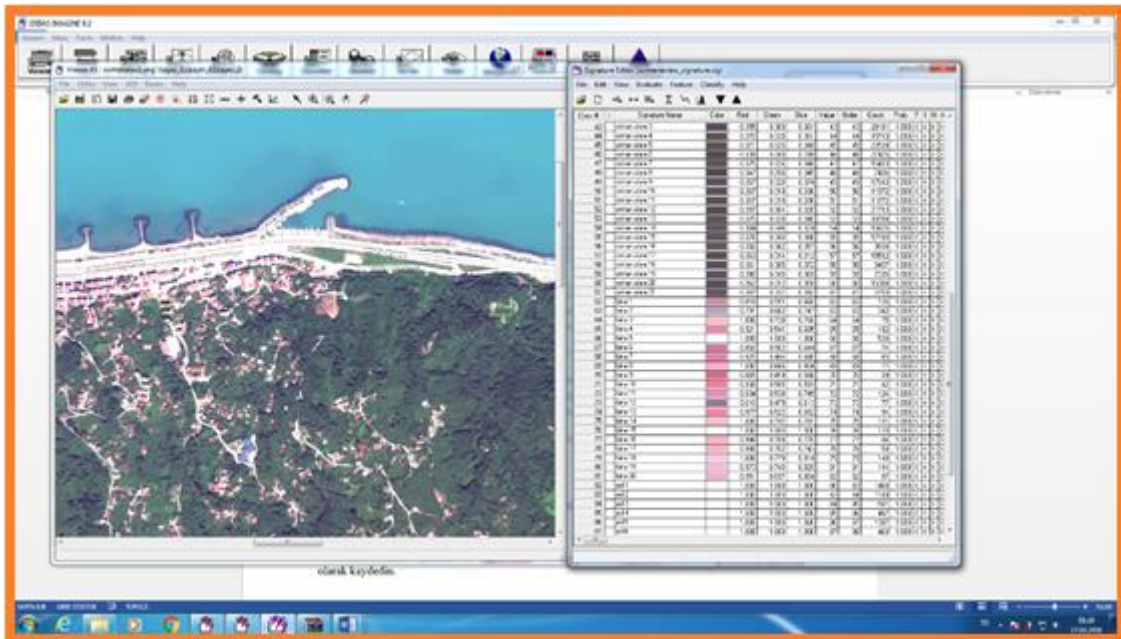
Kontrolsüz sınıflandırmadaki son uygulamada ise sınıf sayısı ve convergence threshold değerleri aynı kabul edilip iterasyon sayısı düşürülmüştür. Sınıf sayısı 3, iterasyon sayısı 6, convergence threshold değeri 0.95 olarak tercih edildiğinde sınıflar arasındaki karmaşıklık yine ortadan kaldırılamamıştır.

Yapılan bu kontrolsüz sınıflandırma uygulamasında istenilen sonuç elde edilememiştir. Sınıf sayısını azaltarak fındık, çay ve orman alanları ile bina, yol alanlarını birleştirmek amaçlanırken aksine sınıflardaki alanların birbirine karıştığı gözlemlenmiştir. İterasyon sayısı ve convergence threshold değerindeki değişiklikler kontrolsüz sınıflandırma üzerinde fazla bir karışıklığa sebep olmazken sınıf sayısının azalması sınıflandırmayı olumsuz yönde etkilemiştir.

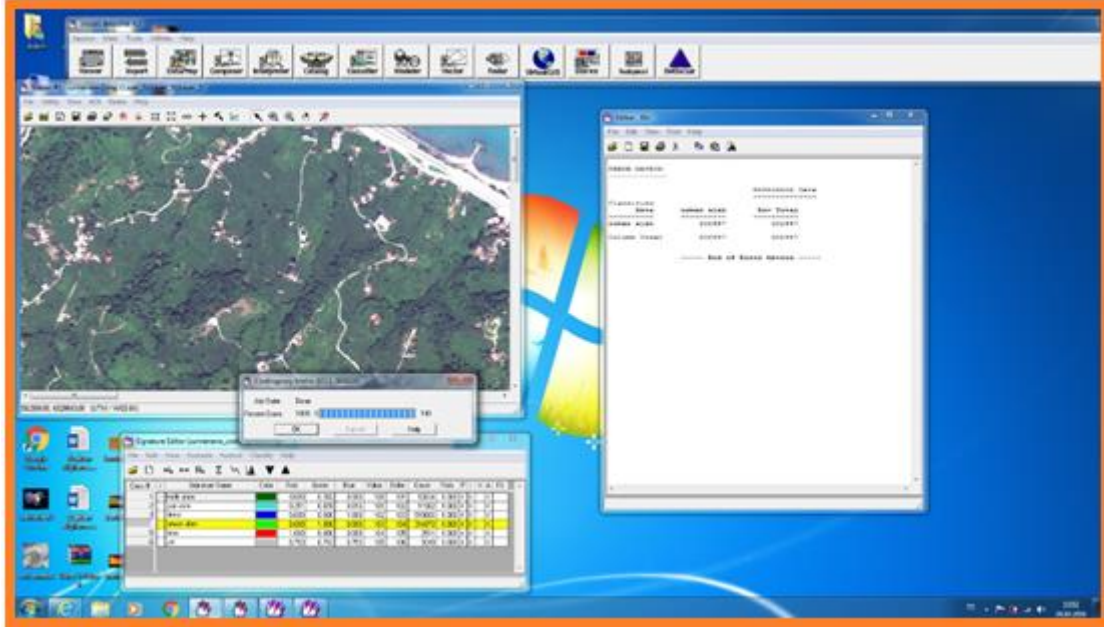
### 3.2. Kontrollü Sınıflandırma Uygulama Aşamaları

Trabzon-Sürmene bölgesine ait görüntünün RGB (Red, Green, Blue) değerleri 5, 3, 2 olarak seçilmiştir. Kontrollü sınıflandırma yönteminde görüntünün hangi sınıflara ayrılacağı, ya da görüntüden hangi sınıfların elde edilmek istenildiği önceden belirlenmiştir.

Kontrollü sınıflandırmada, ilk adım örnekleme yani imza toplama adıdır. Her bir arazi örtüsü çeşidini temsil edecek örnekleme bölgeleri seçilmiştir. Görüntüde deniz, yol, bina, orman, çay ve fındık alanları olmak üzere altı sınıfa ayırarak her bir sınıf için ayrı ayrı 20'şer imza (örnekleme noktaları) toplanmıştır (Şekil 5).

