



ETOXEC

Environmental Toxicology and Ecology

© Environmental Toxicology and Ecology,
2023, Vol. 3 (1).



Environmental Toxicology and Ecology

April 2023, Vol. 3 (1)

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief

Assoc. Prof. Dr. Ahmet Ali BERBER

Typesetting and Layout

Asist. Prof. Dr. İbrahim UYSAL

Editors

Prof. Dr. Hüseyin AKSOY
Prof. Dr. Ali UZUN
Prof. Dr. Selami SELVİ
Prof. Dr. Şerife Gülsün KIRANKAYA
Assoc. Prof. Dr. Sibel MENTEŞE
Assoc. Prof. Dr. Nihat Hakan AKYOL
Asist. Prof. Dr. Nurcan BERBER
Asist. Prof. Dr. Pınar ÇAM İCİK
Asist. Prof. Dr. Cansu AKBULUT
Asist. Prof. Dr. Muammer KURNAZ

Statistic Editor

Temel ERTUĞRAL

Publisher

Ekoloji ve Ekotoksikoloji Derneği



CONTENS

RESEARCH ARTICLES

Yumurta Kabuğu Tozuna Emdirilmiş Bitkisel Kökenli Bazı Yağların Pirinç biti, *Sitophilus oryzae* (Coleoptera:Curculionidae) Üzerine Etkisi..... 1-10

Sıla SAĞLAM , Zeynep UZUN, Candan GENİŞ

The Effects of Salinity on Germination and Seedling Growth of Some Canola Varieties 11-21

Ali İrfan İLBAŞ, Ubah Yakub OSMAN

Spatial Distribution of the Geogenic Radon Gas in Soils Near a Small Town and a Prospective Uranium Mine, Western Black Hills, Wyoming, USA..... 22-30

Ümit YILDIZ

Edirne İlinde Sebze Yetiştirilen Alanlarda Tespit Edilen Bazı Akar (Acari) Türleri 31-44

Nihal KILIÇ, Seçil KUTLU ÇELİK

Yumurta Kabuğu Tozuna Emdirilmiş Bitkisel Kökenli Bazı Yağların Pirinç biti, *Sitophilus oryzae* (Coleoptera:Curculionidae) Üzerine Etkisi

Sıla SAĞLAM¹ , Zeynep UZUN¹ , Candan GENİŞ^{1*} 

Article Info

*Corresponding author:

e-mail: candangenis@gmail.com

Institution: ¹ Tekirdag Şehit Mehmet Şengül Ortaokulu, Tekirdağ / Türkiye

Article history

Received: 15/09/2022

Accepted: February 15/10/2022

Available online: 30/04/2023

Anahtar Kelimeler:

Yumurta kabuğu tozu, Uçucu yağ, Doğal insektisit, Pirinç biti

Keywords:

Egg shell dust, Essential oil, Natural insecticide, Rice weevil

How to Cite: S. Sağlam, Z. Uzun, C. Geniş.

"Yumurta Kabuğu Tozuna Emdirilmiş Bitkisel Kökenli Bazı Yağların Pirinç biti, *Sitophilus oryzae* (Coleoptera:Curculionidae) üzerine etkisi", *Environmental Toxicology and Ecology*, c. 3, sayı. 1, ss. 1-10., 2023.

ÖZET

İnsan beslenmesinde mükemmel besin olan yumurta sağlıklı beslenme için çok önemli bir gıda maddesidir. Anne sütünden sonra insanın ihtiyacı olan tüm besin öğelerini bulandıran tek besin kaynağıdır. Dünya yumurta üretimi 2020, FAO verilerine göre 86 milyon ton olup, Çin % 34,6 ile dünyanın en büyük yumurta üreticisi konumundadır ve Türkiye ise %1,3 oran ile dünya tavuk yumurtası üretiminde 11. sırada yer almaktadır. Kullanılan yumurta kabukları geri dönüştürülmeden çöpe atılmaktadır. Bu çalışmada toz yumurta kabuğuna bitkisel kökenli yağlar emdirilerek, Pirinç biti *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae)'ne karşı toksisitesi araştırılmıştır. Bu amaçla kekik (KekYum), sarımsak (SarYum), lavanta (LavYum) ve tarçın (TarYum) yağları yumurta kabuğu tozu ile karıştırılmıştır. Denemeler 15 ergin böcek ile 3 tekrarlı olarak, 25° C sıcaklık ve %65 nem içeren laboratuvar koşullarında yürütülmüştür. Araştırma sonucunda aynı dozdaki etkinlik sıralaması tarçın> sarımsak> lavanta >kekik olarak belirlenmiştir. Ele alınan tüm yağlar 3. gün sonunda böceklerin %93-100'ünü öldürdüğü belirlenmiştir. Uygulama sonrası yapılan tat ve aroma tadım testleri ve tüketici anketi ile pirinçte bıraktığı etki değerlendirilmiştir. Özellikle TarYum uygulanmış pirinç pilavı, lezzetli bulunmuş ve TarYum depolanmış ürünlerin korunmasında ticari potansiyeli olduğu belirlenmiştir.

Efficacy of Essential Oils Combined with Egg Shell Dust on Rice weevil, *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae)

ABSTRACT

Egg, which is an excellent food in human nutrition, is one of the most basic foodstuffs for a healthy diet. It contains all the nutrients from the egg after the breast milk. World egg production has reached 86 million tons in 2020. China is the largest with 34% and Turkey, ranks 11th in the world for chicken eggs with 1.3%. Used egg shells are thrown away without recycling. In this study, dust egg shells were combined with essential oils and investigate toxicity against rice weevil, *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). In this aim, thyme (KekYum), garlic (SarYum), lavender (LavYum) and cinnamon (TarYum) essential oils were mixed up with egg shell dusts. Experiments were carried out under 25±1°C temperature, 65±5% relative humidity and dark laboratory conditions with 3 replications, each replications included that 15 adult insects. Efficacy of egg shell dust combined with essential oils were cinnamon> garlic> lavender> thyme, respectively in same concentration.

All essential oils were determined to kill 93-100% of insects after 3 days application. After the application, the taste and aroma left by the essential oils in the rice were evaluated with taste tests and consumer surveys. Especially, TarYum applied rice pilaf was found delicious by consumers and TarYum determined that it can be commercial potential as a natural insecticide product for stored product protection.

1. GİRİŞ

Dünyada hızla artan nüfus önemli sorunları ortaya çıkardığı bilinmektedir. Artan nüfusa yeterli ve dengeli beslenebileceği kaynakların sağlanması günümüzün önemli sorunlarından biridir. Temel besin ihtiyaçlarının karşılanmasında bitkisel proteinler önde gelmektedir. Bitkisel proteinlerin en önemlisi ise tahıllardır ve insan beslenmesinde büyük bir yer kaplamaktadır. Türkiye’de tahıl ürünleri üretim miktarları 2021 yılında bir önceki yıla göre %14,3 oranında azalarak yaklaşık 31,9 milyon ton olarak gerçekleşmiştir [1]. Bu oransal düşüş tahılların saklanması ve korunmasındaki önemi artırmıştır. Tahılların kısa zamanda tüketilememesi sebebiyle, uygun koşullarda kayıplara uğramadan depolanması gerekir. Depolanmış ürünlerde en önemli kayıp hayvansal kökenli organizmalar tarafından yapılmaktadır. Depolanmış ürün zararlıları ürünü yiyerek, tohumların çimlenme kabiliyetini azaltarak veya yok ederek ürüne vücut kalıntılarını, pisliklerini, salgılamış oldukları ağ ve benzeri maddeleri bırakarak kalitesinin ve ticari değerinin düşmesine neden olurlar [2]. Zararlılarla mücadelede tarihsel süreç göz önüne alındığında, bitkilerden elde edilen özütlerin kullanımı oldukça eski bir uygulama yöntemi olmasına rağmen, zamanla yerini uygulama kolaylığı olan kimyasallara bırakmıştır. Günümüzde tarım ilaçlarının kullanımı ekolojik dengeyi bozarak doğal hayatı ve insan sağlığını tehdit eder hale gelmiştir. Sentetik pestisitlerin yol açtığı olumsuz etkiler üzerine yapılan çalışmalarda, pestisitlerin hedef zararlılarda direnç geliştirdiğini, hedef olmayan canlıları etkilediğini, çevrede ve tarım ürünlerinde kalıntı bıraktığını göstermektedir. Bu durumda tarımsal alanda alternatif mücadele arayışı hızlanmış ve bitkisel kökenli bileşiklerin önemini artırmaktadır [3].

Başlıca bitkisel kökenli insektisitler Azadirachtin, Pyrethrum, Rotenon, Nicotin, Ryania, Sabadilla, Quassia [4] şeklindedir. Bitkisel kökenli insektisit olarak üzerinde en çok çalışılan tesbih ağacı, Azadirachta indica bitkisi olduğunu bildirmiştir [5-6]. Azadirachta indica, yaprak veya kabuklarının kurutulmasıyla, meyve veya tohumdan terpenoid yapıda olan azadirachtin ekstrakte edilerek, tohum veya tohum kabuğundan elde edilen yağ gibi çeşitli şekillerde zararlılarla mücadelede kullanılmaktadır [7]. Kimyon, anason ve okaliptüs yağı, yaprak biti, Aphis gossypii Glover’ye, sarımsak yağı depo zararlısı Khapra böceği, Trogoderna granarium Everts.’a etkili olduğu bulunmuştur [8]. Sarımsak (*Allium sativum* L.) ekstraktının böcekler için etkili bir repellent (uzaklaştırıcı) olduğu uzun yıllardır bilinmektedir. Sarımsağı Nohut tohum böceği (*Callosobruchus maculatus* F.), Pirinç biti (*Sitophilus oryzae* L.), Buğday biti, (*Sitophilus granarius* L.), Değirmen güvesi (*Ephestia kuehniella* Zeller) ve Kuru meyve güvesi (*Plodia interpunctella* Hübner) karşı etkili olduğunu [9]ayrıca lahanaya ve marul zararlılarından *Plutella xylostella* L., *Trichoplusia ni* Hübner ve *Pieris rapae* L.’in zararını önemli ölçüde azalttığını belirtmişlerdir [10].

Yumurta insan beslenmesinde mükemmel bir gıda olup, anne sütünden sonra insanın ihtiyacı olan tüm besin öğelerini bulunduran tek besin kaynağıdır. Ülkemiz yumurta ihracatında %11,8 oranıyla, Hollanda’dan sonra 2. ülke konumundadır [11]. 2019 yılı Dünya Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre 1,2 milyon ton yumurta üretilmiş ve 275 bin ton yumurta yurt dışına satılmıştır [12]. Bu da yaklaşık 1 milyon ton yumurtanın ülkemizde tüketildiği anlamına gelmektedir. Yapılan araştırmalara göre bir yumurtanın %10’unun kabuk olduğu belirlenmiştir [13]. Bir milyon ton yumurtadan 100 bin ton yumurta

kabuğu atık olarak ortaya çıkmaktadır. Son yıllarda atık yumurta kabuğunun değerlendirilmesi bakımından kalsiyum tableti yapılması, yumurta zarından hap üretilmesi, kompozit malzeme katkısı ve yumurta kabuğu gibi doğal maddelerden buzdolabı parçaları yapımı şeklinde değerlendirilmektedir.

Hasat sonrasında ürünlerin korunması oldukça önemlidir. Ülkemizde pirinç biti en yaygın görülen depolanmış ürün zararlılarından. Bu çalışma kapsamında, bitkisel kökenli yağlar doğal bir madde olan yumurta kabuğu tozuna emdirilerek, doğal taşıyıcı materyal olarak kullanılması amaçlanmıştır. Böylece depolanan ürünlere daha kolay karıştırılması ve ürünlerin böceklerden korunması hedeflemiştir. Bu amaçla dört adet bitkisel kökenli uçucu yağ yumurta kabuğu tozuna emdirilmiştir. Bu toz pirince karıştırılarak, önemli bir depo zararlısı olan Pirinç biti, *S. oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) ile mücadele olanağı araştırılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma kapsamında yumurta kabuğu, pirinç, pirinç biti, bitkisel kökenli uçucu yağlar materyal olarak kullanılmıştır.

2.1. Yumurta kabuğu eldesi

Atık yumurta kabukları biriktirilmiş ve yıkanarak temizlenmiştir. Yıkanan yumurta kabukları bir tencere içerisinde 10 dakika kaynatılarak steril hale getirilmiştir. Daha sonra 50 °C sıcaklığa ayarlanmış fırında 30 dakika kurutulmuş ve blender (Arzum AR146, Türkiye) ile parçalanarak toz haline getirilmiştir. Elde edilen toz 63 mikron aralığındaki laboratuvar eleğinden (Retsch GmbH, Germany) elenerek yumurta kabuğu tozu elde edilmiştir.

2.2. Böcek üretimi

Denemelerde kullanılacak böcek kültürü üretiminde 1 litrelik kavanozların yarısına kadar buğday ve içine 200-300 adet karışık cinsiyette Pirinç biti, *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) konmuştur. Böcekler 1 hafta sonra kavanozdan elenerek çıkarılmıştır. Böcek kültürünün oluşturulmasına bu şekilde devam edilmiştir ve yaklaşık 30 gün sonra yeni çıkan böcekler ile denemeler yürütülmüştür. Denemelerde pirinç bitinin 7 -14 günlük karışık cinsiyette erginleri kullanılmıştır.

2.3. Denemelerde kullanılan pirinç

Denemelerde %13-14 nem oranına sahip Osmani cinsi pirinç kullanılmıştır. Pirinç olası böcek bulaşıklığı için -18 derecede, 3 gün bekletilmiş ve steril hale getirilmiştir.

2.4. Bitkisel kökenli uçucu yağlar

Bitkisel kökenli yağ olarak kekik, tarçın, sarımsak yağları (ATL Essential Oil Co.-Canada) ve lavanta yağı (Tr-Lavanta Ltd.,Kırklareli, Türkiye) kullanılmış ve yağlar +4 °C buzdolabı koşullarında saklanmıştır.

2.5. Dozlar ve karışım hazırlama

Kekik, tarçın, sarımsak ve lavanta yağlarından 0,5 ml yağ şırınga ile çekilerek 5 gram yumurta kabuğu tozuna emdirilmiş ve toz kaşık yardımıyla karıştırılarak 24 saat bekletilmiştir. Bu şekilde Kekik yağı + yumurta kabuğu tozu- **KekYum**, Tarçın yağı + yumurta kabuğu tozu- **TarYum**, Sarımsak yağı + yumurta

kabuğu tozu- **SarYum**, Lavanta yağı + yumurta kabuğu tozu-**LavYum** olarak isimlendirilmiştir. 125 gram pirinç tartılarak 1 litrelik cam kavanozlara konulmuş ve yumurta kabuğu tozuna emdirilmiş bitkisel yağlarla elde edilen KekYum, TarYum, SarYum, LavYum karışımları, ele alınan dozlardaki tozu tartılarak kavanozlar içine konmuştur. Kavanoz elle 3 dakika sallanarak tozların pirinçle iyice karışması sağlanmıştır. Ön denemelerde tüm karışımlar için 2.5 ve 5 g/kg dozunda uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu dozlarda yüksek etki gösterdiği belirlenen Taryum ve Saryum karışımlarında 0.75 ve 1.5 g/kg dozları da ilave edilmiştir. 25'şer gramlık 100 cc hacminde, 3 ayrı küçük kavanoza aktarılmış ve içerisine 15 adet Pirinç biti erginleri yumuşak uçlu fırça ile aktarılmış ve böceklerin hava alması için kavanozun ağız kısmına tül geçirilerek lastik yardımıyla sabitlenmiştir. Denemelerde, 25 g toz uygulaması yapılmış pirinç bulunan kavanozlarda, 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Toz uygulamasından 1, 3, 5, 7 gün sonra ölü-canlı böcek sayımları gerçekleştirilmiştir ve 5 kavanozda kontrol olarak bırakılmıştır.

2.6. Tadım denemeleri ve anket çalışması

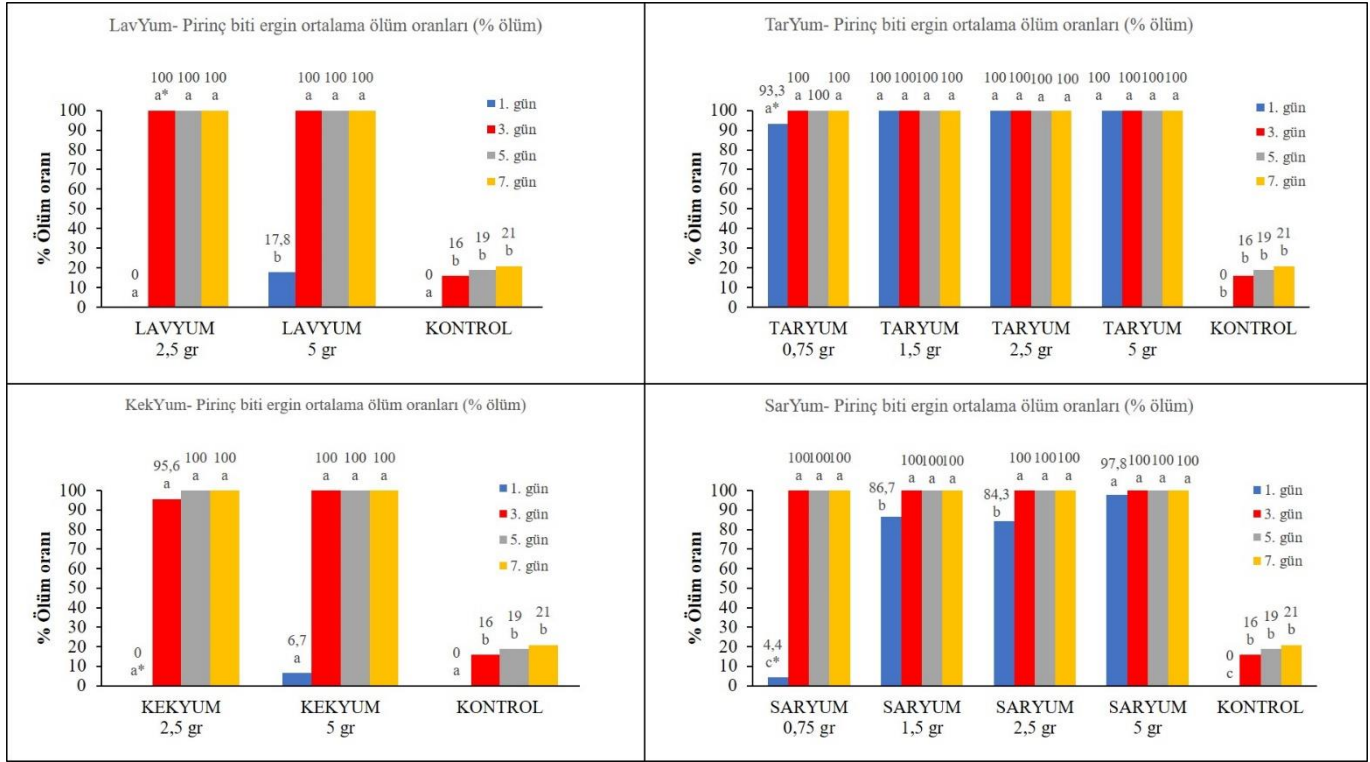
Bir litrelik kavanozlara konan ve toz uygulaması yapılan 125 g pirinç, 25 gramlık 3 ayrı deneme kavanozuna aktarılmış ve böcek denemeleri yürütülmüştür. Geriye kalan 50 gram pirinç denemelerin sonlandırılmasının ardından ayrı ayrı paketlenmiştir. Pişirmede her bir pakette yer alan pirinç ayrı ayrı kaselerde ılık suda 5 dakika bekletilmiş ve ayrı ayrı kaplarda sade pilav olarak pişirilmiştir. Pilavlar 15 dakika kadar dinlendirilmiştir ve tadım denemeleri için dozlara ve kullanılan yağlara göre renkli etiketlerle numaralandırılarak 30 ml hacmindeki plastik kaplara paylaştırılmıştır. 4 yağ, 12 doz, 1 kontrolden oluşan toplam 13 doz için ayrı ayrı pilav tadım setleri oluşturulmuştur. Bu pilav setleri konu hakkında bilgisi olmayan, sınıf öğretmeni ve öğrencilere uygulanmıştır. İki kısa anket sorusu olarak "Tat ve kokuda fark var mı?" ve "Lezzetli buldunuz mu?" soruları yöneltilmiş. Cevaplar Google formlar aracılığıyla toplanmıştır.