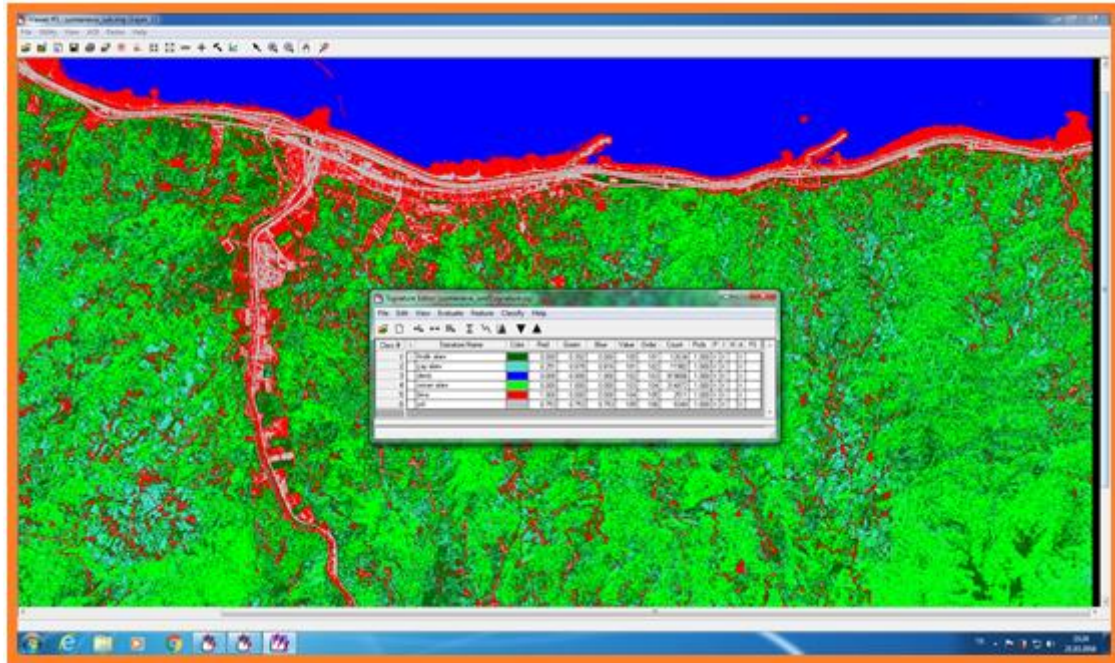
**Şekil 5. İmzaların toplanması**

Sınıflandırma adımında kullanılan görüntüdeki her bir piksel, sayısal değer olarak benzer olduğu sınıfa dâhil edilmektedir (Şekil 6). Görüntü elemanı sınıflardan herhangi biriyle uyum sağlamıyor ise bilinmeyen sınıfa atanmaktadır. Her bir sınıf için ayrı ayrı toplanan imzalar tek bir sınıf altında birleştirilmektedir.



Şekil 6. Sınıfların Belirlenmesi

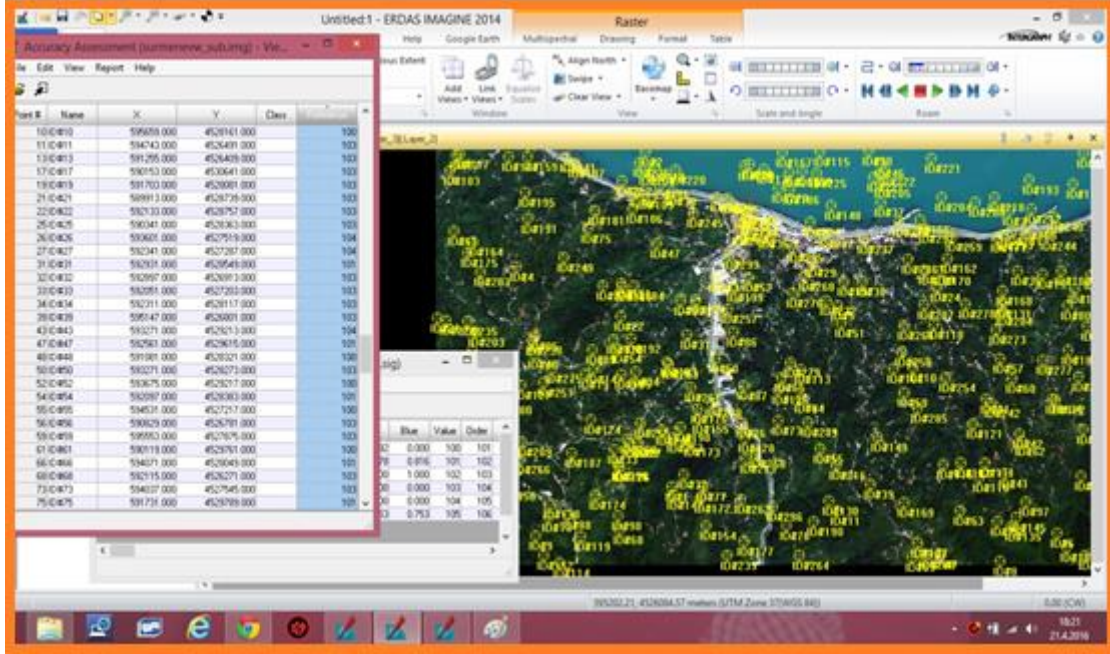
Tüm bu işlemler sonucunda görüntüdeki her bir piksel toplanan örnekleme noktaları baz alınarak benzer olduğu sınıfa atanmaktadır. Böylece sınıflandırılmış görüntü elde edilmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Sınıflandırılmış Görüntü

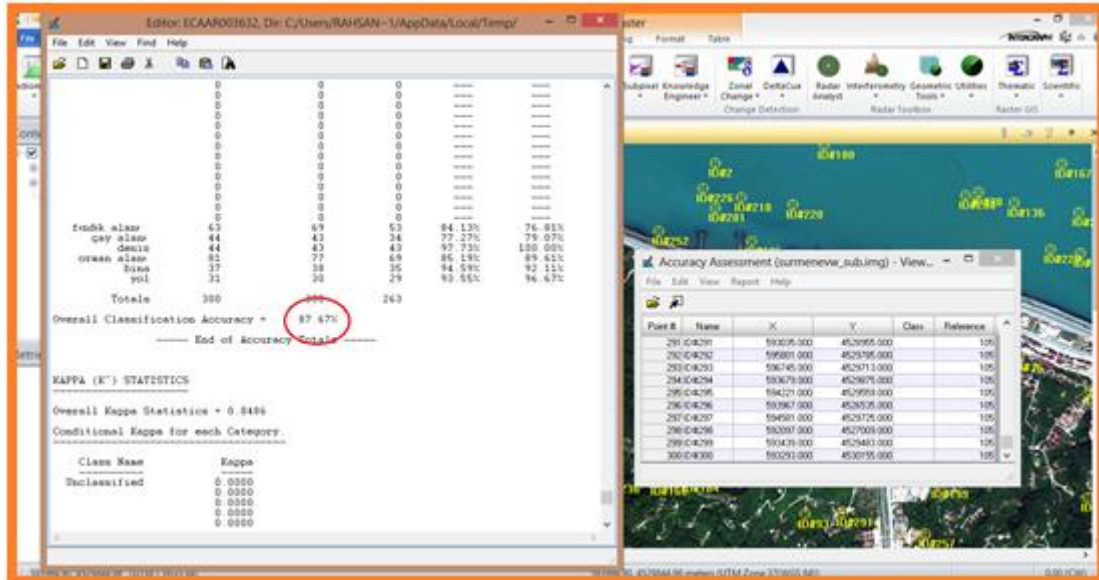
### 3.2.1. Kontrollü sınıflandırma uygulamasında doğruluk analizi

Bu çalışmada yapılan sınıflandırma sonucunun doğruluğunu değerlendirmek üzere görüntü üzerine otomatik olarak 300 nokta atılmıştır. Atılan bu noktaların referans değerleri, orijinal görüntü üzerinde düştüğü alana göre doldurulmuştur.



Şekil 8. Referans Değerleri

Ardından referans kısmına yazılan sınıf değerleri, işlemler sonucunda oluşmuş olan sınıflandırılmış görüntü ile kıyaslanarak, sınıflandırmanın doğruluk yüzdesi matris sonucu elde edilmiştir. Elde edilen doğruluğun yüzdesi 87,6'dır (Şekil 9).



Şekil 9. Doğruluk Analizi Sonucu



#### 4. SONUÇ

Kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma yöntemleri kullanılarak Trabzon-Sürmene bölgesine ait uydu görüntüsü ile tarım ürünlerinin birbirinden ayrılması ve sınıflandırılması amaçlanan bu çalışmada, kontrolsüz sınıflandırma, görüntü üzerindeki alanları tam olarak ayıramadığından tercih edilen bir yöntem olmamıştır. Yapılan uygulamada da görüldüğü gibi, bina, deniz, yol, çay, orman ve fındık alanlarını ayıramayıp karışıklığa sebep olmuştur.

Sınıf sayısını ve iterasyon sayısını convergence threshold (yakınsama eşiği) değerleri değiştirilerek, bu değerlerin karışıklığa etkileri incelenmiştir. Bu inceleme sonucu; sınıf sayısının, iterasyon sayısının, yakınsama eşiği değerinin etkileri kıyaslandığında, sınıf sayısının en etkili faktör olduğu tespit edilmiştir. Sınıf sayısını azaltmanın sınıflandırmadaki karışıklığı biraz daha artırdığı gözlemlenmiştir.

Kontrolsüz sınıflandırmada yapılan analizlere göre; sınıf ve iterasyon sayısının artması doğruluğu olumlu etkilemiştir. Bu sınıflandırma, yeterli veri olmadığı durumlarda, arazi hakkında bilgi edinme amaçlı kullanılmaktadır. Kontrollü sınıflandırmada yapılan analizlere göre; sınıflara ait imza vektörlerinin (örnekleme noktalarının) sayısının artması doğruluğu olumlu etkilemiştir. Kontrollü sınıflandırmada örnekleme noktalarının görüntü üzerinde homojen dağılması ve hassas seçilmesi doğruluğu olumlu etkilemektedir.

#### KAYNAKLAR

- Ahlics, J.S., Bauer, M.E., 1983. Relation of agronomic and multispectral reflectance characteristics of spring wheat canopies. *Agronomy Journal*, 75, 987-993.
- Burrough, P.A., 1986. Principles of geographical information systems for land resources assessment, monographs on soil and resources survey (No:12). London: Oxford Science Publications.
- Burrough, P.A., McDonnell, R.A., 1998. Principles of geographic information systems. Oxford University Press, New York.
- Cheng, P., Chaapel, C., 2008. Using WorldView-1 Stereo Data with or without ground control automatic DEM generation. *GEO Informatic*, October/November 2008, 34-39.
- Cohen J., 1960. A coefficient of agreement for nominal scales, *Educational and Psychological Measurement*, 20:37-46.
- DeMers, M.N., 1997. Fundamentals of geographic information systems. New York: John Wiley Sons, Inc.
- Doğan, H., M., Aslan, S., 2013. Aşağı Kelkit Havzası'nın bazı toprak özelliklerinin coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama ile haritalanması. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 3, 25-33.
- Eastman, R., 2003. Idrisi Kilimanjaro manual and tutorial. Clark Labs, Clark University, Worcester.
- Evsahibioğlu, N. A., 1993. Tübitak Marmara Araştırma Merkezi Uzay Bilimleri Teknolojisi Bölümü. Uzaktan algılama temel eğitimi kurs notları, 3-7 Mayıs, Gebze.
- Jensen, J. R., 2005. Digital image processing: A remote sensing perspective. Second edition. Prentice-Hall, Upper Saddle River, N.J.
- Koçak, E., 1991. Arazi Bilgi Sistemi, Genel Yapısı ve Özellikleri. III. Harita Kurultayı, 99-110, Ankara.
- Khorrām, S., Brockhaus, J.A., Geraci, A., 1991. A regional assessment of land-use/land-cover types in Sicily with TM data. *Int. J. Remote Sensing*, 12(1), 69-78.
- Kılıç, S., 2015. Kappa Testi, *Journal of Mood Disorders*, 5(3), 142-144.
- Lillesand, T.M., Kiefer, R.W., 1994. Remote sensing and image interpretation. John Wiley, Sons Inc., New York.
- Lillesand, T.M., Kiefer, R.W., 2000. Remote sensing and image interperation. fourth edition book. ISBN 0-471-25515-7 Printed in the United States of America.
- Mather, P.M., Koch, M., 2010. Computer Processing of Remotely-Sensed Images: An Introduction, Fourth Edition, England.

- Maas, S. J., 1993. Within-Season calibration of modelled wheat growth. using remote sensing and field sampling. *Int. J. Remote sensing*, 9(2), 295-301.
- Önder, M., 1997. Uydu görüntülerinden ulusal coğrafi bilgi sistemine temel oluşturacak nitelikte topografik harita üretimine yönelik analiz ve öneriler, Yıldız Teknik Üni., FBE, Doktora Tezi.
- Padwick, C., Deskevich, M., Pacifici, F., Smallwood, S., 2010. WorldView-2 pan-sharpening, ASPRS 2010, San Diego, California.
- Peştemalci, V., 1992. Yer ölçümleri. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi ve Ç.Ü.B.B.A.U.M. Workshop Uzaktan Algılama ve Tarımda Uygulamaları, sayfa 6-1/6-13. Adana.
- Sesiören, A., 1998. Uzaktan algılamada temel kavramlar. Seçkin Akademik ve Mesleki Yayınlar, Kasım 1998, 1. Baskı, 126 Sf, Ankara.
- Şenol, S., 1992. Bitki Örtüsü. Ç.Ü. Zir. Fak. ve Ç.Ü.B.B.A.U.M. Workshop Uzaktan Algılama ve Tarımda Uygulamaları, sayfa 5-36/5-40. Adana.
- Tarhan, Ç., 2004. Planlamada uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi disiplinleri entegrasyonu: Urla ve Balçova örnekleri. İYTE Şehir ve Bölge Planlama Bölümü.
- Tomlin, D., 1990. Geographic information systems and cartographic modeling. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- Yanyou, M., Bochung, Y., Ruikuan, G., Weigang, L., Hong, M., 1986. Study on the spectral radiometric characteristic and the spectrum yield model of spring wheat in the field of Besion city. Hello Jiong Province, China. Symposium on remote sensing for resources development and enviromental management/ Enschede/ pp. 291-292.
- Yuzhu, L., 1990. Estimating production of winter wheat by remote sensing and unified ground network II. Nation Wide Estimation of Wheat Yields. Applications of Remote Sensing in Agriculture/[Edited by] J.A. Clark, M.D. Steven ISBN 0-408-04767-4: pp:149-158, China.
- Wu, S. S., Qiu, X., M., Usery, E.L., Wang, L., 2009. Using geometrical, textural and contextual information of land parcels for classification of detailed urban land use, *Annals of the Association of American Geographers*, 99(1), 76-98.