2.7. Verilerin Analizi

Yumurta kabuğuna emdirilmiş uçucu yağlardan elde edilen KekYum, TarYum, SarYum, LavYum' a ait yüzde ölüm verilerinin değerlendirilmesi Excel programı kullanılarak her bir doza ait ortalama ölüm oranları hesaplanmıştır. Ortamalar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde SPSS 19 veri analiz programı [14] kullanılarak, tek yönlü varyans analizi yapılmış ve farklılıkların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır.

3. BULGULAR

Çalışma kapsamında yumurta kabuğu tozu yağların taşıyıcı materyali olarak kullanılmıştır. Böylece yağların ürünlere daha kolay ve homojen karıştırılması sağlanmıştır. Yumurta kabuğu tozunun doğrudan böcek öldürücü özelliği olmamakla birlikte içerdiği yağ ile böcekleri hem böceğe değme (kontakt) hem de böceğin gazı soluması (fumigant) yoluyla etkilediği belirlenmiştir. Önemli bir depo zararlısı olan Pirinç biti üzerinde yürütülen denemelerden önemli bulgular elde edilmiştir. Yumurta kabuğu tozuna emdirilerek hazırlanan Kekik, Tarçın, Sarımsak ve Lavanta yağlarının hepsi kısa ve çok kısa sürelerde yüksek etki gösterdiği belirlenmiştir. Deneme yapılan kavanozların ağız havalanmayı sağlayacak şekilde ince tül ile kapatılmasına rağmen yüksek öldürücü etki ile kontrol grubuna istatistiksel olarak da sonuçlar önemli bulunmuştur. Ele alınan bitkisel yağlara göre elde edilen sonuçlar ve istatistiksel değerlendirme Şekil 1'de gösterilmektedir.



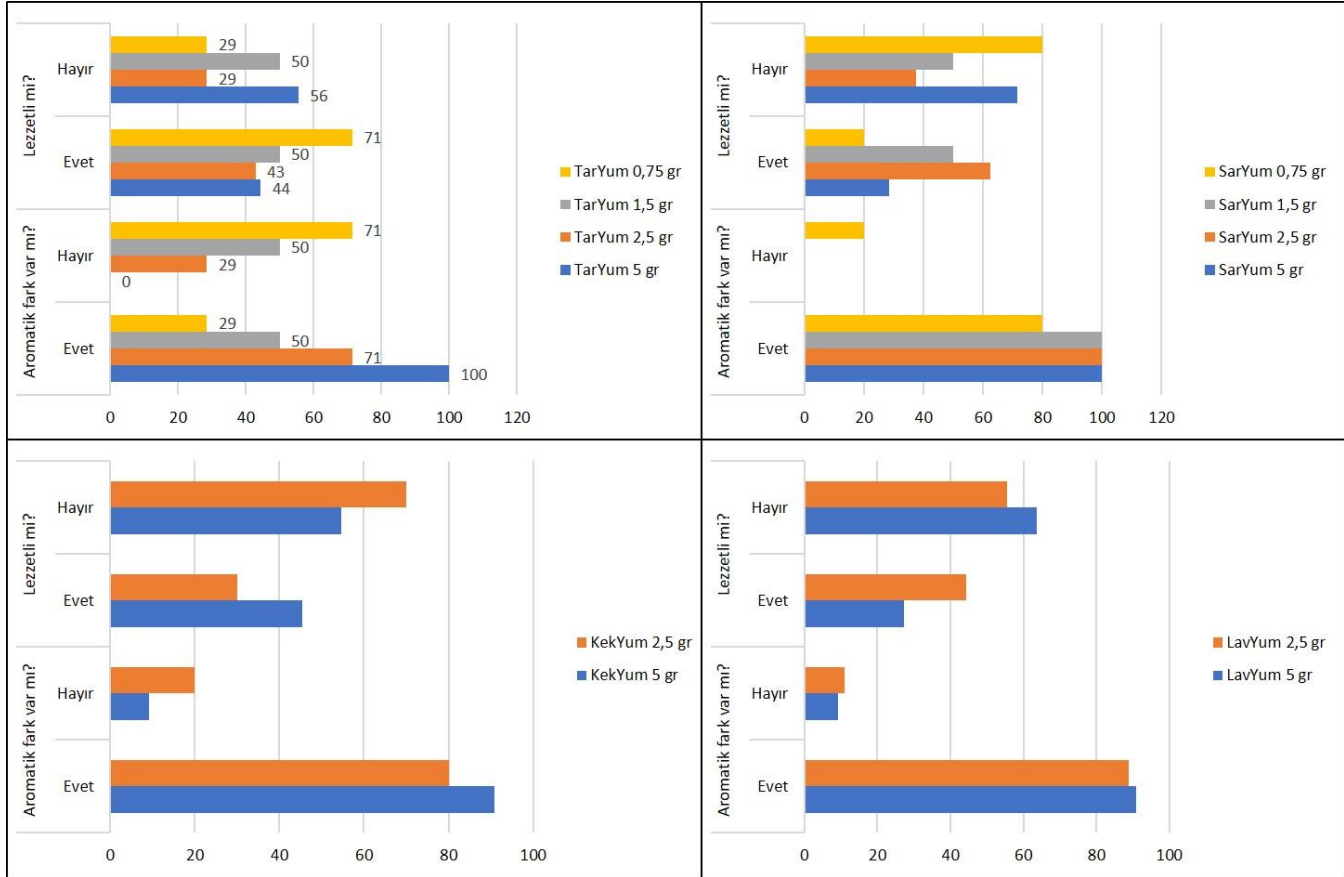
Şekil 1. Yumurta kabuğuna emdirilmiş uçucu yağların dozlara göre ortalama ölüm oranları (*Günler kıyaslanarak yapılan Duncan testine göre aynı küçük harfler arasında istatistiksel olarak fark yoktur $p < 0,005$).

Kekik kullanılarak hazırlanan toz haldeki KekYum, 2,5 g/kg dozunda 1. gün sonunda herhangi bir ölüme neden olmadığı, 5 g/kg dozda ise ortalama % 6.7 oranında öldürücü etki gösterdiği belirlenmiştir. Ancak her iki doz uygulamanın 3. gününde %95-100 arasında ölüme neden olmuştur. Lavanta kullanılarak hazırlanan toz haldeki LavYum, 2,5 g/kg dozunda 1. gün sonunda herhangi bir ölüme neden olmadığı, 5 g/kg dozda ise ortalama %17.8 oranında öldürücü etki gösterdiği belirlenmiştir. Ancak her iki doz uygulamanın 3. gününde % 100 ölüme ulaşılmış ve tüm böceklerin öldüğü belirlenmiştir. Sarımsak kullanılarak hazırlanan toz haldeki SarYum, kekik ve lavanta için kullanılan dozlar ile kıyaslandığında yüksek etki göstermiştir. SarYum, kekik ve lavantaya göre 1.günde bile yüksek etki göstermiş olup, bu etki böceklerin ortalama % 84 - %98 arasında ölümüne neden olmuştur. Aynı dozda 3. günde %100 ölüme neden olmuştur. Bu yüksek etki nedeniyle iki ayrı alt doz ele alınmış bu dozlardan en düşüğü olan 0.75 g/kg dozda 1. günde % 4 oranında ölüme, 3. günde ise % 87 ölüme neden olarak düşük dozlarda bile çok yüksek etki sağlamıştır. Tarçın kullanılarak hazırlanan toz haldeki TarYum ele alınan tüm dozlarda yüksek etki göstermiştir. Özellikle tarçın, kekik ve lavanta ile kıyaslandığında aynı dozlarda 1.günde bile %100 ölüme neden olmuştur. Bu yüksek etki nedeniyle iki ayrı alt doz ele alınmış bu dozlardan en düşüğü olan 0.75 g/kg dozda 1. günde %93 ölüm, 3. günde ise %100 ölüme neden olarak düşük dozlarda bile çok yüksek etki göstermiştir (Şekil 1). Denemeler sonucunda ele alına yağların pirinç biti üzerinde öldürücü etkisi olduğu ve tarçın ile sarımsağın diğer iki bitkisel kökenli uçucu yağa göre düşük dozlarda bile yüksek etki gösterdiği belirlenmiştir.

3.1. Tadım denemesi sonuçları ve değerlendirilmesi

Yumurta kabuğuna bitkisel kökenli yağ emdirilerek pirinç içine eklenen kekik, lavanta, tarçın ve sarımsağın pirinç üzerindeki tat ve aroması Google formlar kullanılarak değerlendirilmiştir. Yumurta kabuğuna emdirilerek yağ uygulaması yapılmış pirinç, emdirilmiş olan yağı pişirme sonrasında da az ya da çok oranda

varlığını koruduğu belirlenmiştir. Özellikle ele alınan yüksek dozlarda aromatik kokunun daha yüksek oranda hissedildiği görülmektedir. Özellikle sarımsak içeren SarYum, en fazla hissedilen yağ uygulaması olmuştur. En ilginç sonuç TarYum, uygulamasında doz düştükçe tarçın aromasının da düştüğü ve daha az hissedildiği belirlenmiştir. Materyal metod kısmında belirtildiği şekilde sadece su ile pişirilen pilavların tadım anket sonuçları Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Tadım testleri anket sonuçları

Lezzet yönünden kıyaslandığında TarYum uygulaması dışındaki uygulamalarda lezzetin beğenilmediği veriler elde edilmiştir. En yüksek oran LavYum uygulamasında daha fazla olduğu görülmektedir. Ancak TarYum uygulanan pirincin pişirilmesiyle elde edilen pilavın ortalama % 52 oranında lezzetli olduğu belirlenmiştir. En düşük uygulama olan 0,75 g/kg dozda lezzet % 71 oranında lezzetli bulunmuştur (Şekil 2).

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Eski çağlardan beri bitkilerin böcekleri çekici, uzaklaştırıcı ve öldürücü etki gösterdiği bilinmektedir. Özellikle gıda ürünlerini uzun süre böceklenmeden saklanması için bitkilerin parçaları, tozları ürünlere karıştırılarak kullanılmıştır. Bitkilerin insan sağlığı açısından zehirli olmayanlar ve tedavi edici özellikte olanlar bulunmaktadır. Bu çalışmada günlük hayatta kullandığımız yağlar ele alınmıştır. Yumurta kabuğu, kalsiyum karbonattan oluşan emici yapısıyla, bitkisel kökenli olan bu uçucu yağların ürünlere homojen olarak dağıtılmasında taşıyıcı görev üstlenmiştir. Pek çok araştırıcı yağların böcekler üzerinde kontakt ve

fumigant yolla öldürdüğünü belirlemiştir. Bu açıdan depolanmış ürün zararlısı böcek türleri üzerinde pek çok çalışma yapılmıştır. Eun et al. [15], Kore’de yetişen baharat ve tıbbi bitkilerinden ekstrakte edilen 16 uçucu yağın denemelerimizde de kullandığımız pirinç biti, *S. oryzae*’ye karşı fumigant etkisini test etmişler ve en yüksek fumigant toksisiteyi ($LC_{50}=45.5 \mu\text{l/l}$) nane (*Mentha arvensis* L var. *piperascens*) bitkisinden elde ettikleri uçucu yağın gösterdiğini bildirmişlerdir. Pascual-Villalobos [16], kimyon, kişniş otu, fesleğen ve papatya bitkilerinden elde edilen uçucu yağların 2, 20 ve 50 $\mu\text{l/l}$ dozlarının *C. maculatus* ve buğday biti, *Sitophilus granarius* L.’a karşı olan insektisit etkisini araştırmıştır. Araştırma sonunda, kimyonu uçucu yağının, 20 $\mu\text{l/l}$ dozunun nohut tohum böceği, *C. maculatus*’un % 100 ölümüne ve 2 $\mu\text{l/l}$ dozunun ise % 60’ının ölümüne sebep olduğunu, aynı uçucu yağın uygulanan 25 μl dozunun ise *S. granarius* erginlerinin % 68’ini öldürdüğünü tespit etmiştir. Ho et al. [17], sarımsak uçucu yağını filtre kağıdına emdirerek, Mısır biti, *Sitophilus zeamais* yumurta larva ve erginlerine karşı yaptıkları etkinlik denemelerinde yumurtanın en hassas, larvanın en dayanıklı olduğu ve çalışmamıza benzer şekilde erginlerin 24 saat içerisinde öldüğü ($KD_{95}=11,54 \text{ mg/cm}^2$) belirlenmiştir. Devi and Devi [18] yaptıkları çalışmada tarçın, anason, rezene, kimyon tozunu 1000 ppm dozda pirinç bitine uygulamış ve 14 gün sonra yapılan sayımlarda, pirinç biti erginlerine karşı sırasıyla % 89.8, 89.7, 83.6, 76.6 ve 68.3 öldürücü etki gösterdiğini belirlemiştir.

Bitkisel kökenli yağların çoğunlukla böceklerde sinir sistemi üzerinde etkili olduğu [19], büyüme ve gelişmenin yanı sıra, sindirim enzimlerini blokladığı [20] belirlenmiştir. Bitkilerden elde edilen uçucu yağlar pek çok depolanmış ürün zararlısının kontrolünde etkili olmaktadır [21]. Bitkisel kökenli yağların, sentetik kimyasallara göre çevre dostu olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur [22]. Ayrıca bu yağların organik ürünlerin ve tohumların korunmasında kullanılması mümkündür [23]. Fumigant etki ile böcekleri öldüren bu yağların, doğal yumurta kabuğu tozuna emdirilerek depolanan tahıl ürünlerinin korunabileceği ilk kez bu çalışma ile ortaya konmuştur. Elde edilen sonuçlar kekik, lavanta, sarımsak ve tarçın yağlarının yumurta kabuğu ile karışımlarının etkinliklerinde 1. günde farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Ancak bu farklılıkların 3.günde % 100 ölüme ulaşması ile yüksek etki gösterdiği ortaya konmuştur. Yumurta kabuğuna emdirilerek yapılan uygulamaların kilogram bazında doğru dozda, kolay kullanım avantajı da sağlamaktadır.

Kullanılan bu bitkisel kökenli yağların üründe bıraktıkları koku da özellikle tüketici açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma ile tarçın dışındaki diğer uygulamaların tüketici tarafından lezzetli bulunmadığı belirlenmiştir. Bu kokuların özellikle doz artış ve azalışına bağlı olarak hissedilmenin artıp azaldığı belirlenmiştir. Sarımsak yağı içeren SarYum uygulanmış pirinçten pişirilen pilav içerisinde ele alınan en düşük dozda bile en çok hissedilen yağ olmuştur. Tarçın’dan elde edilen TarYum’un hem yüksek böcek öldürücü etkisi olduğu, hem de lezzet yönünden tercih edilebilir olduğu ortaya konmuştur. Bitkisel kökenli yağların yumurta kabuğuna emdirilmesiyle, yumurta kabuğunun geri dönüşüme katkı sağlamasının yanı sıra çevre koruyucu ticari potansiyeli olan bir uygulama olduğu belirlenmiştir. Bundan sonraki çalışmalarda yumurta kabuğu ile daha düşük dozlarda uygulamaların etkinliğinin ortaya konması, ürün paketlerine uygulanması ve ayrıca kitlesel olarak gerçek depo koşullarında çalışmaların yapılarak büyük depolarda kullanımının araştırması gerekmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma 2022 yılı, 1689B012270425 numaralı TÜBİTAK 2204-B Ortaokul Öğrencileri Araştırma Projeleri Yarışması, İstanbul Avrupa Bölge Biyoloji dalı Birincilik ödülü almış ve Türkiye finallerine seçilmiştir. Bu süreçte fikri destekleyen TÜBİTAK'a, Tekirdağ Şehit Mehmet Şengül Ortaokulu müdürümüze, öğretmenlerimize ve okul arkadaşlarımıza teşekkür ederiz.

Finansman

Yazarlar bu çalışmanın araştırılması, yazarlığı veya yayınlanması için herhangi bir maddi destek almamıştır.

Çıkar Çatışması/Ortak Çıkar Beyanı

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması veya ortak çıkar beyan edilmemiştir.

Yazarların Katkısı

İlk yazar %40, ikinci yazar 40%, üçüncü yazar %20 katkıda bulunmuştur.

Etik Kurul Onayı

Bu çalışma etik kurul izni veya herhangi bir özel izin gerektirmez.

Araştırma ve Yayın Etiği Bildirgesi

Yazarlar, makalenin tüm süreçlerinde Environmental Toxicology and Ecology Dergisinin bilimsel, etik ve alıntı kurallarına uyduklarını ve toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapmadıklarını beyan ederler. Ayrıca karşılaşılabilecek etik ihlallerden Environmental Toxicology and Ecology ve yayın kurulunun hiçbir sorumluluğu olmadığını ve bu çalışmanın Environmental Toxicology and Ecology dışında herhangi bir akademik yayın ortamında değerlendirilmediğini beyan ederler.

KAYNAKÇA

- [1] Anonim 2022a. TÜİK 2021 Bitkisel Üretim İstatistikleri, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2021-37249>, (erişim tarihi; 1 Ekim 2022).
- [2] E. Yıldırım, H. Özbek, İ. Aslan “Depolanmış ürün zararlıları ve mücadele yöntemleri”, Atatürk Üniversitesi yayımları, 121s. 2014.
- [3] E. Topuz, N. Madanlar, “ Bitkisel kökenli eterik yağlar ve zararlılara karşı kullanım olanakları” Derim, Cilt 23: 54-66, 2006.
- [4] A. Güncan., E. Durmuşoğlu, “Bitkisel kökenli doğal insektisitler üzerine bir değerlendirme”, Hasad, 233: 26-32p., 2004.
- [5] Ş. Kısmalı, N. Madanlar, “Azadirachta indica A. Juss (Meliaceae)’nın böceklerle etkileri üzerine bir inceleme”. Türk. entomol. derg., 12 (4): 239-249, 1988.
- [6] H. Schmutterer, “Beobachtungen an Schadlingen von Azadirachta indica (Niembaum) und von verschiedenen Meia-Arten”, J. Appl. Entomol., 109:390-400, 1990.

- [7] H. Schmutterer, “The Neem Tree; Source of Unique Natural Products for Integrated Pest Management, Medicine, Industry and Other Purposes”, Wiley Inc., Ed. H. Schmutterer, Weinheim, Germany, 719 p., 1995.
- [8] M. B. Isman, “Plant essential oils for pest and disease management” *Crop protection*, 19: 603-608, 2000.
- [9] J. Auger, S. Dugravot, A. Naudin, A. Abo-Ghaila, D. Pierre, E. Thibout, “Potential of Allium allelochemicals for safe insect control” *Bulletin OILB/SROP*, 25(9): 295-306. 2002.
- [10] G. Zehnder, E. Simonne, T. Briggs, J. Bannon, M. Ruff, “Organic sprays effective for worm control in cabbage and lettuce”, *Alabama Agricultural Experiment Station*, 44(3): 14-16, 1997.
- [11] Anonim, 2022b. Tarım Ürünleri Piyasaları, Tavuk Yumurtası, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%B Cnleri%20Piyasalar%C4%B1/2021-Ocak%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/Tavuk%20Yumurtas%C4%B1, Ocak-2021,%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1%20Raporlar%C4%B1%20-.pdf> (erişim tarihi; Ocak 2022).
- [12] FAO, 2022. Yumurta üretim istatistikleri, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/TP/visualize>, (erişim tarihi: 1 Ekim 2022).
- [13] A. Erol, Y. Cufadar, “Yumurta Tavuklarının Rasyonlarında Kullanılan Kalsiyum Kaynaklarının Yumurta Kabuk Kalitesine Etkisi”, *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, Özel: 1-5p, 2012.
- [14] SPSS Statistics, “SPSS Version 18.0.0”, SPSS Inc, 233 S. Wacker Drive, Chicago, USA, 2009.
- [15] L.S. Eun, L.B. Ho, C.W. Sık, P.B. Soo, K. J. Gyu, B. Campbell, “Fumigant toxicity of volatile natural products from korean spices and medicinal plants towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.)”, *Pest Management Sci.*, 57: 548–553, 2001.
- [16] M. J. Pascual-Villalobos, “Volatile activity of plant essential oils against stored-product beetle pests” *Proceedings of the 8th International Working Conference on Stored Product Protection*, 648-650, 2002.
- [17] S.H., Ho, L. Koh, Y. Ma, Y. Huang, K.Y. Sim, “The oil of garlic, *Allium sativum* L. (Amaryllidaceae), as a potential grain protectant against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch”, *J Postharvest Biol Technol.*, 9:41–48, 1996.
- [18] K.C. Devi, S.S. Devi, “Insecticidal and oviposition deterrent properties of some spices against coleopteran beetle, *Sitophilus oryzae*”, *J. of Food Sci. Technol.*, 50(3):600–604. 2011, doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0377-1>
- [19] C. Regnault-Roger, “The potential of botanical essential oils for insect pest control”, *Int. Pest Manag. Rev.* 2: 25–34, 1997.
- [20] G. Tarelli, E.N. Zerba, R.A Alzogaray, “Toxicity to vapor exposure and topical application of essential oils and monoterpenes on *Musca domestica* (Diptera: Muscidae)”, *J. Econ. Entomol.*, 102:1383-1388, 2009.

- [21] O. Campolo, G. Giunti, A. Russo, V. Palmeri, , L.Zappal`a, “Essential oils in stored product insect pest control”, J. of Food Qual., 1-18p., 2018, doi: <https://doi.org/10.1155/2018/6906105>
- [22] M.Khani, A. Marouf, S. Amini, D. Yazdani, M.E. Farashiani, M. Ahvazi, F. Khalighi- Sigaroodi, A. Hosseini-Gharalari, “Efficacy of three herbal essential oils against rice weevil, *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae)”, J. Essent. Oil Bearing Plants 20: 937–950. 2017, doi: <https://doi.org/10.1080/0972060X.2017.1355>
- [23] Y.L. Park, J.H. Tak, “Essential oils for arthropod pest management in agricultural production systems”, in Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety, Elsevier Inc. Ed. V. R. Preedy, London, UK. 2016, pp. 61-70, doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00006-7>

The Effects of Salinity on Germination and Seedling Growth of Some Canola Varieties

Ubah Yakub OSMAN  Ali İrfan İLBAŞ 

ABSTRACT

The present thesis focused on determination of the effect of salinity on germination and seedling growth of some canola varieties. Factorial experiments were conducted in randomized complete block design with replications including 4 canola cultivars (PR44W29, NK LINUS, DK EXTORM, ES NEPTUNE) and 6 salinity levels (0, 5, 10, 15, 20, 25% Electrical conductivity (EC) generated through addition of 0, 2.75, 5.72, 9, 12.45 and 15.70 g/l NaCl, respectively). Following 7 day germination tests, number of germinated seeds were counted and length of whole plant, shoot and root fresh and dry weights were measured.

The highest germination rate (85.5%) was obtained from 0% EC salinity level of DK EXTORM and the lowest (1.5%) from 25% EC level of NK LINUS variety. The differences in germination rates of the experimental groups were not found to be significant ($P>0.05$). The highest seedling height (74 mm) was obtained from 5% EC level of NK LINUS variety and the lowest from 25% EC level of PR44W29 and DK EXTORM varieties ($P<0.05$). The highest root length (64.1 mm) was observed in 5% EC level of NK LINUS variety. However, because of high salinity levels, ES Neptune and DK EXTORM and PR44W29 varieties did not achieve root development at 25% EC salinity level ($P<0.05$). The highest fresh weight (125.9 g) was obtained from 5% EC level of NK LINUS variety and the lowest (0 g, all seedlings were dead) from 25% EC level of ES NEPTUNE and DK EXTORM varieties ($P<0.05$). The highest dry weight (5.5 g) was obtained from 20% EC level of NK LINUS variety. Dry weights were not able to be measured in ES Neptune and DK EXTORM varieties since seeds died at high level salinity levels. The lowest dry weights (2.1 and 2.7 g) were obtained from 25% EC level of DK EXTORM and PR44W29 varieties, respectively. In general, decreasing germination, seedling length, fresh and dry weights were observed with increasing salinity levels (from 0% EC to 25% EC).

1. INTRODUCTION

A relatively new crop and the only one that was “made in Canada”, canola has become one of the world’s most important oilseed crops and profitable choice for Canadian farmers in only a few decades.

Canola is a type of edible rapeseed. Canola is not individual species. It has bred from 3 rapeseed species. It has genetically low in erucic acid and glucosinolates. Canola differs from standard or

Article Info

e-mail: iilbas@erciyes.edu.tr

Institution: Faculty of
Agriculture, Erciyes
University

Article history

Received: 23/02/2023

Accepted: 26/04/2023

Available online: 30/04/2023

Keywords:

Canola, Salinity, Germination,
Seedling development, NaCl

How to Cite: U.Y. Osman & A.İ. İlbaş
“The Effects of Salinity on
Germination and Seedling Growth of
Some Canola Varieties”,
*Environmental Toxicology and
Ecology*, c. 3, sayı. 1, ss. 11-21, 2023.

industrial rapeseed since it has less than 2 percent erucic acid in the oil and less than 30 micromoles glucosinolate per gram of the meal. These two quality standards allow canola oil to be used as a healthy cooking oil and the meal as a high-quality protein supplement for livestock. Canola name came from shortened of "Canadian oil low acid". To another statement, "Can" for Canada and "o" for oil, and 'la' for low acid. • Canada began developing rapeseed with low levels of erucic acid in the oil in 1957 to meet the growing demand for cooking oil [1].

Canola is a crop with plants from three to five feet tall that produce pods from which seeds are harvested and crushed to create canola oil and meal. These plants also produce small, yellow flowers, which beautify the environment. Canola seeds contain about 45% percent oil.

Germination is the process of seeds developing into new plants. First, environmental conditions must trigger the seed to grow. When water is plentiful, the seed fills with water in a process called imbibition. Seed germination is first critical and at the same time the most sensitive stage in the life cycle of plants and the seeds exposed to unfavorable environmental conditions like drought stress may have to compromise the seedlings establishment [2].

After pollination, houses both a zygotic embryo that will form the new plant as well as a storage tissue to supply nutrients that support seedling growth following germination. One part of the seed, the embryo, begins to get energy from another part of the seed the endosperm. The embryo begins to grow a small root called the radicle downward to find moisture. A shoot called the plumula begins to grow upwards in search of light and air [3].

Canola oil is now the third largest source of edible oil following soybean and palm oil. Canola seeds contain about 45% oil. This large percentage of oil comes in small package, canola seeds are little big form in size to poppy seeds, though brownish black in color. Although they look similar, canola and rapeseed and their oils are very different in term of erucic acid content of seed. Canadian scientists used traditional plant breeding in the 1960s to practically eliminate two undesirable components of rapeseed-erucic acid from meal to create "canola", a contraction of "Canadian" and "ola" Canola oil is prized for its heart-healthy properties with the least saturated fat of all common culinary oils [4].

High salinity is a common abiotic stress factor that seriously affects the production of crops in some parts of the world, particularly in arid and semi-arid regions. About 8 million hectares of agricultural land worldwide are exposed to salt stress. One of the major variables contributing to salt accumulation and the resulting decline in agricultural productivity is irrigation with low quality water. In the end, salinity stress decreases plant growth, but plant species vary in their salinity tolerance. Various biotic and abiotic stresses limit successful cultivation of canola, with salinity being one of the major abiotic factors limiting production [5, 6].

Salinity is one of the environmental factors that has a vital impact on canola seed germination and the establishment of plants. Imbibition, germination and root elongation are impaired by salinity. However, the way NaCl influences these critical processes, whether by an osmotic effect or a particular ion toxicity, is still the same. Unresolved. Dimorphic canola seeds [7].

Soil salinity, which is a common problem in irrigated areas of Iran with low rainfall, is a major restriction to the seed germination and seedling establishment of canola. This problem has a negative impact on crop growth and development and contributes to low agricultural production. For a crop subjected to salinity, germination is one of the most important times. The germination of canola seeds can be affected by soil

salinity, either by creating an osmotic potential outside the seed to prevent water absorption or by the toxic effects of Na and Cl ions on the germinating seeds [8].

Bybordi et al. [9] expressed that plant growth is ultimately reduced by salinity stress, but plant species differ in their salinity tolerance and this effects come from either by creating an osmotic potential outside the seed to prevent water absorption or by the toxic effects of Na and Cl ions on the germinating seeds. According to their experimental study that the highest fresh and dry weights of roots and leaves were observed in control, while salinity at 200 mM decreased significantly both root and leaf weight during time [9]. Atis [10] stated that salt doses caused to delay the germination initiation time and even at low salt doses, root growth decreased especially. Shahbazi et al. [11] reached a result from investigating of effect of NaCl treatments on germination and seedling characteristics of canola cultivars that salinity stresses have been substantially impacted on germination percentage and a decrease in germination percentage was triggered by increased NaCl concentration.

The study will contribute knowledge and experience about the role of salinity in improving seed germination and seedling growth efficiency and productivity. Farmers can use the data to improve seedling productivity.

The objective of this study is to investigate how effect salinity levels on germination and seedling growth of some canola varieties approved officially in Turkey and cultivating in the winter season.

2. MATERIAL and METHODS

Canola seed used in the experiment provided DEKALB and PIONEER companies. Varieties name are PR44W29, DK EXTORM, NK LINUS, ES NEPTUNE. In the experiment used NaCl as Salt calculated doses. This experiment was carried out Laboratory Faculty Agriculture of Erciyes University.

This experimental study was carried out at the Laboratory of Faculty of Agriculture at Erciyes University in 2020. The experiment was laid out in Completely Randomized Design with two factors (four cultivars and six salinity levels), and each treatment replicated four times.

The experiment was conducted to observe the influence of different NaCl concentrations on germination, root and shoot length, hard seed and abnormal seedlings. The solution used for study consisted of 0 (as control), 5, 10, 15, 20 and 25% EC provided by mixing in pure water and 0, 2.75, 5.72, 9.00, 12.45 and 15.70 g NaCl. For each cultivar 50 seeds for each of six NaCl treatments were used Test Cabinet machine. Seed could germinate in laboratory condition on filter papers in packet plastic in solution of the respective salt concentration. The seed germination was investigated after every 24 h. Seed germination was started after 12 h (seed were germinated with emergence of the radical). The germinating seeds were counted at regular intervals. The lengths of root and shoot of the germinated seeds which were more than 2 mm in length were measured and recorded after 7 days, 10 plants from each box were randomly chosen and tagged for subsequent sampling. Root shoot and whole plant of seedling measured

All data were subjected to analysis of variance (ANOVA) using Completely Randomized Design with two factors and four replications using SPSS statistical program. F test was used to determine the significance of treatments, and Duncan Multiple Range test was used to compare mean values. Graphics regarding the effects of salt levels on each trait were drawn with Excel 2013.

3. RESULTS

3.1. Germination Rate

Table 4.2 shows us that germination rate average of varieties changed between 26.3-75.6%. According to Table 4.2 the highest germination rate (85.5%) DK EXTORM has taken 0 NaCl and NK LINUS the lowest germination rate found as (1.5%) with 25 ns NaCl dose germination rate.

According to germination rate, varieties were separated four groups (Table 1). From highest to lowest germination rates they ranked as DK EXTORM, PR44W29, ES NEPTUNE and NK LINUS, respectively. The germination rate was found as 62.0, 61.6, 52.5, 48.7, 37.9 and 20.1% at the salinity levels applications as 0 (as control), 5, 10, 15, 20 and 25% EC, respectively. And it was found as a lowest germination rate (20.1%) at the level of 25% EC which was differed from other salinity groups (Table 1). This result shows us that increasing salinity levels decrease germination rate.

Table 1. Germination rate (%) data provided from different doses of NaCl application on different varieties of canola

Salinity Levels (EC%)	Varieties of Canola				Means
	PR44W29	DK EXTORM	NK LINUS	ES NEPTUNE	
0	54.0	85.5	52.5	56.0	62.0 ^a
5	59.0	83.0	45.5	59.0	61.6 ^a
10	56.0	74.5	33.5	46.0	52.5 ^b
15	49.5	80.5	17.0	47.8	48.7 ^b
20	44.0	69.0	8.0	30.5	37.9 ^c
25	13.5	61.5	1.5	4.0	20.1 ^d
Means	46.0 ^b	75.6 ^a	26.3 ^d	40.5 ^c	47.1

It is possible to see the results of the effects of salinity levels on germination rate of the canola cultivars in Figure 1.

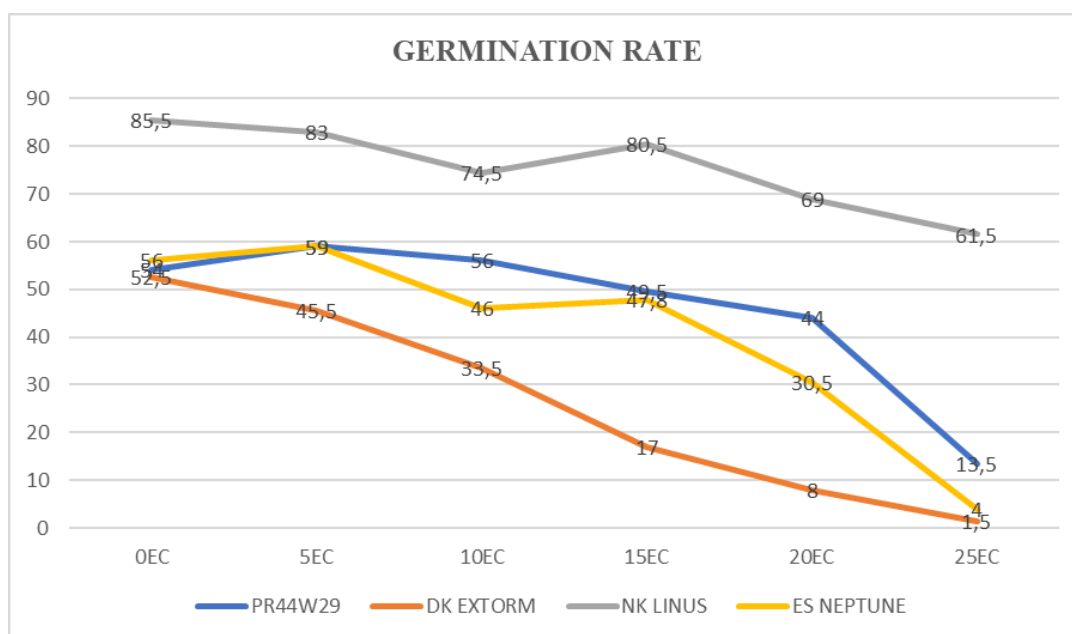


Figure 1. Germination rate of the canola cultivars subjected different salinity levels.

3.2. Seedling Length

Seedling length of varieties changed between (18.9-50.3mm) According to Table 2 the highest seedling height (74mm) NK LINUS has taken 5 NaCl and PR44W29 and DK EXTORM the lowest seedling height found as 1.3-0mm 25EC NaCl dose seedling height.

Table 2. Seedling length (mm) data provided from different doses of NaCl application on different varieties of canola.

Doses of NaCl	Varieties of Canola				Means
	PR44W29	DK EXTORM	NK LINUS	ES NEPTUNE	
0	41.8	56.2	73.2	34.7	51.5 ^a
5	34.6	59.3	74.0	31.4	49.8 ^a
10	23.6	41.8	65.5	25.1	38.6 ^b
15	15.1	19.9	45.5	19.5	24.9 ^c
20	11.1	7.9	30.1	3.0	13.0 ^d
25	1.3	0	13.7	0	3.7 ^e
Mean	21.3 ^c	30.8 ^b	50.3 ^a	18.9 ^c	30.3

seedling length they ranked as DK EXTORM, PR44W29, ES NEPTUNE and NK LINUS, respectively. The seedling length was found as 51.1, 49.8, 38.6, 24.9, 13,3.7 at the salinity levels applications as 0 (as control), 5, 10, 15, 20 and 25% EC, respectively. And it was found as a seedling length (3.7%) at the level of 25% EC which was differed from other salinity groups (Table 4.5). This result shows us that increasing salinity levels decrease seedling length. Results of salinity levels on seedling length of the canola cultivars can be shown in Figure 2.