**TOPRAK SOLUCANI KULLANIMININ AĞIR METAL GİDERİMİNE ETKİSİ**Fatih GÖKMEN<sup>1</sup><sup>1</sup>*Iğdır Üniversitesi, Iğdır Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Iğdır.*

Geliş tarihi: 13.01.2020 Kabul tarihi: 02.03.2020

**ÖZET**

Dünya üzerinde varlığını devam ettiren canlıların yaşam kalitesi çevre kalitesiyle doğrudan ilişkilidir. Günümüzde kirleticilerin çevre ve insan sağlığını olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir. Artan kentleşme ve sanayileşmenin bir sonucu olarak çevreye salınan ağır metal oranı da artırmaktadır. Doğaya salınan bu ağır metaller toprağa, bitkilere, hayvanlara, yeraltı sularına karışmakta ve sonunda tekrar insana dönmektedir. Oluşan kirliliği azaltmak ya da temizlemek için geliştirilmiş bazı teknikler bulunmaktadır. Bu tekniklerin etkili, ekonomik ve doğaya saygılı olması oldukça önemlidir. Bu nedenle gün geçtikçe fitoremediasyon ve biyoremediasyon teknikleri ile yapılmış çalışmalar artış göstermektedir. Bu derleme makalede amaç, solucanlarının topraklarda bulunan ağır metallerin uzaklaştırılması konusunda kullanımı ile ilgili bir kaynak oluşturmaktır.

**Anahtar kelimeler:** Ağır metal, solucan, biyoremediasyon.

**EFFECT OF SOIL WORM USAGE ON HEAVY METAL REMOVAL****ABSTRACT**

The quality of life of the living creatures that survive in the world is directly related to the quality of the environment. Today, pollutants are known to adversely affect the environment and human health. As a result of increasing urbanization and industrialization, the rate of heavy metal released into the environment increases. These heavy metals released into nature mix with soil, plants, animals and groundwater and eventually return to humans. There are some techniques that have been developed to reduce or clean up the resulting pollution. It is very important that these techniques are effective, economic and respectful to nature. Therefore, studies with phytoremediation and bioremediation are increasing day by day. The purpose of this review article is to provide a source for the removal of heavy metals found in the soil of worms.

**Keywords:** Heavy metal, worm, bioremediation.

**1. GİRİŞ**

Genel olarak tanımlamak gerekirse ağır metaller periyodik tabloda metaller sınıfına giren ve atom numaraları >20 olan elementlerdir. Ağır metaller olarak ifade edilen bu elementlerin bazıları hayvanlar ve bitkilerin metabolizmalarında işlev gösterirken aynı zamanda toksik elementlerdir.

Volkanizma faaliyetleri sonucu yer yüzüne ulaşmış olan ve madencilik faaliyetleri sonucunda yüzeye çıkarılan madenlerin ana ve/veya yan ürünleri olan ağır metallerin nihai ulaştıkları yer topraktır. Bu olayda toprakların filtreleme ve tamponlama özellikleri büyük önem taşımaktadır. Filtreleme ve tamponlama kabiliyetleri zayıf olan topraklarda yıkanma

yoluyla yer altı sularına karışan ağır metaller insan sağlığını olumsuz yönde etkileyebilecek şekilde ekosistemi tahrip edebilmektedir.

Günümüzde toprak kirliliğinin küresel bir sorun haline geldiği bir gerçektir. Başlıca toprak kirleticilerinden olan ağır metaller Cd, Cr, Hg, Pb, Cu ve Zn'dur. Bu ağır metaller bitki dokularında birikerek gıda zinciri içerisinde hayvan yemi ve gıdalara girmektedir. Ağır metaller biyoakümülyasyonla bitki bünyelerine daha sonrasında da hayvanların etine ve sütüne de geçerek dolaylı yünden gıdalara dahil olmaktadır.

Ağır metaller tarafında oluşturulan toprak degradasyonun geri dönüşümü oldukça zor ve zahmetli iş ve işlemleri içermektedir. Ağır metal degradasyonunda akümülyatör bitkilerin kullanımı, yıkama, kazma, katılaştırma, stabilizasyon, elektrokinetik uygulamalar yapılabilirken toprak solucanlarının verimlilik açısından kullanımı artarken bu canlıların ağır metalleri bünyelerinde topladıkları da bulunmuştur (Heşşen Türkay 2010).

## 2. TOPRAK KİRLİLİĞİ KONTROL YÖNETİM SEÇENEKLERİ

- Kirleticiyi olduğu şekliyle bırakmak, arazinin kullanımını yasaklamak,
- Kirlilik bulunan bölgedeki kirleticinin taşınımını engellemek ve arazinin sürekli denetim altında tutulması,
- Kirlilik bulunan bölgedeki toprağın uzaklaştırılması,
- Kirlilik bulunan bölgedeki toprağın bölge içinde veya bölge dışında temizlenmesi.

### 2.1. Fitoremediasyon Teknolojileri

Fitoremediasyon çevresel olarak risk oluşturan elementlerin bitkilerin kök, gövde veya yapraklarında depolanarak topraklardan kaldırılmasıdır. Son zamanlarda kirlilik bulunan bölgelerde kirliliğin giderimi için kullanımı artan önemli bir metottur. Farklı ıslah yöntemleriyle kıyaslandığında oldukça düşük masraflı, estetik olarak memnun edici olmasıyla beraber uygulama kolaylığı ve uygulama süresinin kısalığı gibi birçok avantaja sahiptir (Glass, 1999).

Fitoremediasyon kirlilik bulunan bölgenin ıslahında belirli bazı elementlere karşı dayanıklılığı bulunan ve bu elementleri bünyelerinde depolayan bitkiler kullanılarak yapılan önemli ve tatmin edici bir metottur. Fitoremediasyon diğer ıslah metotlarının verimliliklerini artırarak kümülatif başarı oranlarını da yükseltmektedir.

Fitoremediasyon yönteminin kullanımında bitkilerin kirlilik bulunan bölgede yaşama durumları, fazlalığı bulunan elementin bitkinin alabileceği formda olup olmadığı işlem için önemlidir. Yöntem uygulamasından sonra bünyesinde yüksek miktarda zararlı elementi toplamış olan bitkilerin bertarafı önem arz etmektedir. Kullanılan bazı bertaraf yöntemleri ise kurutma, gazifikasyon, piroliz, asit ekstraksiyonları gibi metotlarla bünyesinde yüksek miktarda zararlı elementi toplamış olan bitkiler imha edilmektedir. Zararlı elementlerin toprak kök derinliğinde bulunması bitkilerin bu elementlere ulaşmasında ve bünyelerine alınması göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Fitoremediasyon yönteminin dezavantajı ise diğer metotlarla kıyaslandığında uzun sürmesidir (Mulligan ve ark., 2001).

### 2.2. Toprak Yıkama Teknolojileri

Kirlilik bulunan bölgelerde kirliliğin giderimi için kullanılan metotlardan bir diğeri yıkamadır. Farklı (organik ve inorganik) kirleticiler tarafından kirletilmiş toprakların yerinden alınarak su bazlı artım teknolojisi kullanılan artım yöntemine yıkama teknolojisi denilmektedir. Bu su bazlı teknoloji, topraktaki kirleticileri ayırmak için mekanik süreçleri ve/veya kirleticilerin çözünürlük özelliklerini kullanmaktadır. İşlem sonucu kirleticiler serbest hale geçerek orijinal toprak hacminin %5 ila %40'lık kısmında konsantre olurlar (Anonymous, 2020).