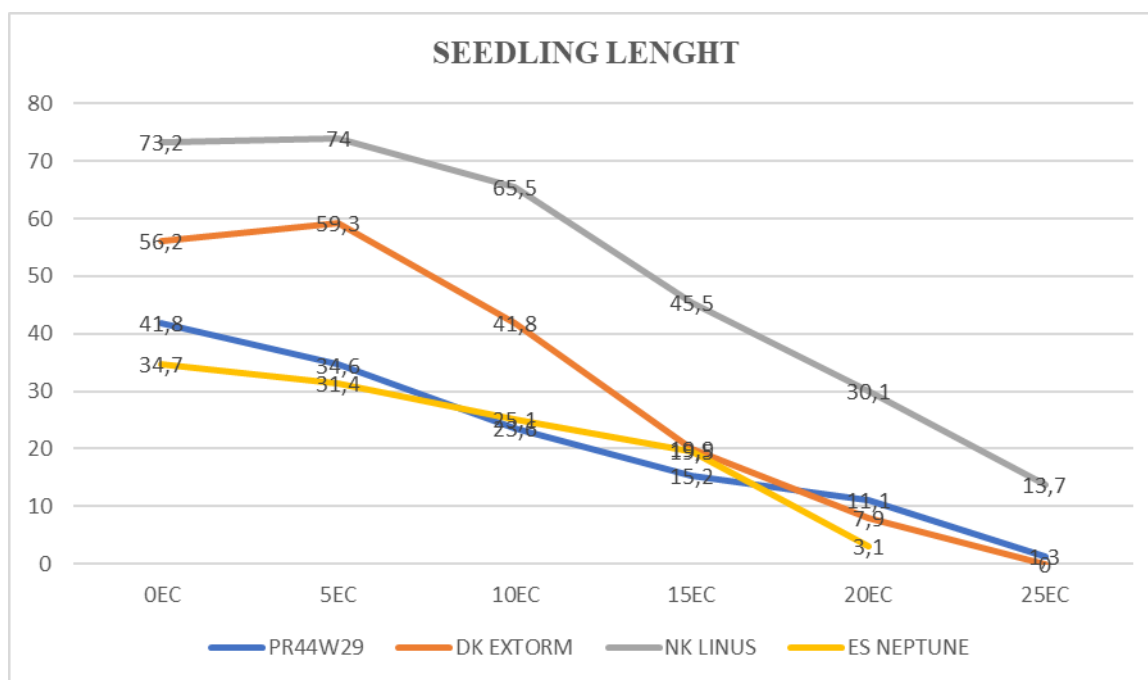


Figure 2. Seedling length of the canola cultivars subjected different salinity levels.

3.3. Root Length

The length of root average of varieties changed between (18.3-39.3mm) According to Table 3 the highest length of root (64.1mm) NK LINUS has taken 5 NaCl and ES NEPTUNE and DK EXTORM and PR44W29 the lowest length of root found as 25EC NaCl dose length of root. Page limit is 20 including all items.

Table 3. Length of root (mm) data provided from different doses of NaCl application on different varieties of canola.

Doses of NaCl	Varieties of Canola				Means
	PR44W29	DK EXTORM	NK LINUS	ES NEPTUNE	
0	35.7	39.9	63.9	39.6	44.8 ^a
5	46.3	29.8	64.1	33.8	43.5 ^a
10	39.3	23.3	39.9	20.7	30.8 ^b
15	17.2	12.9	37.0	16.9	21.0 ^c
20	9.2	4.4	21.1	3.4	9.6 ^d
25	0	0	10	0	2.7 ^e
Means	24.8 ^b	18.3 ^c	39.3 ^a	19.0 ^c	25.4

According to length of root average, varieties were separated four groups (Table 3) From highest to lowest length of root they ranked as DK EXTORM, PR44W29, ES NEPTUNE and NK LINUS, respectively. The length of root was found as 44.8, 43.5, 30.8, 21, 9.6, 2.7 at the salinity levels applications as 0 (as control), 5, 10, 15, 20 and 25% EC, respectively. And it was found as the lowest length of root (2.7%) at the level of 25% EC which was differed from other salinity groups. Results of salinity levels on length of root of the canola cultivars can be shown in Figure 3.

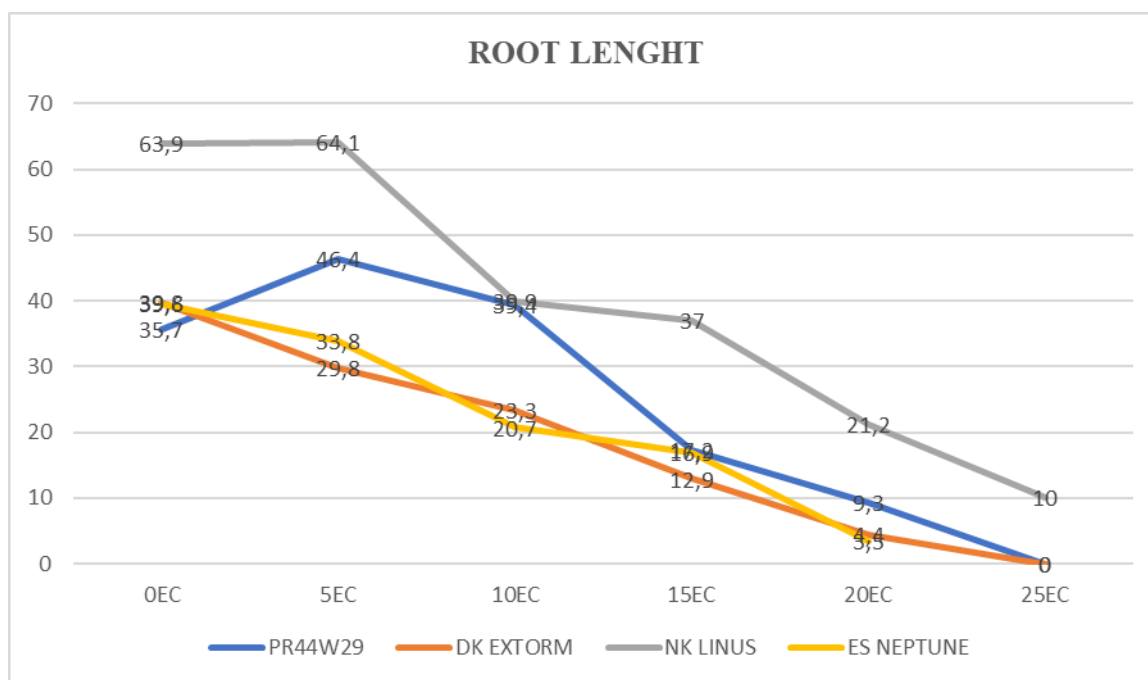


Figure 3. Root length of seedling of the canola cultivars subjected different salinity levels.

3.4. Fresh Weight

Fresh weight average of varieties changed between (44.2-91.4 g). According to Table 4 the highest fresh weight (125.9 g) NK LINUS has taken 5 NaCl and ES NEPTUNE and DK EXTORM the lowest fresh weight found as 0 25EC NaCl dose of fresh weight.

Table 4. Fresh weight (g) data provided from different doses of NaCl application on different varieties of canola.

Doses of NaCl	Varieties of Canola				Means
	PR44W29	DK EXTORM	NK LINUS	ES NEPTUNE	
0	52.9	73.8	114.7	80.3	80.5 ^b
5	81.1	78.6	125.9	74.5	90.0 ^a
10	60.0	60.8	11.8	49.2	70.5 ^c
15	41.3	32.4	79.5	38.0	47.8 ^d
20	18.5	19.7	62.2	24.3	31.2 ^e
25	26.9	0	54.2	0	20.3 ^f
Means	46.7 ^b	44.2 ^b	91.4 ^a	44.3 ^b	56.7

According to fresh weight average, varieties were separated four groups (Table 4) From highest to lowest fresh weight rates they ranked as DK EXTORM, PR44W29, ES NEPTUNE and NK LINUS, respectively. The fresh weight was found as 80.5, 90, 70.5, 47.8, 31.2, 20.3 at the salinity levels applications as 0 (as control), 5, 10, 15, 20 and 25% EC, respectively. And it was found as a lowest fresh weight (20.3%) at the level of 25% EC which was differed from other salinity groups (Table 4). This result shows us that increasing salinity levels decrease fresh weight. The results of salinity levels on fresh weight of seedling of the canola cultivars can be shown in Figure 4.

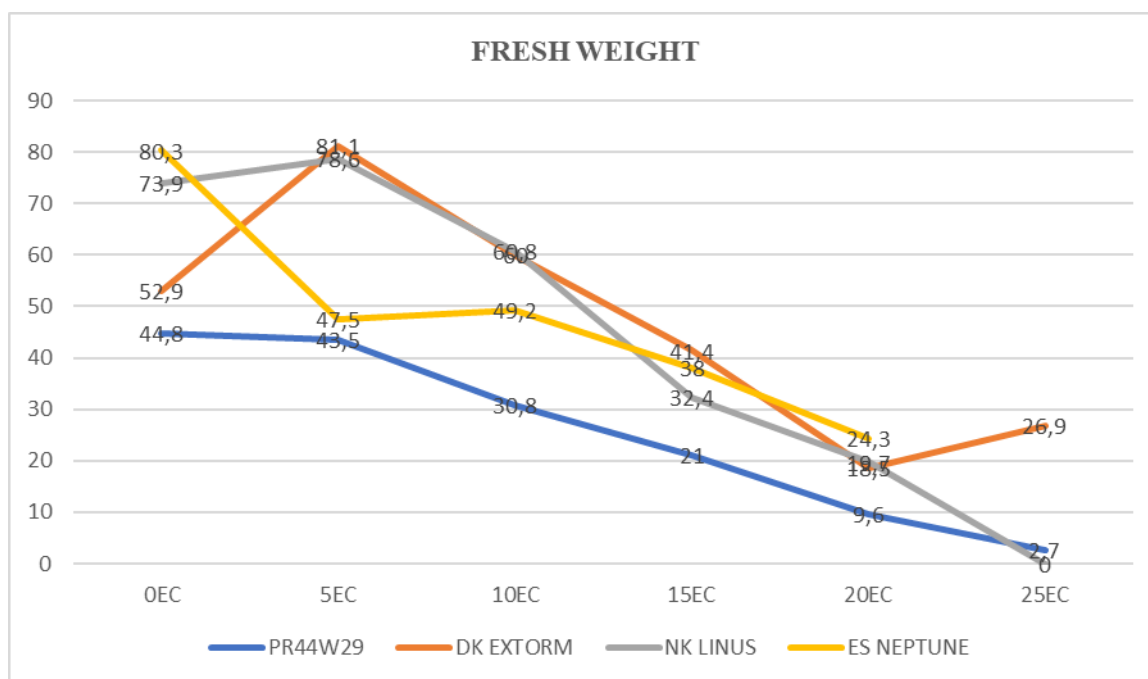


Figure 4. Fresh weight of seedlings of the canola cultivars subjected different salinity levels.

3.5. Dry Weight

Dry weight average of varieties changed between (2.5-4.9g). According to Table4.10 the highest dry weight (5.5g) NK LINUS has taken 20 NaCl and ES NEPTUNE and DK EXTORM the lowest dry weight found as 0 25EC NaCl dose of dry weight.

Table 5. Dry weight (g) data provided from different doses of NaCl application on different varieties of canola.

Doses of NaCl	Varieties of Canola				Means
	PR44W29	DK EXTORM	NK LLINUS	ES NEPTUNE	
0	3.7	3.4	5.1	3.2	3.8 ^b
5	4.5	4.0	3.4	2.9	3.7 ^b
10	4.0	4.2	5.5	3.8	4.3 ^a
15	3.6	3.3	5.0	2.5	3.6 ^b
20	3.3	2.1	5.5	2.6	3.4 ^b
25	2.7	0	4.9	0	1.9 ^c
Means	3.6 ^b	2.8 ^c	4.9 ^a	2.5 ^c	3.5

The results of salinity levels on dry weight of seedling of the canola cultivars can be shown in Figure 4.3. According to dry weight average, varieties were separated four groups (Table 4.10) From highest to lowest dry weight they ranked as DK EXTORM, PR44W29, ES NEPTUNE and NK LINUS, respectively. The dry weight was found as 3.8, 3.7, 4.3, 3.6, 3.4, 1.9 at the salinity levels applications as 0 (as control), 5, 10, 15, 20 and 25% EC, respectively. And it was found as a lowest dry weight (1.9%) at the level of 25% EC which was differed from other salinity groups.

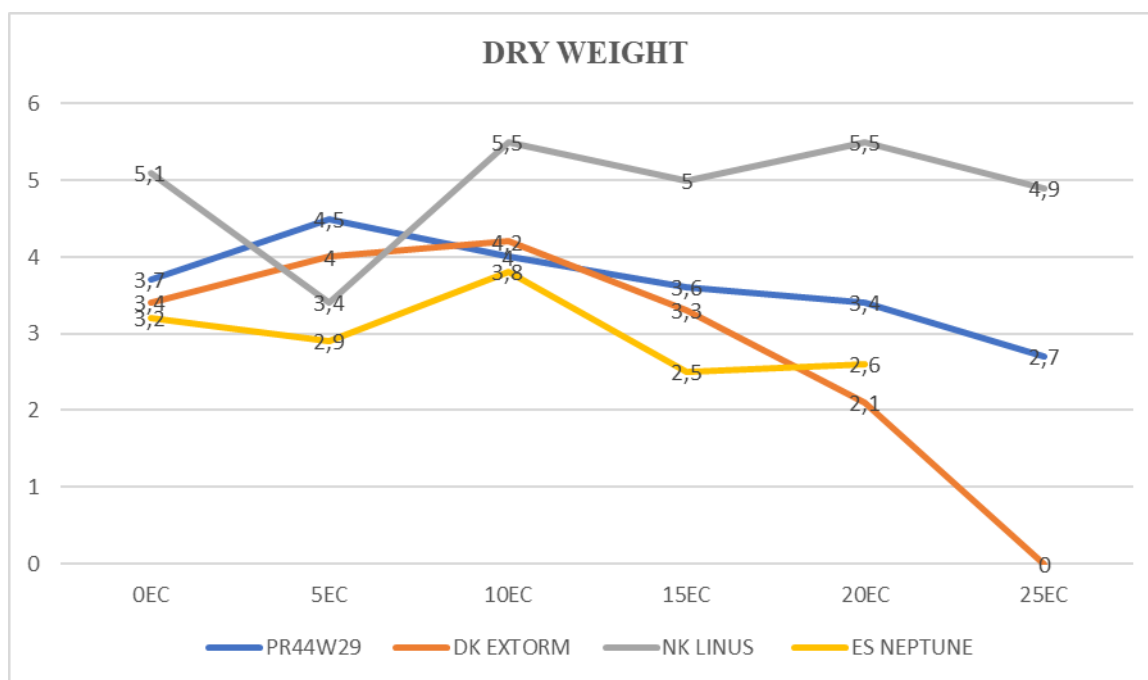


Figure 5. Dry weight of seedling of the canola cultivars subjected different salinity levels.

4. DISCUSSION

The present research was carried out in the Erciyes University Faculty of Agriculture, Plant Physiology Laboratory. Four different canola varieties and six doses applied in the study, germination rate, seedling, and root length, fresh weight and dry weight. The results of this study indicate that the levels of salinity had different influence on canola, and the canola cultivars had distinctive responses. This issue about effects of salinity levels and responds of canola varieties were discussed fallow by comparing others studies in short.

According to results of the present study, increasing salinity as created with applying different NaCl doses decreased germination rate, and germination rate as a means of varieties changed between 26.3-75.6% But,

responding of varieties showed differences in same degree and the highest germination rate was recorded as 85.5% at DK EXTORM cultivars with control (0 NaCl) application. This result was accordance with those of study by Jamil, et al. [13]. Kandil et al. [8] also reported that germination rate rapeseed varieties significantly affected from increasing NaCl doses and varied between 65.33-100.00%. Similar results were recorded from some other researches [14, 15, 16].

The substantial results of the present study were that the salinity caused significant reduction not only in germination rate, but also root lengths, seedling lengths, and fresh and dry shoot weights. In addition, the respond of the different canola varieties subjected increasing NaCl dose were different, too. These results are shown an agreement with those ones obtained from some other researches [9,16,18,19,20]. As a result of the present and the other studies decreasing of root and shoot lengths with increasing NaCl doses can be considered as the important indicators for salt stress. Jamil, et al. [13] also mentioned that root and shoot length provides an important clue to the response of plants to salt stress. These results obtained from the present study are in accordance with those of obtained by several researchers [8, 9,12,13,17,18]. These adverse effects of salinity on plant growth may also be due to ion cytotoxicity and/or osmotic stress and nutritional deficiencies [21].

5. CONCLUSION

The experiments were performed to examine the effect of salt stress and priming on initial growth of four rapeseed cultivars. The study was focused on to determine the effect of salinity on germination and seedling growth of some canola varieties. Thus, the objective of this study was to determine to evaluation of salinity on germination and seedling growth of 4 canola cultivars factorial experimental was carried out based on complete randomized design include 6 salinity levels (0,5,10,15,15,20, and 25 Mm NaCl) and 4 canola cultivars (PR44W29, NK LINUS, DK EXTORM, and ES NEPTUNE)) with 4 replications. In this experiment I measured every day how much seed are germinated after 7 days I measured the length of whole plant shoot and root.

As a result of this study conducted under controlled conditions. It has been determined that the tolerance of the varieties to different salts varies. Some winter canola varieties with different NaCl dose the effect on the germination of this in the study, increasing NaCl doses were statistically significant negative on characters. It had an effect on the variety x NaCl interaction significant. This study reveals that the effect of increasing NaCl doses on the examined characteristics varies according to the varieties. Low NaCl doses gives better result in terms of canola varieties germination rate, rootlet and often spur on shoot length than higher doses.

Acknowledgments

This article was derived from Master Thesis of Ms. Ubah YAKUB OSMAN approved with 02 March 2021 date and 2021/1398 numbered decision of Department of Agricultural Science and Technologies, Graduate School of Natural And Applied Sciences, Erciyes University.

Funding

The author did not receive any financial support for the research, authorship, or publication of this study.

The Declaration of Conflict of Interest/ Common Interest

No conflict of interest or common interest has been declared by the authors

The Declaration of Ethics Committee Approval

This study does not require ethics committee permission or any special permission.

The Declaration of Research And Publication Ethics

The author of the paper declares that he complies with the scientific, ethical, and quotation rules of ETOXEC in all processes of the paper and that he does not make any falsification of the data collected. In addition, he declares that Environmental Toxicology and Ecology and its editorial board have no responsibility for any ethical violations that may be encountered and that this study has not been evaluated in any academic publication environment other than Environmental Toxicology and Ecology.