### 2.3. Mekanik Ayırma Teknolojileri

Kirlilik bulunan bölgelerde kirliliğin giderimi için kullanılan metotlardan bir diğeri toprakların parçacık büyüklüğüne dayalı ayırma ile seçilmesi süreci olan mekanik ayırmadır. Bu arıtım teknolojisinin kullanımını olanak sağlayan şey ise farklı parçacık büyüklüğünde fraksiyonlarda farklı oranlarda element yoğunluğu bulunmalı. Ayırma işleminde gravimetrik çöktürme, flotasyon ayırıcıları ve manyetik ayırıcılar vb. ayırıcılar yardımı ile yapılmaktadır. Mekanik ayırma teknolojileri belirli bir formdaki elementin uzaklaştırılmasında kullanılır. Kirlilik bulunan toprakların ıslahında toprak kütleindeki azalma nedeniyle diğer metotlarla birlikte kullanılması işlemin gelecekteki uygulamalarını artıracığı bildirilmektedir (Mulligan ve ark., 2001).

### 2.4. Katılaştırma Teknolojileri

Kirlilik bulunan bölgelerde kirliliğin giderimi için kullanılan metotlardan bir diğeri toprağa eklenen bağlayıcı madde bağlanarak elementin hareketliliğinin azaltan kimyasal süreçler dizisine katılaştırma teknolojisi denilmektedir (Conner, 1990). Organik veya inorganik bağlayıcı maddeleri kirlilik bulunan bölgelere belirli oranlarda uygulanması şeklinde yapılmaktadır (Ünlü 1998). Arıtım maliyetleri göz önüne alındığında yerinde arıtım taşınarak yapılan arıtmadan daha ekonomik, uygulanabilir ve yaygın hale gelmektedir. Taşınarak arıtım yapılan küçük ölçekli tesislerde günde yaklaşık 100 ton kirli toprağı arıtılabilirken, büyük ölçekli tesislerde günde 500-1000 ton toprağı stabilize edebilmektedir (Mulligan ve ark., 2001).

### 2.4. Elektrokinetik Teknolojiler

Kirlilik bulunan bölgelerde kirliliğin giderimi için kullanılan metotlardan bir diğeri elektrokinetik ıslahdır. Kirlilik bulunan bölgeye yerleştirilen elektrotların arasındaki akımdan faydalanılarak kirleticilerin hareketliliğinden faydalanılarak gerçekleştirilmiş bir metottur. Yük farkından kaynaklanan hareketlilik genellikle su veya bazı tuz çözeltileri varlığında gerçekleşmektedir. Temel fizik prensibine göre anyonlar anotta tutulurken katyonlar katotlarda tutulmaktadır. Elektrotlara ulaşan kirleticiler elektroda elektro-kaplama veya çökeltim prosesi uygulanmasıyla, elektrod yakınındaki suyun yüzeye pompalanmasıyla veya iyon değiştirici reçineler yardımıyla bölgeden uzaklaştırılabilmektedir (Mulligan ve ark., 2001). Yöntemin en büyük avantajı düşük maliyetli bir ıslah yöntemi olma potansiyelidir. En büyük dezavantajları ise farklı gözenek boyutundaki topraklarda çözücünün hareketinin sınırlanmasıdır. Ayrıca, kirlenmiş bölgelerde bulunan büyük metal objeler, kayalar ve diğer engeller metottun etkinliğini azaltmaktadır (Acar ve Gale, 1995).

### 2.5. Toprak Solucanlarının Etkisi

Toprak solucanları metallerce kirletilmiş topraklarda metal mobilitesini ve bitkiye metal transferini artırmakla beraber toprak faunasının diğer üyelerine göre metal toksisitesine karşı daha dirençlidirler. Toprak solucanları metalleri bünyelerinde biriktirebilmekte ve alınabilir metal miktarını artırabilmektedirler.

Ağır metaller endüstriyel faaliyetler (madencilik, fabrika atıkları ve evsel atıklar), tarımsal faaliyetler (gübreleme ve tarım ilaçları kullanımı) ve volkanizma faaliyetlerle yeryüzüne ulaşabilmektedir. Hangi kaynaktan geldiğinden bağımsız olarak pekte önemi olmaksızın ağır metaller toprak canlılarının dokularında birikmektedir. Bu birikim toprakta birtakım biyolojik ve biyokimyasal olayları etkileyecek problemlere yol açmaktadır (Kızılkaya ve Aşkın, 2002; Kızılkaya ve ark., 2004). Solucanlar, toprak canlılarının aksine degradasyon sonucu toprakta bulunan ağır metallerden çok etkilenmektedir (Kızılkaya, 2004; 2005). Yaşam döngülerini sürdüren solucanların habitatında bulunan ağır metaller bazı zamanlarda dışkılama faaliyeti sonucunda tekrar toprağa dönerken çoğunlukla solucan bünyesinde kalmaktadır. Bu durum habitatda bulunan ağır metal konsantrasyonu ile yakından ilgilidir.

Karaca (2010a) yaptığı çalışmada toprak solucanlarının bünyesinde bulunan ağır metallerin solucan türlerine göre farklılık gösterdiğini ayrıca ağır metallere göre de farklılık gösterdiğini bildirmiştir. Örneğin; Zn ve Cu ile Cd ve Pb'un birikim seviyeleri kıyaslandığında, vermikestde bulunan Zn ve Cu dokularında ise Cd ve Pb daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Bu durumun sebebi olarak, solucanların fizyolojileri olduğu, Zn ve Cu organizmaların yaşamsal faaliyetlerini sürdürmeleri için gerekli element olduğu bildirilmiştir. Fitoremedasyon tekniklerinin verimliliklerini artırarak doğal ekosistemin yeniden canlandırılmasına katkı sağlamaktadırlar (Karaca ve ark., 2010b).

Toprak solucanlarının ürünü olan vermikompost bitki gelişimi destekleyici, toprak düzenleyici, her türlü (bitkisel, hayvansal, endüstriyel vs.) atıkların üretimde kullanılabilmesine imkan sunmaktadır. Bu çalışmanın amacı, ağır metallere kirlenmiş alanlar ve ağır metal kirliliği bulunan hammaddelerin temizlenmesinde alternatif bir yöntem olan toprak solucanlarının kullanımını içeren çalışmalar derlenmiştir.

Şehir atık sularının arıtılması sonrasında açığa çıkan ürün olan arıtma çamurunda bulunan ağır metal içeriğinin izlenmesi gerekmektedir. Sınır değerleri aşmasa da uygulama miktarı ve kümülatif uygulama sonucunda topraklar için risk oluşturabilmektedir. Bu problemlerin ağır metallerin topraktan uzaklaştırılması amacıyla toprak solucanları kullanılmaktadır. Arıtma çamurlarının toprak solucanları vasıtasıyla kompostlaştırma işlemleri sonucunda solucan bünyesinde ağır metal içeriğinin artış gösterdiği bilinmektedir.

Doube ve Brown (1998), yaptıkları çalışmada toprak solucanlarının ürünü olan vermikompost içerisinde bitki beslenmesini teşvik eden enzimler, besin elementleri, antibiyotikler ve büyüme hormonlarının yer aldığını, patojen maddelerin, ağır metallerin, ot tohumlarının ve parazit yumurtalarının bulunmadığını bildirmektedir. Ayrıca çalışmada vermikompost, solucan maması olarak bilinen organik atıklardan çok daha fazla mikrobiyal canlılık faaliyetleri bulunduğu ifade edilmektedir.

Kızılkaya (2004), yaptığı çalışmasında farklı dozlarda uygulanan arıtma çamurunun içerdiği ağır metal konsantrasyonlarının solucan dokularında Cu ve Zn birikimine, vermikompost içeriğinde ve solucan yaşam alanı etrafında ise Cu ve Zn fraksiyonları etkilerini incelemiştir. Arıtma çamuru uygulaması 30. gün örnekleri incelendiğinde, toprak, vermikompost ve solucan dokusundan alınan örneklerde en yüksek metal miktarlarını en yüksek arıtma çamuru dozunda ( $400 \text{ g kg}^{-1}$ ) belirlemiştir. Özellikle dışkılarda ve toprakta değişebilir Zn ve organik bağlı Cu fraksiyonları miktarlarının arıtma çamuru uygulaması yapılan tüm topraklarda diğer fraksiyonlardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Kızılkaya (2005), beş farklı organik atığın kullanıldığı çalışmasında, beş farklı dozda Zn uygulamasıyla toprak solucan dokuları ve oluşan solucan dışkılarındaki Zn üzerine etkisini araştırdığı çalışma sonucunda; organik atıklar uygulandıktan sonraki 21.günde toprak solucanı dokusu ve dışkısındaki en yüksek Zn miktarını belirlemiştir. Zn uygulaması yapılan topraklardaki solucanların doku ve dışkılarında önemli derecede uygulama yapılmamış topraklara göre yüksek Zn bulunmuştur. Karbon/Azot oranı yüksek olan organik atıkların bulunduğu uygulamalardaki toprak solucanlarında yüksek miktarda Zn bulunduğu bildirilmiştir.

Shahmansouri ve ark. (2005), arıtma çamurunda iki farklı ülkede yetiştirilen toprak solucanlarının Cr, Cd, Pb, Cu ve Zn'nin birikimini çalışmışlardır. Ağır metal içeriğinin vermikompost süresinin artması ile azaldığını bildirmişlerdir. İki farklı ülkede yetiştirilen solucanlar kıyaslandığında İranlı solucanların Avustralyalı solucanlara kıyasla Cu ve Zn gibi mikro besinleri daha fazla bünyelerine aldıkları belirlemiştir. Cr, Cd ve Pb gibi ağır metallerin birikiminin Avustralyalı solucan grubunda daha yüksek olduğunu görmüşlerdir. Çalışma sonucunda her iki solucan grubundan elde ettikleri vermikomposta da ağır metal konsantrasyonlarında anlamlı bir azalmaya ulaşmışlardır. Buda E. Fetida türlerinin vücut dokularındaki ağır metalleri biriktirme kapasitesi olduğu ifade edilmiştir.

Beguer ve ark. (2005), yaptıkları çalışmada ağır metallerce kirlenmiş topraklarda faklı miktarlarda ağır metallerin, iki farklı türedeki toprak solucanlarının dokularındaki metal konsantrasyonları karşılaştırılmıştır. Solucan dokularında bulunan metallerin suda çözünebilir ve değişebilir formlar arasında zayıf bir ilişki belirlenmiştir. Organik bağlı formda bulunan metaller arasında yalnızca Cd için önemli bir ilişki belirlenmiştir. Ayrıca, toprak bileşenlerine adsorbe olan metallerin solucanlar tarafından biyoakümülyasyon yolu aldıklarını saptamışlardır.

Liu ve ark. (2005), yaptıkları verimliliğin artırılması ve ağır metal kirliliğinin azaltılması çalışmasında toprak solucanları kullanım potansiyelini belirlemişlerdir. Toprak solucanlarının atık çamurlarda bulunan Cu ve Cd miktarlarına etkisini belirlemek amacıyla bir laboratuvar çalışması yürütmüşlerdir. İnkübasyon sonunda solucan dokularında  $250 \text{ mg kg}^{-1}$  Cu ve  $10 \text{ mg kg}^{-1}$  kadar Cd artış tespit edilmiştir. Ayrıca, solucan uygulamasının bitki biyomasını artırdığı ve bitkinin Cd ve Cu kapsamını düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Hobbelen ve ark. (2006), yaptıkları çalışmalarında yüksek metal konsantrasyonları içeren topraklarda *Lumbricus rubellus* ve *Aporrectodea calliginosa* solucanlarının dokularında önemli miktarlarda ağır metal birikimi olduğunu bildirmişlerdir. Metal kirliliğibulunan 15 farklı alanda solucan dokularında ve ısırgan otu (*Urtica dioica*) bitkisi yapraklarında ve topraklar örneklerinde saf su ve  $\text{CaCl}_2$  ekstraktlarında Cd, Cu, Zn miktarlarını belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre, solucan dokularında Zn konsantrasyonlarının anlamlı bir farklılık göstermediği bildirilmiştir.

Vijver ve ark. (2007), su altında kalan topraklar ve farklı amenajman pratiklerinin yürütüldüğü üç farklı havza da yaşayan toprak solucanlarının dokularındaki metal konsantrasyonlarında meydana gelen farklılıkların sebepleri araştırıldığı bildirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre epijeik solucanların biyoakümüle ettiği metal konsantrasyonları endojeik solucanlara oranla, mevsime bağlı olarak değişmekte olduğu bildirilmiştir. Su altında kalan alanlarda yaşayan solucan dokularında biriken metal miktarlarının daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Ruiz ve ark. (2009), yaptıkları çalışmalarında maden ocağı olarak kullanılmış alandan ağır metallerce zengin topraklardan saksı denemesi kurmuşlardır. Bu topraklarda mısır ve arpa bitkilerinin toprak solucanları vasıtasıyla Pb, Zn, Cd ve Cu elementlerinin kaldırılmasını araştırmışlardır. Deneme sonuçlarına göre toprakların metal konsantrasyonları solucanlar tarafından önemli ölçüde değiştirildiğini ve her iki bitkininde Pb, Zn, Cd ve Cu elementlerini biyoakümülyasyonlarının önemli derecede arttığını bildirmişlerdir.

Giovanetti ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada uranyuma tarafında kirlenmiş toprakta solucan bünyesinde uranyum akümülyasyonunun biyolojik etkilerini araştırdıklarını bildirmişlerdir. Çalışmasında uranyum dozları  $1.86-600 \text{ mg kg}^{-1}$  olduğu bildirilmiştir. 28 günlük deneme planının ilk 7 gününden sonra biyolojik özellikleri (membran stabilitesi, ölüm gibi) belirlenmiş ve uranyumun solucanların ölüm ve çoğalmaları üzerine bir etkisi olmadığı bildirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, uranyuma tarafında kirlenmiş toprakta solucanların istatistiksel olarak önemli derecede yüksek etkiler gösterdiğini bildirilmiştir.

Hepşen Türkay (2010), yaptığı çalışmasında arıtma çamurunun fındık atık maddeleri ile toprak solucanları vasıtasıyla kompostlanmasından elde edilen vermikompostun toprak özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre arıtma çamurundan kaynaklı Zn içeriğinin toprak solucan dokularında arttığı ve vermikompost içeriğinde azalma olduğu bildirilmiştir. Toprak solucanlarının topraktan Zn uzaklaştırmasında kullanılabileceği bildirilmiştir.

Shaymaa ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada endüstriyel arıtma çamurundan Pb, Ni, Al ağır metallere vermikompostlama yöntemi ile gideriminin araştırmışlardır. Farklı oranlarda koyun gübresi ve arıtma çamuru karışımlarından hazırlanan karışımları 56 günlük inkübasyon süresi sonunda Pb, Ni, Al ağır metallere sırasıyla %97, %86, %72 oranında giderimin sağlandığı bildirilmiştir.