REFERENCES

- [1] J. Bushong, J. Lofton, H. Sanders, and M. Stamm, “Great Plains Canola Production Handbook”, Kansas State University, Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, MF2734. Kansas State University, 2018.
- [2] S. Channaoui, R. E. Kahkahi, J. Charafi, H. E. Mazouz, and A. Nabloussi, “Germination and Seedling Growth of a Set of Rapeseed (*Brassica napus*) Varieties under Drought Stress Conditions”, Int. J. Environ. Agric. Biotechnol. (IJEAB), vol. 2, pp. 487–494, 2017.
- [3] L. Rajjou, M. Duval, K. Gallardo, J. Catusse, J. Bally, C. Job, and D. Job, “Seed germination and vigor”, Annu. Rev. Plant Biol., vol. 63, pp. 507–533, 2012.
- [4] N. Puppala, J.L. Fowler, L. Poindexter, and H.L. Bhardwaj, “Evaluation of salinity tolerance of canola germination”, in J. Janick, ed. Perspectives on new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, VA, pp. 251–253, 1999.
- [5] S. Gyawali, I.A.P. Parkin, H. Steppuhn, M. Buchwaldt, B. Adhikari, R. Wood, K. Wall, L. Buchwaldt, M. Singh, D. Bekkaoui, and D.D. Hegedus “Seedling, early vegetative, and adult plant growth of oilseed rapes (*Brassica napus* L.) under saline stress”, Canadian Journal of Plant Science, vol. 99, no. 6, pp. 921–947, 2019.
- [6] M. Qasim, M. Ashraf, M.Y. Ashraf, S.U. Rehman, and E.S. Rha, “Salt-induced changes in two canola cultivars differing in salt tolerance”, Biol. Plant. vol. 46, no. 4, pp. 629–632 2003.
- [7] W. J. Katembe, I. A. Ungar and J. P. Mitchell, “Effect of Salinity on Germination and Seedling Growth of two *Atriplex* species (*Chenopodiaceae*)”, Annals of Botany, vol. 82, no. 2, pp. 167-175, 1998.
- [8] A.A Kandil, A.E. Sharief, W.A.E. Abido and M.M.O. Ibrahim, “Response of some canola cultivars (*Brassica napus* L.) to salinity stress and its effect on germination and seedling properties”, J. Crop Sci. vol. 3, pp. 95–103, 2012.

- [9] A. Bybordi, S. Tabatabaei and A. Ahmedov, “Effect of salinity on the growth and peroxidase and IAA oxidase activities in canola, *Journal of Food Agriculture and Environment*” vol. 8, no. 1, pp. 109–112, 2010.
- [10] İ. Atiş, “Effects of Salt Stress on Germination and Seedling Development of Some Silage Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) Cultivars”, *SDÜ Ziraat Fakültesi Dergi.*, vol. 6, no. 2, pp. 58–67, 2011.
- [11] E. Shahbazi, A. Arzani, and G. Saeidi, “Effects of NaCl treatments on seed germination and antioxidant activity of canola (*Brassica napus* L.) cultivars”, *Bangladesh J. Bot.* vol. 41, no. 1, pp. 67–73, 2011.
- [12] M. Arslan, B. Aydınoglu, “Effect of salinity (NaCl) stress on germination and early seedling growth characteristics of damson (*Lathyrus sativus* L.)”. *Akad. Ziraat Derg.* 49–54. 2018.
- [13] M. Jamil, C.C. Lee, S. Rehman, D.B. Lee, M. Ashraf and E.S. Rha, “Salinity (NaCl) tolerance of brassica species at germination and early seedling growth”. *J. Environ. Agric. Food Chem.*, 4: 970-976, 2005.
- [14] J. Huang, R.E. Redmann, “Salt tolerance of *Hordeum* and *Brassica* species during germination and early seedling growth”, *Can. J. Plant Sci.* 75: 815–819, 1995.
- [15] S. Gulzar, M.A. Khan and I.A. Ungar, “Effect of Salinity and Temperature on the Germination of *Urochongra setulosa* (Trin.) C.E. Hubbard”, *Seed Sci. Technol.*, 29:21-29, 2001.
- [16] M. Tester and R. Davenport, “Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants”, *Ann. Bot.* 91:503-527, 2003.
- [17] Jamil, M., K.B. Lee, K.Y. Jung, D.B. Lee, M.S. Han and E.S. Rha. 2007. Salt stress inhibits germination and early seedling growth in cabbage (*Brassica oleracea capitata* L.). *Pak. J. Biol. Sci.*, 10(6): 910-914.
- [18] A. Baybordi, “The influence of salt stress on seed germination, growth and yield of canola cultivars, *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj.*, 38(1): 128-133, 2010.
- [19] F. Kayacetin, “Selection of some important species in genus *Brassica* against drought and salt tolerance by morphological observations on germination and seedling growth parameters”. *Fresenius Environmental Bulletin*, 30(1): 60–69, 2021.
- [20] F. Kayaçetin, “Correlation among germination and seedling parameters of *Brassica juncea* under PEG 6000 and NaCl treatments”, *Int J Agric For Life Sci*, 6(1): 8-11, 2022.
- [21] J.K. Zhu, “Salt and Drought Stress Signal Transduction in Plants”. *Annual Review of Plant Biology*, 53, 247-273, 2002.

Spatial Distribution of the Geogenic Radon Gas in Soils Near a Small Town and a Prospective Uranium Mine, Western Black Hills, Wyoming, USA

Ümit YILDIZ 

Article Info

e-mail: umit.yildiz@sdsmt.edu

Institution: South Dakota
School of Mines and
Technology

Article history

Received: 03/04/2023

Accepted: 18/04/2023

Available online: 30/04/2023

Anahtar Kelimeler:

Radon toprak gazı, Uranyum madeni,
Mekansal dağılım haritası

Keywords:

Radon soil gas, Uranium mine, Spatial
distribution map

How to Cite: Ü. Yıldız “Spatial
Distribution of the Geogenic Radon
Gas in Soils Near a Small Town and a
Prospective Uranium Mine, Western
Black Hills, Wyoming, USA”,
*Environmental Toxicology and
Ecology*, c. 3, sayı. 1, ss. 22-30., 2023.

ABSTRACT

Natural radiation, which derives from uranium, thorium, and potassium, exists in a variety of geological environments including soils, rocks, plants, water bodies, and air, and is widely distributed in the Earth's crust. Regions with uranium-rich soil or rock typically have very high radon levels and it is a known fact that radon gas is the leading cause of lung cancer among non-smokers and it ranks as the second most common cause of lung cancer overall. This study aimed to create spatial distribution maps of radon gas concentrations in the soils close to a small town and a prospective uranium mine located in the western flank of the Black Hills uplift, Wyoming, to determine the potential health risks of the area. During this study, 204 in-situ measurements of the radon soil gas concentration in the soil were conducted within a study area of about 114 km², which is located near Moorcroft, Crook County, Wyoming, United States. The concentrations for radon soil gas ranged from 1.1 kBq/m³ to 371.3 kBq/m³ with an average of 53.5 kBq/m³. In addition, a spatial distribution map was created for the soil gas radon concentrations. Based on this map, elevated concentration values appeared to be in the Moorcroft town center and the southeastern and southwestern portions of the study area. The northern part of the study area, which is closer to the prospective uranium mine, also shows east-west trending elevated values. The presence of the high-risk soil gas radon activity concentrations within the study area can be explained by the presence of the roll front type uranium mineralization in the northern part of the research area. 40% of the sites, with radon levels exceeding 50 kBq/m³, indicated high risk in the region.

Küçük Bir Kasaba ve Uranyum Madeni Yakınındaki Topraklardaki Jeojenik Radon Gazının Mekansal Dağılımı, Batı Black Hills, Wyoming, ABD

ÖZET

Uranyum, toryum ve potasyumdan kaynaklanan doğal radyasyon, toprak, kaya, bitki, su kütleleri ve hava dahil olmak üzere çeşitli jeolojik ortamlarda bulunur ve yer kabuğuna yaygın olarak dağılmıştır. Uranyum açısından zengin toprak veya kayalara sahip bölgeler tipik olarak çok yüksek radon seviyelerine sahiptir ve radon gazının sigara içmeyenler arasında akciğer kanserinin önde gelen nedeni olduğu ve genel olarak akciğer kanserinin en yaygın ikinci nedeni olduğu bilinen bir gerçektir. Bu araştırma, çalışma bölgesinin potansiyel sağlık risklerini belirlemek

için küçük bir kasabaya ve Wyoming'deki Black Hills'ların batı kanadında yer alan olası bir uranyum madenine yakın topraklardaki radon gazı konsantrasyonlarının mekansal dağılım haritalarını oluşturmayı amaçlamıştır. Bu çalışma sırasında, Moorcroft, Crook County, Wyoming, Amerika Birleşik Devletleri yakınlarında bulunan yaklaşık 114 km²'lik bir çalışma alanında topraklardaki radon toprak gazı konsantrasyonunun 204 adet yerde ölçümü yapılmıştır. Radon toprak gazı konsantrasyonlarının ortalaması 53,5 kBq/m³ tür ve değerler 1,1 kBq/m³ ile 371,3 kBq/m³ arasında değişmiştir. Ayrıca toprak gazı radon konsantrasyonları için mekansal dağılım haritası oluşturulmuştur. Bu haritaya göre, yüksek konsantrasyon değerlerinin Moorcroft kasaba merkezinde ve çalışma alanının güneydoğu ve güneybatı kısımlarında olduğu ortaya çıkmıştır. Çalışma alanının muhtemel uranyum madenine daha yakın olan kuzey kısmı da doğu-batı yönlü yüksek değerler göstermektedir. Çalışma alanı içinde yüksek riskli toprak gazı radon aktivite konsantrasyonlarının varlığı, araştırma alanının kuzey kesiminde roll-front tipi uranyum cevherleşmesinin varlığı ile açıklanabilir. Radon konsantrasyonlarının %40'ı 50 kBq/m³'ü aştığı için bu sahaların bölgede daha yüksek riskli olduğunu göstermiştir.

1. INTRODUCTION

Natural radiation, which derives from uranium, thorium, and potassium, exists in a variety of geological environments including soils, rocks, plants, water bodies, and air, and is widely distributed in the Earth's crust. Uranium is a naturally occurring toxic heavy metal that is found in nearly all types of rocks, soils, sands, and water in trace amounts [1]. In the earth's crust (continental and oceanic) the average concentration of uranium is 2.3 ppm [2]. Where the geological conditions are favorable, deposits of uranium may occur in higher concentrations. Similarly, soil, water, and air all contain small levels of radon gas and radon progeny. Radon's daughter products, often known as "progeny," are several radioactive compounds that it generates together with alpha particles. Uranium-234, Thorium-230, Radium-226, and Radon-222 are intermediate products in the decay chain that starts with natural Uranium-238 and ends with Lead-206 [3] (Figure 1). Radon is a radioactive gas that is colorless, invisible, odorless, and tasteless and is produced by the naturally occurring radioactive decay of uranium [4]. Radon is the heaviest noble gas (4.4 gr/cm³) and element of group 8A of the periodic table with an atomic number of 86. It is the only radioactive gas that emits alpha particles and has a half-life of 3.8 days [5]. Regions with uranium-rich soil or rock typically have very high radon levels.

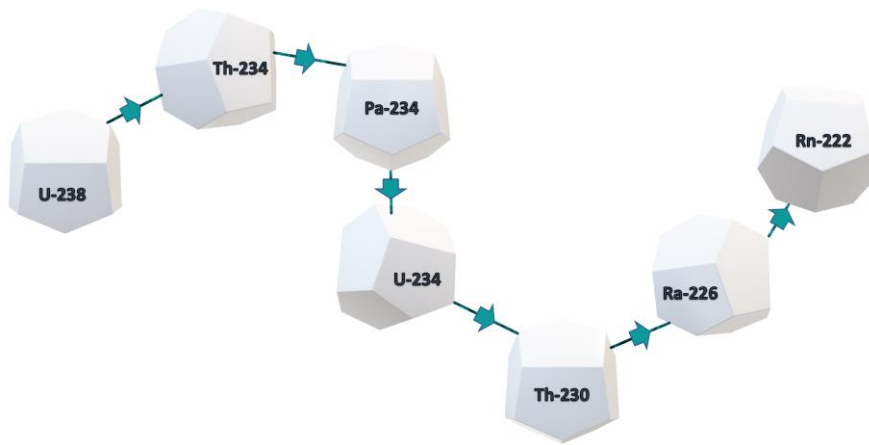


Figure 1. The image illustrates the main decay chain of Uranium 238.

The International Agency for Research on Cancer (IARC) has categorized radon as a Category 1 carcinogenic to humans [6, 7]. Lung cancer risk is increased by radon progeny inhalation. Data from studies

of lung cancer mortality among uranium miners and other workers exposed to extremely high levels of radon progeny served as the initial foundation for the association between the concentration of radon progeny in the air and the risk of lung cancer [8, 9]. Furthermore, radon is the leading cause of lung cancer among non-smokers and it ranks as the second most common cause of lung cancer overall [5]. Many lung cancer fatalities are attributed to radon each year in the US alone, according to estimates. Small radioactive particles created by the decay of radon gas can be ingested into the lungs, where they can affect lung tissue and raise the risk of lung cancer, especially in smokers and people with chronic respiratory disorders [8]. The exposure to radon has also been connected to various respiratory medical conditions. Radon and its decay products can irritate the respiratory tract lining, causing inflammation and potentially aggravating asthmatic symptoms [9]. Although the evidence is not as strong as it is for lung cancer, there is evidence that radon exposure may be linked to an increased risk of other cancers, such as leukemia [5].

Decisions about whether more dwelling radon measurements are required in areas of projected development can be supported by knowledge of a region's potential radon gas concentrations in soil [10]. The purpose of this study was to create spatial distribution maps of radon gas concentrations in the soil close to a small town and a prospective uranium mine located in the western flank of the Black Hills uplift, Wyoming, in order to determine the health risks of the area.

1.1. Study Area

The study was conducted in a 114 km² area which is located near Moorcroft, Crook County, Wyoming, United States (Figure 2). Based on the Köppen-Geiger [11] climate classification scheme, Wyoming's climate is classified as cold semi-arid where summers are hot and dry and winters tend to have cold and possibly freezing temperatures. The study area is located on rugged terrain with an average 1200 meters elevation above sea level. The area is situated in the resourceful Powder River Basin which is located on the western flanks of the Black Hills. The Powder River Basin is known to be one of the most favorable basins in the United States for uranium mineralization. In 1952, the first uranium mineral (uraninite) was detected in the Cretaceous fluvial sandstones of the Inyan Kara Group in Crook County, near the northeastern flank of the Black Hills. In the late 1970s, Nubeth Joint Venture discovered uranium mineralization in the Powder River Basin, located 30 km north of the study area. Nowadays, uranium exploration and mining activities are continuing in the area.

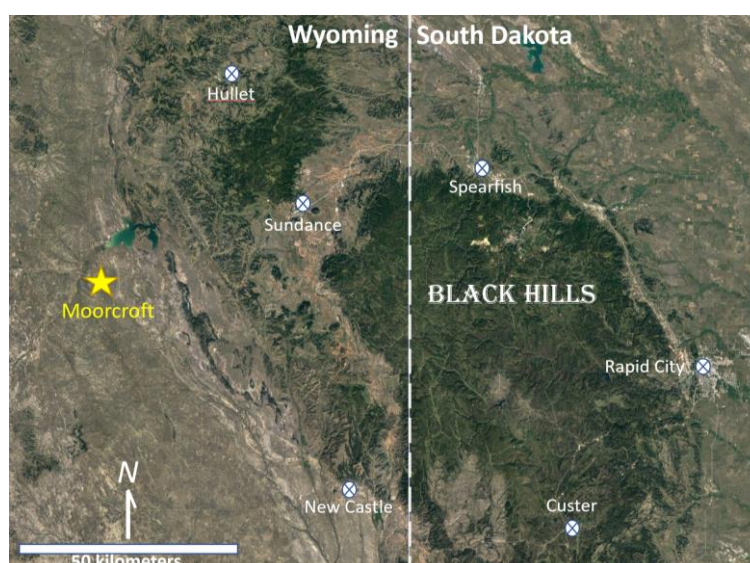


Figure 2. Satellite imagery showing the location of the study area.

2. GEOLOGIC SETTINGS

Northeastern Wyoming is located in the Powder River Basin, a significant intermontane basin formed during the Laramide Orogeny in the northeasternmost Rocky Mountains (Figure 3). It makes up the majority of the surrounding province and, along with a section of the adjacent uplifts (Black Hills and Big Horns uplifts), covers an area of about 88,000 km². The Powder River Basin is an asymmetric, relatively less deformed, northeasterly trending syncline that is 400 km long and 180 km wide [12]. A thick succession of Phanerozoic strata, measuring more than 5000 meters thick in the basin axis, overlies the entire crystalline basement rocks. The Paleozoic shelf carbonates, sandstones, and mudstones that make up this sequence are relatively thin, rarely eclipsing 700 meters, and are overlain by a very thick succession of Mesozoic and early Tertiary terrestrial rocks that document the formation, filling, and destruction of the Western Interior seaway as well as the uplift of the western Cordillera, the development of regional uplifts, and the formation of the Powder River Basin [12]. Most uranium mineralization occurs as roll-front-type deposits in the fluvial sandstones of the Upper Cretaceous Fox Hills, and Paleocene Lance formations.

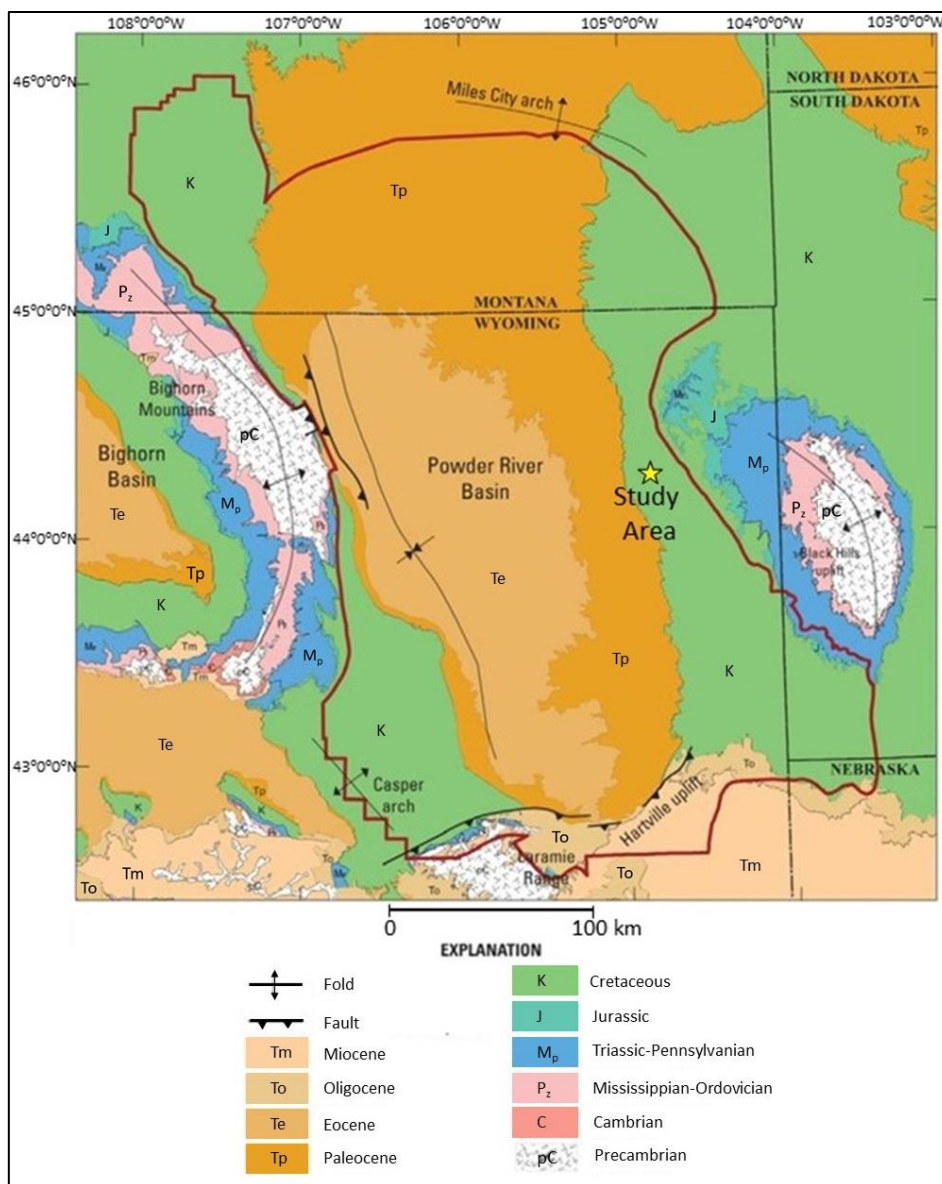


Figure 3. Geological map of the Powder River Basin and surroundings [13]. The study area is marked by a yellow star.