Li ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada domuz gübresi ile beslenen toprak solucanlarının Cu, Zn, Pb ve Cd un biyoakümülyasyonları ve bu elementlerin domuz gübresindeki biyoyararlılığı araştırılmıştır. Toprak solucanının biyoakümülyasyon faktörleri; Cd ( $2749 \pm 0.441$ ), Zn ( $0.594 \pm 0.200$ ), Pb ( $0.274 \pm 0.101$ ) ve Cu ( $0.076 \pm 0.030$ ) olduğu bildirilmiştir.

Liu ve ark., (2012), yaptıkları çalışmada arıtma çamurundaki ağır metallerin toprak solucanı aktivitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Arıtma çamurunun kompostlama öncesi ve sonrası yapılan karşılaştırma sonucunda; su içeriği, pH değeri, organik madde miktarının azaldığı, toplam azot içeriğinin arttığı, toplam fosfor ve potasyum içeriğinin azaldığı, kullanılabilir azot konsantrasyonu ve kullanılabilir fosfor içeriğinin arttığı, Cu, Ni, Cd, Pb, Zn metallerindeki toplam içeriğinin azaldığı bildirilmiştir. Vermikompostlama ile ağır metallerin uygun bir şekilde giderilebileceği bildirilmiştir.

Pattnaik ve Reddy (2012), yaptıkları çalışmada kentsel katı atıklar ve bitkisel atıkların Pb, Zn, Cd, Cu ve Mn ağır metallerinin toprak solucanları ile giderimi araştırılmıştır. *Eudriluseugeniae*, *Eiseniafetida* ve *Perionyxexcavatus* türleri kullanılarak ağır metal gideriminin önemli derecede sağlandığı bildirilmiştir. *E. eugeniae* türü tarafından üretilen vermikompostun, *P.excavatus* ve *E.fetidatürleri* tarafından üretilen vermikompost ve komposta göre ağır metal gideriminde daha etkili olduğu bildirilmiştir.

Iwai ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada cassava küsbesi ve kabuğuna ilave edilen %5 oranında ham çamur 30 gün süre ile vermikompost işleme tabi tutmuşlardır. Araştırma sonucu, karışımlara eklenen solucanların %96 ile %100 oranında canlılıklarını sürdürdükleri ve Cr, Cu, Cd, Pb ve Hg gibi ağır metallerin miktarlarında önemli oranlarda azalma olduğunu belirtmişlerdir.

Suthar ve ark. (2014), yaptıkları çalışmada kağıt fabrikasının atık su arıtma çamurunda bulunan ağır metallerin inek gübresi ile toprak solucanları vasıtasıyla giderimi araştırılmıştır. Farklı oranlarda yapılan karışımlar 60 günlük inkübasyona tabi tutulduğu bildirilmiştir. Çalışma sonucunda; oransal olarak Cd (%32-37), Cr (%47.3-80.9), Cu (%68.8-88.4) ve Pb (%95.3-97.5) ağır metallerin miktarlarında azalma olduğu ve toplam-N, alınabilir P ve K seviyelerinde önemli derecede artış olduğu bildirilmiştir. En verimli giderim işlemi, arıtma çamuru: inek gübresi (2:1 ve/veya 3:1) karışımlarında meydana geldiği bildirilmiştir. Toprak solucanlarının dokularındaki metallerin birikimlerinin; kuru biyokütlerde Pb ( $8.81-9.69 \text{ mg kg}^{-1}$ ), Cd ( $2.31-2.71 \text{ mg kg}^{-1}$ ), Cr ( $20.7-35.9 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ve Cu ( $9.94-11.6 \text{ mg kg}^{-1}$ ) olduğu bildirilmiştir.

Suleiman ve ark. (2017), yaptıkları çalışmada toprak solucanları kentsel katı atık, talaş tozu ve bitkisel atıklar ile beslendiği bildirilmiştir. Bu beslenme sonucunda toprak solucanlarının bünyelerinde sırasıyla Cd>Co>Cu>Zn>Ni>Pb>Cr ağır metallerinin biriktiği bildirilmiştir. Vermikompostta bulunan ağır metal kontaminasyonu engellenmiş olduğu bildirilmiştir.

Sharma ve Garg (2018) yaptıkları çalışmada toprak solucanları tarafından pirin samanı ve kağıt atığının bitkilerin beslenmesinde kullanılabileceği araştırılmıştır. İnek gübresi ve pirinç samanı-kağıt atığı kullanılarak dokuz farklı hammadde üretildiği bildirilmiştir. Laboratuvar koşullarında toprak solucanları ile 105 günlük inkübasyona tabi tutulduğu bildirilmiştir. Araştırma sonuçları N, P, K içeriğinin vermikompostda daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

Zuo ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada atık çamurunun solucanlarının vermikompost haline dönüştürülmesi, kanalizasyon çamurunun çamur toprağına doğrudan uygulanmasından kaynaklanan ağır metal kirlenme riskini en aza indirmek için etkili olabileceği bildirilmiştir. Sonuçlar, vermikompost uygulamanın toprak kütle yoğunluğunu, tuzluluk ve pH'ı azalttığını topraktaki organik karbon, azot ve fosfor içeriğini artırdığını bildirmişlerdir. Arıtma çamurunda bulunan Cd, Cu, Ni, Pb ve Zn ağır metallerinin zararlı etkilerinden korunduğu bildirilmiştir. Vermikompostun, arıtma çamuru yerine etkili ve güvenli bir alternatif olabileceği bildirilmiştir.



### 3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Doğaya salınmış olan ağır metalleri bertaraf etmek çok zor ve pahalıdır. Topraklardaki metallerin etkisini yok etmek için kazma, katılaştırma, stabilizasyon, toprak yıkama, elektrokinetik, fitoremediasyon ve biyoremediasyon gibi çeşitli teknikler kullanılmaktadır. Biyoremediasyon yöntemi diğer yöntemlere göre kirlenmiş alanların temizlenmesinde en uygun yöntemlerden biridir. (Ceyhan ve Esmeray, 2012). Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda toprak solucanlarının ortamda bulunan ağır metalleri bünyelerinde biriktirdiği bilinmektedir. Toprak solucanlarının ağır metalleri dokularında biriktirmeleri yanı sıra, besin elementlerini bitkinin ihtiyaç duyduğu forma dönüştürme, bitkilerin gelişimini teşvik etme, toprağın fiziksel ve biyolojik özelliklerinin iyileştirilmesi nedeniyle, diğer arıtma teknolojilerine göre toprağa daha yararlı olduğu bilinmektedir.

Toprak solucanlarının genellikle ağır metal kirliliği bulunan materyallerin temizlenmesinde kullanılması biyoremediasyon için tam anlamıyla kullanılabilirliği düşünülmektedir. Toprak şartlarında solucanların hayat döngüleri sonun da topraktan nasıl uzaklaştırılacağı ve hayat döngüleri içerisinde tüm toprak ve iklim şartlarına adapte olma durumları incelenmelidir. Tüm bu soru işaretlerine rağmen biyolojik döngünün tamirinde gene biyolojik materyallerin kullanımı ve teşvik edilmesi önemsenmektedir. Bu sebepten ötürü konu ile ilgili yapılacak çalışmalara hız verilmeli ve konu ile ilgili araştırmalar desteklenmelidir.

### KAYNAKLAR

- Acar, Y.B., Gale, R.J., 1995. Electrokinetic remediation: basics and technology status, *Journal of Hazardous Materials*, 40, 117-137.
- Anonymous, 2020. Best Management Practices (BMP's) for Soil Treatment Technologies: Suggested Operational Guidelines to Prevent Cross-media Transfer of Contaminants During Clean-up Activities. <https://nepis.epa.gov> (Erişim Tarihi: 26.02.2020).
- Beguer, T., Dai, J., Cecile, Q., Lavelle, P., 2005. Sources of bioavailable trace metals for earthworms from a Zn-, Pb- and Cd-contaminated soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 37(8), 1564-1568.
- Ceyhan, N., Esmeray, E., 2012. Petrol Kirliliği ve Biyoremediasyon. *Türk Bilimsel Derleme Dergisi*, 5(1), 95-101.
- Conner, J.R., 1990. *Chemical Fixation and Solidification of Hazardous Wastes*, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Doube, M., Brown, G., 1998. Life in A Complex Community Functional Interactions between Earthworms, Organic Matter, Microorganisms, and Plants. CRC Press, Edwards, C.A. (Ed.) 179-211.
- Giovanetti, A., Fesenko, S., Cozzella, M.L., Asencio, L.D., Sansone, U., 2010. Bioaccumulation and biological effects in the earthworm *Eisenia fetida* exposed to natural and depleted uranium. *Journal of Environmental Radioactivity* 101(6), 509-516.
- Glass, D.J., 1999. Economic potential of phytoremediation, *Phytoremediation of Toxic Metals: Using Plants to Clean Up the Environment*, (Raskin I., Ensley B.D., Eds.), John Wiley& Sons, New York, ss.15-31.
- Hepşen Türkay, F.Ş., 2010. Fındık Zurufu Ve Arıtma Çamurunun Solucanlarla Kompostlanması ve Elde Edilen Vermikompostun Sera ve Tarla Koşullarında Toprakların Biyolojik Özelliklerinde Meydana Getirdiği Etkilerin Belirlenmesi. OMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Samsun, 166s.
- Hobbelen, P.H.F., Koolhass, J. E., Gestel, C.A., 2006. Bioaccumulation of heavy metals in the earthworms *L. Rubellus* and *A. caliginosa* in relation to total and available metal concentrations in field soils. *Environmental Pollution* 144, 639-646.
- Iwai, C.B., Ta-Oun, M., Chuasavatee, T., Boonyotha, P., 2013. Management of municipal sewage sludge by vermicomposting technology: Converting a waste into a bio fertilizer for agriculture. *International Journal of Environmental and Rural Development*, 4(1), 169-174.

- Karaca, A., Çetin, S.C., Turgay, O.C., Kizilkaya, R., 2010a. Effects of heavy metals on soil enzyme activities. In: Soil Heavy Metals, Soil Biology, I. Sheremati and A. Varma (Eds), Vol. 19., Springer Verlag Berlin Heidelberg, p. 237-267.
- Karaca, A., Kizilkaya, R., Turgay, O.C., Cetin, S.C., 2010b. Effects of earthworms on the availability and removal of heavy metals in soil. In: Soil Heavy Metals, Soil Biology, I. Sheremati and A. Varma (Eds.), Vol. 19., Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, p. 369-388.
- Kızılakaya, R., 2004. Cu and Zn accumulation in earthworm *L. Terrestris* L. in sewage sludge amended soil and fractions of Cu and Zn in casts and surrounding soil. Ecological Engineering, 22, 141-151.
- Kızılakaya, R., 2005. The role of different organic wastes on zinc bioaccumulation by earthworm *Lumbricus Terrestris* L. (Oligochaeta) in successive Zn added soil. Ecological Engineering, 25, 322-331.
- Kızılakaya, R., Aşkın, T., Bayraklı, B., Sağlam, M., 2004. Microbiological characteristics of soils contaminated with heavy metals. European Journal of Soil Biology, 40, 95-102.
- Kizilkaya, R., Askin, T., 2002. Influence of cadmium fractions on microbiological properties in Bafra plain soils. Archives of Agronomy and Soil Science 48,263-272.
- Li, L., Xu, Z., Wu, J., Tian, G., 2010. Bioaccumulation of heavy metals in the earthworm *Eisenia fetida* in relation to bioavailable metal concentrations in pig manure. Bioresource Technology, 101, 3430-3436.
- Liu, F., Zhu, P., Xue, J., 2012. Comparative study on physical and chemical characteristics of sludge vermicomposted by *Eisenia Fetida*. Procedia Environmental Sciences, 16, 418-423.
- Mulligan, C.N., Yong, R.N., Gibbs, B.F., 2001. Remediation technologies for metal-contaminated soils and groundwater: An evaluation, Engineering Geology, 60, 193-207.
- Pattnaik, S., Reddy, M.V., 2012. Remediation of heavy metals from urban waste by vermicomposting using earthworms: *Eudrilus eugeniae*, *Eisenia fetida* and *Perionyx excavatus*. International Journal of Environment and Waste Management, 10(2), 284-296.
- Ruiz, E., Rodríguez, L., Alonso-Azcárate, J., 2009. Effects of earthworms on metal uptake of heavy metals from polluted mine soils by different crop plants. Chemosphere, 75, 1035-1041.
- Shahmansouri, M.R., Pourmoghadas, H., Parvaresh, A.R. and Alidadi, H., 2005. Heavy metals bioaccumulation by Iranian and Australian earthworms (*Eisenia fetida*) in the sewage sludge vermicomposting Iranian Journal Environmental Health Science Engineering, 2(1), 28-32.
- Sharma, K., Garg, V.K., 2018. Comparative analysis of vermicompost quality produced from rice straw and paper waste employing earthworm *Eisenia fetida* (Sav.) Bioresour. Technol., 250, pp. 708-715.
- Shaymaa, M., Ahmed, H., Norli, I., Morad, N., Mahamad Hakimi, I., 2010. Removal of Aluminium, Lead and Nickel From Industrial Sludge Via Vermicomposting Process. World Applied Sciences Journal, 10(11), 1296-1305.
- Suleiman, H., Rorat, A., Grobelak, A., Grosser, A., Milczarek, M., Płytycz, B., Kacprzak, M., Vandembulcke, F., 2017. Determination of the performance of vermicomposting process applied to sewage sludge by monitoring of the compost quality and immune responses in three earthworm species: *Eisenia fetida*, *Eisenia andrei* and *Dendrobaena veneta*. Bioresource Technology, 241, 103-112
- Suthar, S., Sajwan, P., Kumar, K. 2014. Vermiremediation of heavy metals in wastewater sludge from paper and pulp industry using earthworm *Eisenia Fetida*. Ecotoxicology and Environmental Safety, 109, 177-184.
- Ünlü, K., 1998. Toprak Kirliliği: Özellikleri, kontrolü ve temizlenmesi, Çevre ve Mühendis, 16, 20-29.
- Vijver, M.G., Vink, J.P.M., Miermans, C.J.H., Gestel, C.A.M., 2007. Metal accumulation in earthworms inhabiting flood plain soils. Environmental Pollution, 148, 132-140.
- Zuo, W., Xu, K., Zhang, W., 2019. Heavy metal distribution and uptake by maize in a mudflat soil amended by vermicompost derived from sewage sludge. Environ. Sci. Pollut. Res., 26, 30154-30166.