3. METHODS

Field measurements for soil gas radon activity concentrations were conducted over 14 consecutive days period in March 2014. To ensure that the study area was evenly dispersed throughout, 204 in-situ measurements of the radon concentration in the soil were conducted. A portable Garmin E-Trex GPS unit was used to record geographic coordinates. The sampling was conducted over three lithologies found in the surficial geology of the study area. These are the Late Cretaceous Fox Hills Formation, the Paleocene Lance Formation, and the Quaternary alluvial sediments. The soil gas radon concentration was measured using a RAD7 electronic radon detector manufactured by Durrige Corporation, U.S.A. The state-of-the-art RAD7 detector system has a cylindrical sampling chamber with a capacity of 0.7 liters. Alpha radiation is directly converted into an electrical signal by its detectors [14]. During this research, a stainless steel soil gas probe provided by the manufacturer was used. The probe was implanted into the soil, and the air was sucked up by the hollow tube and eventually into the RAD7. The probe had sampling ports near the tip. The average depth of the soil was 1.8 meters. The RAD7 has the capacity to determine each particle's energy, allowing it to identify the different isotopes that are produced when uranium decays [15]. As a result, it can distinguish between various daughter products and signals from noise. After 5–10 minutes of closed-circuit air circulation, and the radon was evenly mixed with the air, the resulting alpha activity was measured. The RAD7 finally determines the radon soil gas concentration. The Grab protocol software then takes a half-hour to process all sampling points. For QA/QC assurance, four measurements were taken at each site, and the mean of the four values was recorded in the database. Later, the radon concentration values were transferred into a computer for further analysis. The kriging interpolation algorithm on ArcMap 10.7.1 platform was employed to produce a spatial distribution map of the radon concentrations. For input, mean radon concentration values in kBq/m³ (kilo becquerel/cubic meter) were used. UTM (Universal Transverse Mercator) Zone 13N coordinate system with NAD (North American Datum) 1927 datum was used for all geostatistical processes.

4. RESULTS and DISCUSSIONS

A statistical summary of soil gas radon activity concentrations along with sampling depth, CO₂, O₂, and CH₄ was presented in Table 1. The concentrations for radon soil gas ranged from 1.1 kBq/m³ to 371.3 kBq/m³ with an average of 53.5 kBq/m³. Seven very high outliers are present in the data (higher than 150 kBq/m³). Six of these outliers are in Quaternary alluviums, and one is in the Paleocene Lance Formation which consists mainly of fluvial sediments. Figure 4 illustrates soil gas radon activity concentration values and the number of samples.

Table 1. Statistical summary of the sampling depth, soil gas radon activity concentrations, CO₂, O₂, and CH₄.

	Sampling Depth (m)	Concentration (kBq/m ³)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	CH ₄ (ppm)
Mean	1.85	53.5	0.29	19.84	4.05
Median	1.83	43.8	0.20	19.90	1.00
Min.	0.61	1.1	0	16.10	0
Max.	2.21	371.3	1.70	21.50	53.00
Skewness	-1.32	2.9	2.37	-0.88	3.66
St. Dev.	0.27	51.2	0.22	0.70	7.12

According to Eisenbud and Gesell [16] classification, soils with radon concentrations below 10 kBq/m^3 are considered low-risk, those with values between 10 and 50 kBq/m^3 are categorized as normal risk whereas those with values exceeding 50 kBq/m^3 are classified as high risk [14, 17]. Based on this classification, 13% of the sampling sites suggested low-radon risk, 47% of the sites indicated a normal risk, and 40% of the sampling sites showed regions of potentially high risk within the study area.

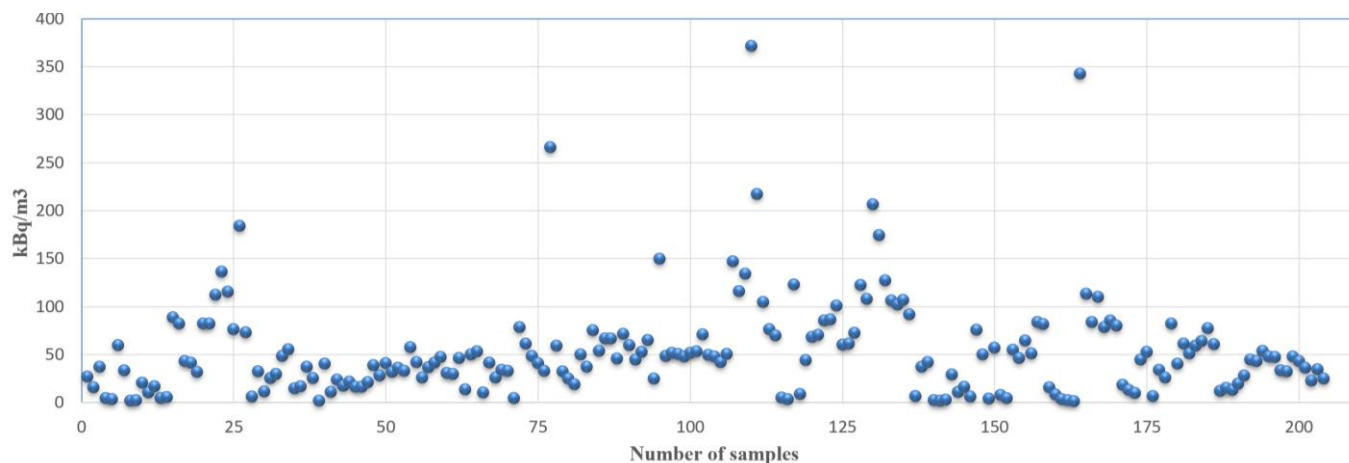


Figure 4. Chart illustrating soil gas radon concentrations and the number of samples.

Furthermore, a spatial distribution map was created for the soil gas radon concentrations within the study area (Figure 5). Based on this map, elevated concentration values appeared to be in the Moorcroft town center and the southeastern and southwestern portions of the study area. The northern part of the study area, which is closer to the prospective uranium mine, also shows east-west trending elevated values. The presence of the high-risk soil gas radon activity concentrations within the study area can be explained by the presence of the roll front type uranium mineralization in the northern part of the research area. The varying quantities of in-situ geogenic uranium minerals in Fox Hills and Lance formations are what cause the variability in natural radioactivity levels at various sampling locations.

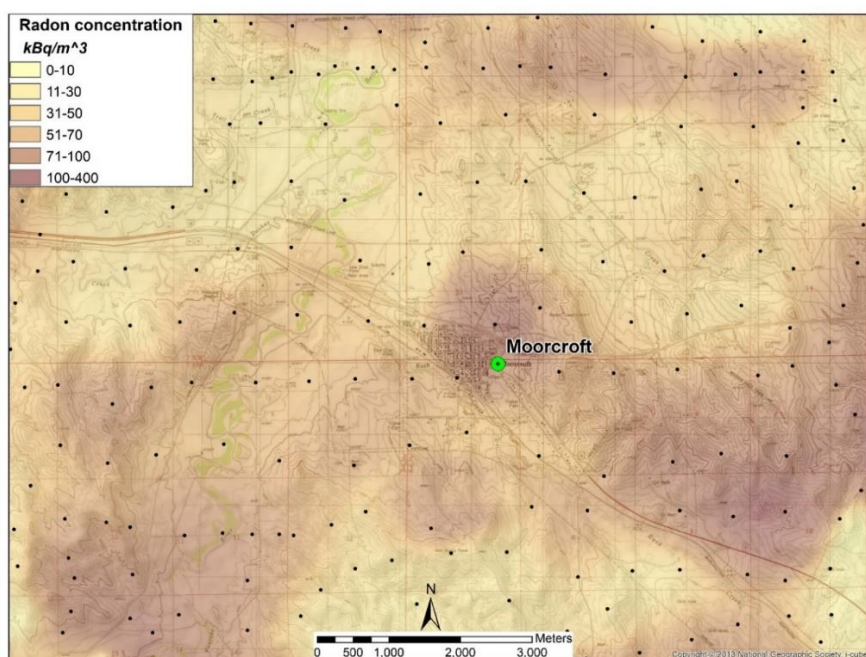


Figure 5. Spatial distribution map showing the soil gas radon concentrations within the study area. Sampling locations were marked by black dots.

5. CONCLUSIONS

The local geology and properties of the soil can have a significant impact on the radon concentrations in soil gas. While radon levels in soil gas may be naturally high in some places, they may be low or nonexistent in other places. The spatial distribution of radon in soils can be influenced by a variety of geological aspects, including the presence of uranium-bearing rocks, soil permeability, and groundwater conditions.

A total of 204 radon soil measurements were taken within the study area. Between 1 and 370 kBq/m³, the study area's soil gas radon concentrations show a significant variation. 40% of the sites indicated a high risk of radon level. The spatial distribution map for radon concentrations will serve as a useful tool for the determination of new dwelling sites in the research area and as a guide for future remediation efforts.

In the future, systematic radon surveys and mapping can be conducted in the study area, thus areas with high soil gas radon concentrations can be located, and suitable mitigation measures can be put in place to lower radon exposure and protect human health.

Funding

The author did not receive any financial support for the research, authorship, or publication of this study.

The Declaration of Conflict of Interest/ Common Interest

No conflict of interest or common interest has been declared by the authors

Author's Contribution

The first author contributed 100% of the entire study.

The Declaration of Ethics Committee Approval

This study does not require ethics committee permission or any special permission.

The Declaration of Research And Publication Ethics

The author of the paper declares that he complies with the scientific, ethical, and quotation rules of ETOXEC in all processes of the paper and that he does not make any falsification of the data collected. In addition, he declares that Environmental Toxicology and Ecology and its editorial board have no responsibility for any ethical violations that may be encountered and that this study has not been evaluated in any academic publication environment other than Environmental Toxicology and Ecology.

REFERENCES

- [1] A. K. Mahur, R. Kumar, R. G. Sonkawade, D. Sengupta, and R. Prasad, "Measurement of natural radioactivity and radon exhalation rate from rock samples of Jaduguda uranium mines and its radiological implications," Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms, vol. 266(8), pp. 1591-1597, 2008.

- [2] J. E. Mielke, "Composition of the Earth's crust and distribution of the elements," *Review of Research on Modern Problems in Geochemistry*, v. 1, pp. 13-37, 1979.
- [3] U.S.G.S., "Uranium," United States Geologic Survey. Available at: <https://pubs.usgs.gov/of/2004/1050/uranium.htm> (Accessed: March 10, 2023).
- [4] J. Prussman, "The Radon riddle: Landlord liability for a natural hazard," *BC Env'tl. Aff. L. Rev.*, vol. 18, pp. 715-717, 1990.
- [5] E.P.A., "Radioactive Decay of uranium," Environmental Protection Agency. Available at: <https://www.epa.gov/radiation/radioactive-decay> (Accessed: March 19, 2023).
- [6] International Agency of Research on Cancer (IARC), "WHO World Health Organization: Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans: Man-Made Mineral Fibres and Radon," IARC Monograph No. 43; IARC: Lyon, France, 1988.
- [7] L. Vimercati, F. Fucilli, D. Cavone, L. De Maria, F. Birtolo, G. M. Ferri, L. Soleo, and P. Lovreglio, "Radon Levels in Indoor Environments of the University Hospital in Bari-Apulia Region Southern Italy," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 15(4), pp. 694-703, 2008.
- [8] J. K. Wagoner, V. E. Archer, F. E. Lundin, D. A. Holaday, and J. W. Lloyd, "Radiation as the cause of lung cancer among uranium miners," *New England Journal of Medicine*, vol. 273(4), pp. 181-188, 1965.
- [9] G. Saccomanno, V. E. Archer, O. Auerbach, M. Kuschner, R. P. Saunders, and M. G. Klein, "Histologic types of lung cancer among uranium miners," *Cancer*, vol. 27(3), pp. 515-523, 1971.
- [10] K. Z. Szabó, G. Jordan, A. Horváth, and C. Szabó, "Mapping the geogenic radon potential: methodology and spatial analysis for central Hungary," *Journal of Environmental Radioactivity*, vol. 129, pp. 107-120, 2014.
- [11] M. Kottek, J. Grieser, C. Beck, B. Rudolf and F. Rubel, "World map of the Köppen-Geiger climate classification," *Meteorologische Zeitschrift*, vol. 15, pp. 259-263, 2006.
- [12] G. L. Dolton, and J. E. Fox, "Powder River Basin Province (033)", D. L. Gautier, G. L. Dolton, K. I. Takahashi, and K. L. Varnes, eds. US Geological Survey Digital Data Series DDS-30, one CD-ROM, Release, 2, 1995.
- [13] W. H. Craddock, R. M. Drake, J. C. Mars, M. D. Merrill, P. D. Warwick, M. S. Blondes, and C. Lohr, "Geologic Framework for the National Assessment of Carbon Dioxide Storage Resources: Powder River Basin, Wyoming, Montana, South Dakota, and Nebraska," US Department of the Interior, US Geological Survey, 2012.
- [14] D. T. Esan, M. K. C. Sridhar, R. Obed, Y. Ajiboye, O. Afolabi, B. Olubodun, and O. M. Oni, "Determination of residential soil gas radon risk indices over the lithological units of a Southwestern Nigeria University," *Scientific Reports*, vol. 10(1), p. 7368, 2020.
- [15] A. K. Hasan, A. R. Subber, and A. R. Shaltakh, "Measurement of radon concentration in soil gas using RAD7 in the environs of Al-Najaf Al-Ashraf City-Iraq," *Advances in Applied Science Research*, vol. 2(5), pp. 273-278, 2011.

- [16] M. Eisenbud, and T. F. Gesell, “Environmental radioactivity from natural, industrial and military sources: from natural, industrial and military sources,” Academic Press, San Diego, CA, fourth ed.,1997.
- [17] E. Lara, Z. Rocha, H. E. L. Palmieri, T. O. Santos, F. J. Rios, and A. H. Oliveira, “Radon concentration in soil gas and its correlations with pedologies, permeabilities and ^{226}Ra content in the soil of the Metropolitan Region of Belo Horizonte–RMBH, Brazil,” Radiation Physics and Chemistry, vol. 116, pp. 317-320, 2015.

Edirne İlinde Sebze Yetiştirilen Alanlarda Tespit Edilen Bazı Akar (Acari) Türleri

Seçil KUTLU ÇELİK  Nihal KILIÇ 

ÖZET

Bu çalışmada Edirne ili sebze alanlarında bulunan bazı fitofag ve predatör akar türleri tespit edilmiştir. 13 farklı bitki türünden 299 adet örnek toplanmıştır. Yapılan surveylerde Tetranychidae familyasından *Tetranychus urticae* Koch. ve *Tetranychus cinnabarinus* Boisd., Eriophyidae familyasından *Aculops lycopersici* Masee, Tarsonemidae familyasından *Tarsonemus confusus* Ewing, önemli predatör akar familyalarından biri olan Phytoseiidae'den *Phytoseius finitimus* Ribaga, Amblyseius barkeri Hughes, *Neoseiulus californicus* Mc Gregor, *Euseius finlandicus* Oudemans, Acaridae'den *Tyrophagus putrescentiae* Schrank, Tydeidae familyasından *Tydeus californicus* Banks olmak üzere 10 akar türü belirlenmiştir. Predatör akar türleri arasında en yaygın tür *Neoseiulus californicus* (% 10.46) olarak belirlenmiştir. Zararlı akarlardan en yaygın tür *Tetranychus urticae* (%46.96) ise en çok fasulye, domates, patlıcan ve kabakta bulunmuştur. Domates ve fasulye akarların en çok tercih ettiği konukçu bitkiler olmuştur.

Some Mite (Acari) Species Determined in Vegetable Planting Areas of Edirne Province

ABSTRACT

In this study, some phytophagous and predatory mite species were determined from vegetable areas in Edirne Province. 299 samples were collected belong to 13 different plants species. In surveys from Tetranychidae family *Tetranychus urticae* Koch and *Tetranychus cinnabarinus* Boisd., from Eriophyidae family *Aculops lycopersici* Masee, from Tarsonemidae family *Tarsonemus confusus* Ewing, from one of important predatory mite family Phytoseiidae *Phytoseius finitimus* Ribaga, *Amblyseius barkeri* Hughes, *Neoseiulus californicus* Mc Gregor, *Euseius finlandicus* Oudemans, from Acaridae *Tyrophagus putrescentiae* Schrank and from Tydeidae family *Tydeus californicus* Banks were identified. *Neoseiulus californicus* is determined as the most common predatory mites species (10.46%). *Tetranychus urticae* is the most common harmful among harmful species mites species (46.96 %). Tomatoes and beans were the most preferred host plants for the mites.

1. GİRİŞ

Türkiye; coğrafi konumu, üretimi, uygun, verimli ve geniş tarım alanları, değişik bölgelerin ekolojik farklılıkları sayesinde sebze ve

Article Info

e-mail: nkilic@nku.edu.tr

Institution: Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

Article history

Received: 20/03/2023

Accepted: 04/04/2023

Available online: 30/04/2023

Anahtar Kelimeler:

Sebze, Akar, Acari, Phytoseiidae, Tetranychidae

Keywords:

Vegetable, Mite, Acari, Phytoseiidae, Tetranychidae

How to Cite: N. Kılıç & S. Kutlu Çelik "Edirne İlinde Sebze Yetiştirilen Alanlarda Tespit Edilen Bazı Akar (Acari) Türleri ", *Environmental Toxicology and Ecology*, c. 3, sayı. 1, ss. 31-44., 2023.

Bu araştırma "Some Mite (Acari) Species Determined in Vegetable Areas Of Edirne Province " başlığı ile 3. International Dicle Scientific Research And Innovation Congress (26-28.11.2022)'de sözlü olarak sunulmuş ve özeti yayınlanmıştır.

"Edirne ili sebze alanlarında bulunan fitofag ve predatör akar türlerinin belirlenmesi" konulu yüksek lisans tezinin bir bölümüdür.

meyvelerin iyi koşullarda ve kaliteli olarak yetiştirildiği nadir ülkelerden biridir. Trakya yakasında yer alan Edirne ilinde genel olarak karasal iklim hakim olmasına rağmen yer yer Karadeniz ve Akdeniz iklimi de görülebildiği için pek çok sebze türünün üretimi yapılabilmektedir.

Sebze yetiştiriciliği çoğunlukla sıcak iklimlerde yapılır; fakat pek çok sebze zararlısı da yaz aylarında aktivite gösterir. Temmuz ve Ağustos aylarında maksimum seviyeye ulaşan akarlar bu zararlılardan biridir. Fitofag akar türleri sebzelerin özellikle yapraklarındaki özsuynunu emerek klorofil miktarı, dolayısıyla da fotosentezi azaltır, yaprakların renginde önce açık renkli noktacıklar, gümüşü renk, ilerleyen aşamada da bronz renk meydana gelir, yapraklar kurur ve dökülür, ürün verimi azalır [1-2]. Dünyada ve ülkemizde seralarda ve tarlalarda yetiştirilen sebzelerde bulunan akarlar ile ilgili pek çok çalışma yapılmıştır [3-17].

Bu araştırmada Edirne ili sebze alanlarında bulunan bitki zararlısı olan fitofag akar türleri ile fitofag akarlar ile beslenen avcı (faydalı) akar türleri belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca akar türlerinin sebzelerdeki konukçuları ve konukçulardaki dağılımları hakkında bilgi sahibi olmak amaçlanmıştır.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada Edirne ili Merkez ilçede Edirne ilini temsil edecek şekilde sebzelerin en fazla yetiştirildiği Karaağaç, Bosnaköy ve Yeniimaret semt ve mevkiilerine arazi çıkışları yapılarak buralardaki bulunan sebze ekim alanları, bahçeler ve örtüaltında yetiştirilen sebzelerden örnekler alınmıştır. Haziran-Ekim ayları arasında belirli periyotlarla sebzelerden yaprak örnekleri alınmıştır. Örneklemelerin yapıldığı sebze türlerinin isimleri ve toplanan örnek sayıları Tablo 1’de verilmiştir.

Konukçu bitki ismi, toplandığı yer ve tarih gibi bilgilerin yazılı olduğu etiketli kağıt torbalara konulan örnekler araziden laboratuvara getirilip buzdolabında +4 derecede korunmuştur. Örnekler stereo mikroskop altında hızlı bir şekilde incelenerek görülen akarlar 00 nolu fırça yardımıyla içinde %70’lik alkol bulunan küçük tüplere aktarılmış ve Düzgüneş [18]’e göre preparatları yapılmıştır. Preparatların yapımı tamamlandıktan sonra inkübatörde kurumaya bırakılmış ve teşhis için hazır hale gelmiştir. Çalışmada saptanan akar türlerinin teşhislerinde [19-30]’den yararlanılmıştır.

Tablo 1. Edirne ili sebze alanlarından örnek toplanan sebze türlerinin isimleri ve örnek sayıları (adet).

Konukçu Bitkinin			
Familyası	Latince adı	Türkçe adı	Örnek sayısı (adet)
Brassicaceae	<i>Brassica oleracea</i> L.	Kara lahana	5
	<i>Cucurbita moschata</i> Duch.	Balkabağı	5
Cucurbitaceae	<i>Cucumis sativus</i> L.	Hıyar	13
	<i>Cucurbita pepo</i> L.	Kabak	34
	<i>Cucumis melo</i> L.	Kavun	8
	<i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.)	Karpuz	14
Fabaceae	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Fasulye	8
	<i>Vigna unguiculata</i> L.	Bamya	34
	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Barbunya	12
Malvaceae	<i>Abelmoscus esculentus</i> L.	Bamya	10
	<i>Capsicum annum</i> L.	Biber	62
Solanaceae	<i>Lycopersicon esculentum</i> (L)	Domates	45
	<i>Solanum melongena</i> L.	Patlıcan	41
Toplam			299

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırmada Edirne ili Merkez ilçenin 3 farklı bölgesindeki sebze yetiştirilen alanlardan 14 sebze türüne ait toplam 299 adet örnek toplanmıştır.

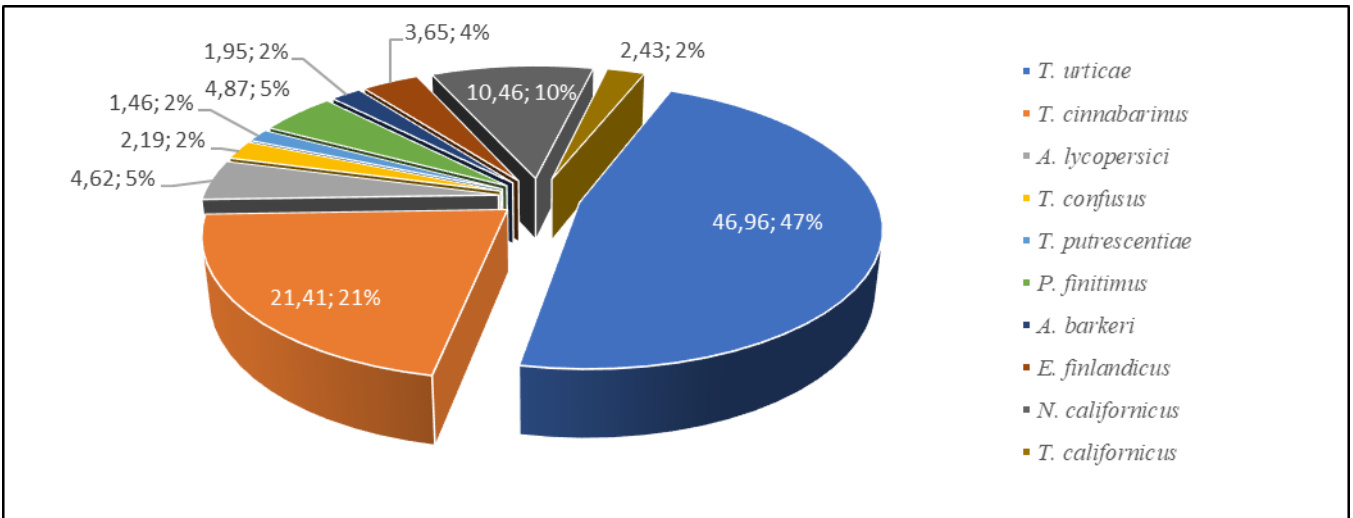
Yapılan örneklemede Tetranychidae familyasına ait 2 tür, Eriophyidae familyasına ait 1 tür, Tarsonemidae familyasına ait 1 tür, Phytoseiidae familyasına ait 4 tür, Acaridae familyasına ait 1 tür, Tydeidae familyasına ait 1 tür olmak üzere toplam 10 tür belirlenmiş olup, toplanan 299 adet örneğin 167 tanesinin (%56'sı) akarla bulaşık olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre zararlı akar türlerinden *Tetranychus urticae* Koch, *Tetranychus cinnabarinus* Boisd., *Aculops lycopersici* Masee ve *Tarsonemus confusus* Ewing türü tespit edilmiştir (Tablo 2).

Predatör akarlar bakımından Phytoseiidae familyasından *Phytoseius finitimus* Ribaga, *Amblyseius barkeri* Hughes, *Euseius finlandicus* Oudemans ve *Neoseiulus californicus* McGregor en göze çarpan türler olmuştur.

Tablo 2. Edirne ili sebze alanlarında tespit edilen akar türleri.

Takım	Alttakım	Familya	Türler
Acariformes	Prostigmata	Tetranychidae Eriophyiidae Tarsonemidae	<i>Tetranychus urticae</i> Koch <i>Tetranychus cinnabarinus</i> Boisd <i>Aculops lycopersici</i> Masee <i>Tarsonemus confusus</i> Ewing
Parasitiformes	Mesostigmata	Phytoseiidae	<i>Phytoseius finitimus</i> Ribaga <i>Amblyseius barkeri</i> Hughes <i>Euseius finlandicus</i> Oudemans <i>Neoseiulus californicus</i> McGregor
Acariformes	Astigmata Prostigmata	Acaridae Tydeidae	<i>Tyrophagus putrescentiae</i> Schrank <i>Tydeus californicus</i> Banks

Araştırma sırasında, zararlı akar türlerinden Tetranychidae familyasından *T. urticae*, toplam 193 birey ve %46.96'lık bulunuş oranı ile en yaygın görülen akar türü olmuştur (Tablo 3) (Şekil 1).



Şekil 1. Edirne ili sebze alanlarında tespit edilen akarların bulunuş oranları (%)

Tablo 3. Edirne ili sebze alanlarında saptanan akar türlerinin konukçu bitkilere göre dağılımı ve bulunuş oranları (%).

	T. u*	T. c	A. l	Ta. c	P. f	A. b	E. f	N. c	T. p	T.ca	Toplam
Fasulye	51♀1♂	16♀	-	-	1♀	3♀	3♀	7♀	-	-	81♀9♂
Börülce	16♀	8♀1♂	-	-	2♀	2♀	1♀	1♀	1♀	-	32♀1♂
Barbunya	5♀	8♀	-	-	-	-	-	2♀	-	-	15♀
Bamya	1♀	5♀1♂	-	-	-	-	-	-	-	-	6♀1♂
Biber	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Domates	34♀	11♀	19♀	9♀	-	2♀	7♀	9♀	2♀	8♀	101♀
Patlıcan	30♀	11♀	-	-	12♀	-	2♀	4♀	-	-	59♀
Hıyar	-	3♀	-	-	-	-	-	-	-	1♀	4♀
Kabak	18♀	17♀	-	-	4♀	1♀	-	14♀	-	1♀	55♀
Karalahana	4♀	-	-	-	-	-	-	-	3♀	-	7♀
Bal kabağı	3♀	2♀	-	-	-	-	-	-	-	-	5♀
Karpuz	16♀	5♀	-	-	1♀	-	2♀	6♀	-	-	30♀
Kavun	14♀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14♀
TOPLAM	192♀1♂	86♀2♂	19♀	9♀	20♀	8♀	15♀	43♀	6♀	10♀	408♀3♂
%	46.96	21.41	4.62	2.19	4.87	1.95	3.65	10.46	1.46	2.43	

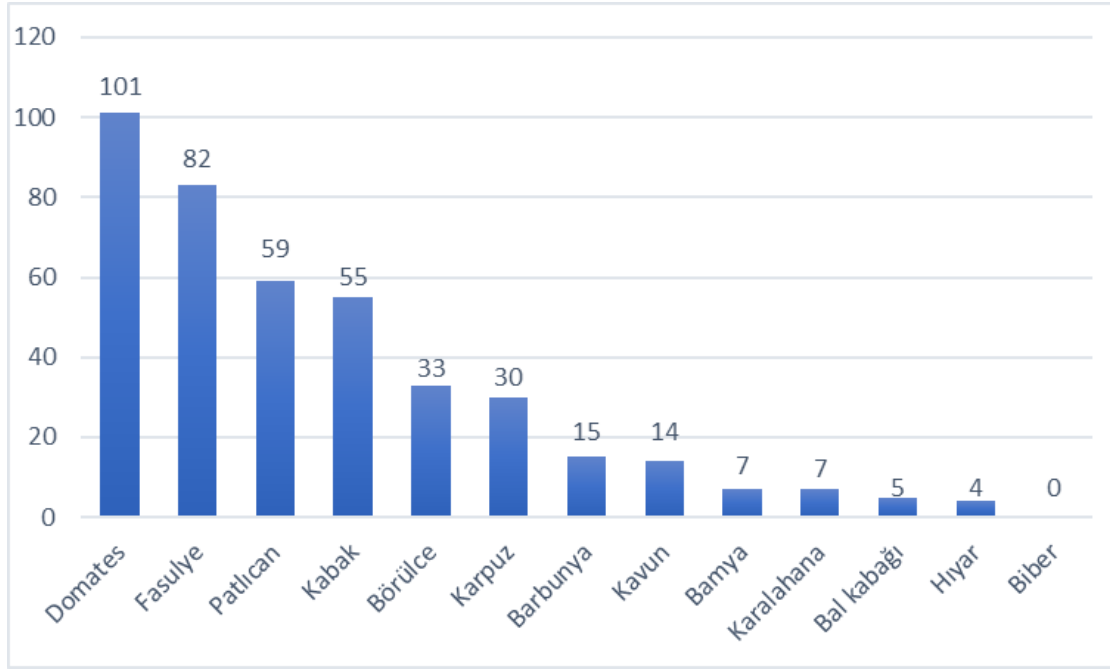
*T.u: *T.urticae*; T.c: *T.cinnabarinus*; A.c: *A.lycopersici*; Ta: *T.confusus*; P.f: *P.finitimus*, E.u: *E.finlandicus*; N.c: *N.californicus*; T.p: *T.putrescentiae*; Ty.c: *T.californicus*

T. urticae'yi 88 birey ve %21.41 bulunuş oranıyla *T. cinnabarinus* ve birey ve %10.46 bulunuş oranı ile avcı akar *N. californicus* takip etmektedir. Diğer avcı tür *P. finimitus* 20 birey ile % 4.87 bulunuş oranına sahiptir. Domates bitkisinde tespit edilen Eriophyidae familyasından *A. lycopersici* 19 birey ile % 4.62 bulunuş oranına sahip olmuştur (Tablo 3).

Yapılan taramalarda 73 adedi zararlı akar bireyi olmak üzere toplam 101 birey domateste; 14 bireyi faydalı ve nötr, 68 bireyi zararlı olmak üzere toplam 82 birey fasulyede tespit edilmiştir (Şekil 2). Domates ve fasulyeyi, patlıcan ve kabak takip etmiştir. Balkabağı ve bamyada yararlı ve nötr türlere rastlanmazken biber teşhis edilen tür olmamıştır. Domates bitkisi hem faydalı hem zararlı akar türlerinin en çok bulunduğu konukçu olmuştur.

Çalışmada akar türlerine ait 411 birey tespit edilmiş olup, bunun 29 adedi faydalı ve nötr, 90 adedi zararlı olmak üzere toplam 119 adedi domateste; 20 adedi faydalı ve nötr, 82 adedi zararlı olmak üzere toplam 102 adedi fasulyede tespit edilmiştir. Balkabağı ve bamyada yararlı ve nötr türlere rastlanmazken bu sebzelerde sırasıyla 6 ve 11 adet zararlı tür tespit edilmiştir. Biber ve mısırdaki ise akar bulunamamıştır. Faydalı ve nötr akarların da zararlı akar türlerinin de en fazla tespit edildiği sebze domates olmuştur.

Araştırma sonucunda sebzelerde en fazla *Tetranychus* türleri tespit edilmiştir. *T. urticae* en çok fasulye bitkisinde görülmüştür (52 ♀; 1 ♂). Bunu sırasıyla domates (34 ♀) ve patlıcan (30 ♀) takip etmiştir.



Şekil 2. Edirne ilinde sebzelerde tespit edilen akar populasyon sayıları (adet).

3.1. Familya: Tetranychidae

Tetranychus urticae Koch, 1836

Edirne ilindeki sebze yetiştirilen alanlarda en yüksek popülasyonu fasulye, domates ve patlıcan bitkilerinde olmak üzere, 13 farklı sebze türünde toplam 192 adet dişi ve 1 adet erkek *T. urticae* bireyi tespit edilmiştir. Surveyde tüm türlerin popülasyonu dikkate alındığında *T. urticae* %46.96 oranı ile en sık görülen akar türü olarak belirlenmiştir (Tablo 3).

Konukçuları ve dağılımı: *T. urticae* dünyanın hemen her yerinde bulunur, bu ülkelerden bazıları; Almanya Afganistan, Cezayir, Arjantin, Avustralya, Belçika, Brezilya, Bulgaristan, Kanada, Danimarka, Finlandiya, İtalya, İran Irak, Fransa, Almanya, Pakistan, Portekiz, Meksika, Yeni Zelanda, Kore, Macaristan, Morocco, Amerika, Srilanka, Suriye, Lübnan, Litvanya, Norveç, İspanya, Yugoslavya, Yemen, Hollanda, Türkiye olarak bildirilmektedir [21, 31]. *T. urticae* başta Ege, Akdeniz, Trakya ve Orta Anadolu olmak üzere ülkemizin hemen her yerinde pek çok konukçu bitki üzerinde yaygın ve zararlı bir türdür.

T. urticae'nin ülkemizin hemen hemen tüm bölgelerinde hıyar, domates, biber, patlıcan, kabak, biber, fasulye, börülce, bamyas, havuç, mısır, pırasa, soğan, marul, turp, kavun, karpuz gibi sebzelerde ve pek çoğunda da ana zararlı olarak tespit edilmiştir [6,7,14, 32-35]. Bu polifag tür ayrıca Trakya'da meyve bahçeleri, süs bitkileri, çalimsı bitkiler, orman ağaçlarında da yaygın ve zararlıdır [36-39].

Tetranychus cinnabarinus Boisd., 1956

Bu çalışmada Edirne ilinde sebze yetiştirilen alanlarda 86'sı dişi, 2'si erkek olmak üzere toplam 88 adet *T. cinnabarinus* bireyi tespit edilmiştir. Tüm türler arasındaki bulunuş oranı %21.41 ile ikinci en yaygın tür olmuştur.

Konukçuları ve dağılımı: Polifag bir zararlıdır. Pamuk, pek çok sebze (marul, domates, patlıcan, nane, biber, hıyar gibi) çilek, böğürtlen gibi meyveler, menekşe, mine çiçeği gibi süs bitkileri ve bazı yabancı otlar konukçuları arasındadır [21].

Adana, Antalya ve Kahramanmaraş'da fasulye ekiliş alanlarında [7], İzmir'de örtü altı hıyar seralarında [6], Antalya Kumluca seralarında domates, biber, patlıcan, hıyar, kavun, kabak, fasulyede [12], Şanlıurfa'da marul, domates, patlıcan, nanede [33], Antalya'da patlıcanda tespit edilmiştir [5].

3.2. Familya: Eriophyidae

Eriophyoid akarlar 0.1–0.3 mm boyunda olup kurtçuk veya iğ şeklinde halkalı vücutları, iki çift bacakları, proximal pozisyonlu genitaliaları ve özelleşmiş ağız styletleri ile bağlı buldukları Acarina takımında diğer gruplardan belirgin şekilde ayrılırlar. Bu farklılaşmaya rağmen diğer akarlarda olduğu gibi eriophyoid akarlarda da vücut üç bölümden oluşur [21]. Gnathosoma aşağı doğru eğik olup styletleri iğne benzeri yapıda, düz veya eğik durumdadır. Gnathosoma büyüklüğü ve üzerindeki setalar taksonomik bakımdan önemlidir [40]. Podosoma; üçgen şeklinde olup vücudun anterodorsal kısmını örter.

Aculops lycopersici Massae, 1937

Çalışmada domates yapraklarında *A. lycopersici* tespit edilmiştir

Konukçuları ve Yayılışı: Başta domates olmak üzere özellikle Solanaceae familyasına ait patates, patlıcan, tütün, biberde ve ayrıca yabancı otlardan köpek üzümü, şeytan elması, tarla sarmaşığı ile süs bitkilerinden gündüz sefasında tespit edilmiştir [6, 9, 12, 21, 34, 41, 42]. Bu konukçular haricinde kuş üzümü, tütün, tatlı ve kırmızı biber, patates, böğürtlen, tarla sarmaşığı, *Petunia* spp. gibi birçok konukçusu vardır. (Baker et al. 1996;). Ordu ve Samsun illerinde pepino üzerinde *A. lycopersici* nin tespit edilmesi ilk kayıttır [13].

3.3. Familya: Tarsonemidae

Tarsonemidae familyası üyelerinin segmentlere ayrılmış idiosomalrı, gnathosomanın arkasına yerleşmiş 1 çift pseudostigmatik organları vardır. Bu organdaki trakeal açıklıklar dişilerde farklıdır ve propodosomanın ön kenar boşluğunda sırt boyunca yer alır. Familyanın bu tanısı dişi ve erkek karakterlere dayalıdır. Dişiler için bacaklarının 4. çifti taksonomide çok önemlidir, bu bacaklar çok incedir, 4 segmentlidir, ununda uzun ve basit seta vardır. Erkeklerde bacakların son çifti zayıftır; genellikle 4 segmentlidir ve sonunda basit bir tırnak bulunur[43].

Tarsonemus confusus Ewing, 1939

Sadece domateslerden elde edilen örneklerde 9 adet *T. confusus* dişi bireyi tespit edilmiştir.

Konukçuları ve Yayılışı: *T. confusus*, Antalya ve Edirne'de ateş dikeni üzerinde tespit edilmiş, bunun yanında bu türün içinde süs ve sera bitkilerin de bulunduğu 50' ye yakın kültür bitkisi üzerinde zarar oluşturduğu ve dünya çapında yaygın bir tür olduğunu belirtilmiştir [43]. Bu tür Tokat'ta domates, hıyar, biber ekim alanlarında ve buralarda bulunan yabancı otlardan tarla sarmaşığı, serçe dili, domuz pıtrağı ve tilki kuyruğu üzerinde [34], Ankara, Bursa ve Yalova domates yetiştirme alanlarında % 0.32 oranında [14], Ordu'da domates ve patlıcanda tespit edilmiştir [35].

3.4. Familya: Phytoseiidae

Phytoseiidae familyası türleri Tetranychid, eriophid gibi önemli fitofag akarlarla beslenen avcı türlerdir. Ülkemizde Phytoseiid akarlar ile yapılan pek çok araştırma bulunmaktadır [3,4, 41, 44-50].

***Phytoseius finitimus* Ribaga, 1904**

Edirne’de fasulye, börülce, patlıcan, kabak ve karpuzda toplam 20 adet *P. finitimus* dişi bireyi saptanmış, en fazla yoğunluk 10 birey ile patlıcanda tespit edilmiştir. Bu avcı türün bulunuş oranı %4.87 olarak hesaplanmıştır.

Konukçuları ve Yayılışı: Bu tür Amerika, Kuzey ve Orta Avrupa ile Akdeniz ülkelerinde yaygındır [41, 44, 51]. Antalya ili sebze alanlarında [3], Ankara, Bursa ve Yalova illerinde domateslerde % 0.24 oranında [14]. Ordu’da biber, hıyar, fasulye, patlıcan, domateste [35], Tekirdağ’da badem ağaçları [38], süs elması, dişbudak, akçaağaç, puro ağacı, asma, kivi, acem borusu, ateş dikenini, gülde [39], erik, vişne ve kiraz ağaçlarında [37], Diyarbakır’da 26 konukçuda [52] tespit edilen oldukça yaygın faydalı akar türüdür.

***Euseius finlandicus*, Oudemans 1915**

Domates, patlıcan, fasulye, karpuz ve börülcede % 3.65 bulunuş oranı ile tespit edilmiştir.

Konukçuları ve Yayılışı: Bu avcı tür Trakya’da ceviz, elma, süs elması, kiraz, vişne, incir, erik, şeftali, asmada saptanmıştır [49]. *E. finlandicus* Ankara, Bursa ve Yalova domates yetiştirilen alanlarında tüm illerde toplam % 0.48 oranında [14], Ordu’da fasulye, biber ve hıyarda [35], Tekirdağ’da erik, vişne, kiraz [37], badem [38] ve pek çok orman ağacı, çalimsı bitki ve süs bitkilerinde [39] tespit edilmiştir. Akarın Adana, Amasya, Ankara, Antalya, Bitlis, Burdur, Bursa, Edirne, Erzincan, Erzurum, Gümüşhane, Hakkâri, İçel, Isparta, İstanbul, İzmir, Kastamonu, Kırklareli, Konya, Manisa, Nevşehir, Niğde, Tokat, Van Gölü çevresi, Yalova illerinde de bulunduğu bildirilmektedir [53].

Diğer bazı konukçuları; *Aesculus hippocastanum*, *Citrus* spp., *Convolvulus* sp., *Cornus mas*, *C.avellana*, *Eriobotrya japonica*, *Ficus carica*, *Fragaria vesca*, *J. regia*, *M. communis*, *Malus floribunda*, *Morus alba*, *Prunus armeniaca*, *Prunus avium*, *Prunus cerasus*, *P. domestica*, *P.persica*, *Tilia platyphyllos*, *Ulmus campestris*, *Viburnum opulus*, *Vitis vinifera* [45,49,50,54]’dır.

***Amblyseius barkeri* Hughes, 1948**

Çalışmada fasulye, kabak, börülce ve domateste *A. barkeri* bireyleri tespit edilmiştir.

Konukçuları ve Yayılışı: Bu avcı türün İngiltere, tüm Avrupa, Amerika ve İsrail’de yaygın olduğu Tetranychidae ve Tyroglyphidae türleriyle beslendiği bilinmektedir [55].

Türkiye’de varlığı ilk kez Adana’da çilek örneklerinde kayıt edilmiştir [56]. Bursa, Yalova, Niğde, Nevşehir, Tokat, Amasya, Gümüşhane, Kastamonu, Ankara illerini kapsayan surveylerde sebze ve meyveler üzerinde *A. barkeri* tespit edilmiştir [45-47]. Antalya’da sebze alanlarında [3], Antalya’nın Merkez ilçesinde patlıcan [54], Şanlıurfa’da açık alanda yetiştirilen sebzelerde *A. barkeri* saptanmıştır [33].

***Neoseiulus californicus* Mc Gregor, 1954**

Edirne ilinde sebze yetiştirilen alanlarda en çok kabakta olmak üzere 43 adet *N. californicus* dişi bireyi tespit edilmiştir. Bu faydalı akar türüne %10.46 oranında rastlanmıştır. Avcı akarların oranının yüksek olması doğal denge bakımından oldukça önemlidir.

Konukçuları ve Yayılışı: Bu avcı akarın doğal populasyonları Arjantin, Kaliforniya, Şili, Florida, Japonya, Güney Afrika, Teksas, güney Avrupa'nın bazı bölgelerinde ve tüm Akdeniz'in sınırı boyunca, avokado, turunc ve meyve ağaçları, mısır, üzüm, çilek, çeşitli sebzeler ve süs bitkileri üzerinde bulunur [2].

N. californicus, *Aculus schlehtendali*, *Oligonychus pratensis*, *O. persiceae*, *O. ilicis*, *Panonychus ulmi* gibi önemli zararlı türler ile beslenen en etkili phytoseiid türlerinden biridir. Özellikle *T. urticae* ile beslendiğinde yaşam süreleri, net üreme güçleri ve üreme kabiliyetlerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir [57]. Ülkemizde ilk olarak Aydın Kuşadası ilçesinde kayıt edilmiş olup [58], Ankara, Bursa ve Yalova'da domates yetiştirilen alanlarda [14], Çanakkale'de patlıcan ve domateste [17] tespit edilmiştir.

3.5. Familya: Acaridae

Acaridae familyasının 400'den fazla türü bulunmaktadır. İdiosoma üzerinde sejugal hat bulunur, dorsal kıllar ok gibi düzdür, genital açıklık coxa IV'ün arasında ya da arkasındadır [55].

Tyrophagus putrescentiae Schrank, 1781

Domates, kara lahana ve bürülcede toplam 6 adet dişi bireyi tespit edilmiştir.

Konukçuları ve Yayılışı: Edirne'de *T. putrescentiae* genellikle "küf akarı" olarak bilinir, asıl olarak depo zararlısı olmakla birlikte yeşil bitkilerde de görülebilir, özellikle aşırı nemli yerlerde bulunur, mantar yetiştirilen alanlar, samanlıklar gibi çok geniş ve farklı habitata yayılmıştır ve genellikle böcek veya diğer akar zararları sonrasında ortaya çıktıklarını saptanmıştır [55].

Ülkemizde bu tür için ilk kayıt kuru incirlerde yapılmıştır, ayrıca bu zararlı tür İzmir, Malatya, Elazığ ve Tekirdağ illerinde un ve undan mamül ürünlerde ve kuru meyvelerde saptanmıştır [59, 60, 61], Tekirdağ'da ihlamur, dişbudak asma, gülde [39] tespit edilmiştir.

3.6. Familya: Tydeidae

Çok küçük akarlardır. Erginlerin vücutları hafifçe sklerotize olabilir, palpusları dört segmentlidir. Chelicera'nın hareketli kısmı iğne benzeri ve serbesttir, dorsal vücut kılları basit, çıplak, tüylü ya da testere şeklinde olabilir [21].

Tydeid'ler çok geniş bir konukçu dizisine sahip, dünyanın her yerine yayılmış sıkça karşılaşılan türlerdir. Toprakta, organik artıklarda, çim alanlarında, liken, mantar, alg, ağaçların kabuk, yaprak ve meyvelerinde, saman, ot balyaları, depolanan ürünlerde görülebilmekte, böcek ya da diğer akar türlerinde predatör olarak yaşayanları veya funguslar üzerinde ve çürüyen organik artıklarda beslenen türleri bulunmaktadır [2, 21].

Tydeus californicus Banks, 1904

Sebzelerde yapılan surveyde 8 adedi domateste olmak üzere 10 adet *T. californicus* dişi bireyi tespit edilmiştir. Konukçuları ve Yayılışı: *T. californicus*, ülkemizde biberde [35], bazı sert ve yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında [37,38,62], akçağaç, dişbudak ve acemborusunda [39] tespit edilmiştir.

Edirne ili merkezinde sebzelerin bulunduğu seralar ve bahçelerde yapılan taramalarda 13 sebze türü incelenmiştir. Bu sebzelerden 299 adet örnek toplanmış ve bunlardan 167 adetinin , % 55,86'sının akarlarla bulaşık olduğu görülmüştür. Araştırmada tür teşhisi yapılamayan sadece cins düzeyinde tanımlanan akarlar sonuçlara dahil edilmemiş, sadece kesin tür teşhisi yapılabilenler verilmiştir.

Çalışmada Tetranychidae, Eriophyidae ve Tarsonemidae familyalarına ait zararlı türler; Phytoseiidae, Acaridae ve Tydeidae familyalarına ait ise faydalı ve nötr türler tespit edilmiştir. En fazla bulunan zararlı akar 193 adet ve %46.96 bulunuş oranı ile Tetranychidae familyasına bağlı *T. urticae*; en fazla bulunan predatör akar ise 43 birey ve %10.46 bulunuş oranı ile Phytoseiidae familyasına bağlı *N. californicus* olmuştur. Bu çalışmada türlere ait olarak toplam 411 adet birey tespit edilmiştir. Bu bireylerin sadece 3 adeti erkektir ve tespit edilen diğer bireyler dişidir. 14 sebze türü üzerindeki akar dağılımı ve yoğunlukları incelendiğinde, akarların en çok tercih ettiği konukçuların sırasıyla domates ve fasulye olduğu saptanmıştır.

Bu çalışma ile Edirne ilindeki sebzeler üzerinde bulunan zararlı ve faydalı akar faunası tespit edilmiş olup hangi sebzelerde hangi akar türlerinin bulunduğu saptanmıştır. Sebzelerde zararlı olan akarların ekonomik öneme sahip ürünlerde zarar yapması, bitkiler üzerinde doğrudan beslenebilmeleri, ayrıca virüs vektörü de olabilmeleri nedeniyle sebze zararlıları olarak çok önemlidir.

Sebzelerde tespit edilen predatör akarların azımsanmayacak orandaki varlıkları da dikkat çekicidir. Fazla kimyasal kullanımı hem bitkilerde fitotoksik etki yaratması, hem de predatör akarların populasyonlarında azalmaya ya da tamamen yok olması sebebiyle fazla tercih edilmemelidir. Predatör akar salımları sıklıkla yapılarak hem zararlı populasyon baskı altına alınabilir hem de doğal denge korunmuş olur. Her ne kadar kitle üretim ve etkinlik çalışmaları yapılsa da ülkemizde bu konuda fazla ilerleme sağlanamamıştır. Biyolojik mücadelede kullanılacak predatörler çoğunlukla yurt dışından getirildiği için mücadele masrafları yükselmektedir. Böyle bir durum ile karşılaşan üretici ise uygulaması daha kolay ve ucuz olan kimyasal mücadeleyi biyolojik mücadeleye tercih etmektedir. Ülkemiz üreticisinin predatör akar kullanımını tercih etmesini sağlamak için avcı akarların ticari üretimi yapılarak kolayca temin edilmeleri sağlanmalı ve bu konuda üreticiler bilgilendirilmeli ve teşvik edilmelidir.

Finansman:

Yazarlar bu çalışmanın araştırılması, yazarlığı veya yayınlanması için herhangi bir maddi destek almamıştır

Çıkar Çatışması/Ortak Çıkar Beyanı:

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması veya ortak çıkar beyan edilmemiştir.

Yazarların Katkısı

Her iki yazar da eşit oranda katkıda bulunmuştur.

Etik Kurul Onayı

Bu çalışma etik kurul izni veya herhangi bir özel izin gerektirmez.

Araştırma ve Yayın Etiği Bildirgesi:

Yazarlar, makalenin tüm süreçlerinde Environmental Toxicology and Ecology Dergisinin bilimsel, etik ve alıntı kurallarına uyduklarını ve toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapmadıklarını beyan ederler. Ayrıca karşılaşılabilecek etik ihlallerden Environmental Toxicology and Ecology ve yayın

kurulunun hiçbir sorumluluğu olmadığını ve bu çalışmanın Environmental Toxicology and Ecology dışında herhangi bir akademik yayın ortamında değerlendirilmediğini beyan ederler.

REFERANSLAR

- [1] [1] R.J. Campbell, R.L. Grayson and R.P. Marini, “Surface and Ultrastructural Feeding Injury to Strawberry Leaves by the Twospotted Spider Mite,” Hortscience, vol. 25, pp. 948-951, 1990.
- [2] G. W. Krantz, and D. E. Walter, “ A Manual of Acarology,” 3rd ed. Lubbock (TX), Texas Tech University Press, p. 816, 2009.
- [3] S. Çobanoğlu “Determination of the phytoseiid (Acarina: Mesostigmata) species from vegetable growing areas of Antalya,” Bitki Koruma Bülteni, vol. 29. pp. 47–64, 1989a.
- [4] Çobanoğlu, “Some phytoseiid mite species (Acarina, Phytoseiidae) determined in citrus orchards in some regions of Turkey,” Türkiye Entomoloji Dergisi vol. 13pp. 163–178, 1989b.
- [5] A. Soysal ve A. Yayla, “Antalya İli Patlıcanlarında Zararlı *Tetranychus* spp. (Acarina: Tetranychidae)’nin ve Doğal Düşmanlarının Populasyon Yoğunluklarının Tespiti Üzerinde Ön Çalışmalar,” Bit.Kor.Bül. vol. 28, no.1-2. pp. 29-41, 1988.
- [6] N. Yaşarakıncı ve P. Hıncal, “İzmir’de Örtü altında Yetiştirilen Domates, Hıyar, Biber ve Marulda Bulunan Zararlı ve Yararlı Türler ile Bunların populasyon Yoğunlukları Üzerinde Araştırmalar,” Bitki Koruma Bülteni, vol. 37, no. 1-2, pp. 79-89, 1997.
- [7] C. Yabaş ve A. Ulubilir, “Akdeniz Bölgesinde Fasulye Alanlarında Bulunan Böcek ve Akar Faunası,” Bitki Koruma Bülteni, vol. 33, no. 1-2, pp. 52-60, 1993.
- [8] C. Yabaş ve A. Ulubilir, “Akdeniz Bölgesi’nde Örtü altında Yetiştirilen Sebzelere Görülen Zararlı ve Yararlı Faunanın Tespiti,” Türk. Entomol. Derg., vol. 20, no.3, pp. 217-228, 1996.
- [9] N. Madanlar ve C. Öncüer, “İzmir İlinde Sera Domates Zararlısı Olarak *Aculops lycopersici* (Massae) (Acarina: Eriophyidae). Türk. Entomol. Derg., vol 18 no 4 pp: 237-240, 1994.
- [10] İ. Kasap, “İki Noktalı Kırmızı Örümcek, *Tetranychus urticae* Koch (Acari; Tetranychidae)’nin Laboratuvar Koşullarında Üç Farklı Konukçu Üzerinde Biyolojisi ve Yaşam Çizelgesi,” Türkiye Entomoloji Dergisi, vol. 26, no. 4, pp. 257-266, 2002.
- [11] Z.Q. Zhang “Mites of Greenhouses: Identification, Biology and Control,” CABI Publishing, Wallingford, Oxon, UK, p.244, 2003.
- [12] M. Can ve S. Çobanoğlu, “Kumluca (Antalya) ilçesinde sebze üretimi yapılan seralarda bulunan akar (Acari) türlerinin tanımı ve konukçuları üzerinde çalışmalar,” Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, vol. 23, no.2, pp. 87-92, 2010
- [13] R. Akyazı, “First report of *Aculops lycopersici* (Tryon, 1917) (Acari: Eriophyidae) on Pepino in Turkey,” Journal of Entomological and Acarological Research, vol. 44: 20 pp. 115-116, 2012.

- [14] S. Çobanoğlu ve N.A. Kumral, “Ankara, Bursa ve Yalova İllerinde Domates Yetiştirilen Alanlarda Zararlı ve Faydalı Akar (Acari) Biyolojik Çeşitliliği ve Popülasyon Dalgalanması” Türkiye Entomoloji Dergisi, vol. 38, no. 2, pp. 197-214, 2014.
- [15] N.A. Kumral ve S. Çobanoğlu, “The potential of the nightshade plants (Solanaceae) as reservoir plants for pest and predatory mites,” Turkish Journal Of Entomology, vol. 39, no.1, pp. 91-108, 2015.
- [16] N. A. Kumral ve S. Çobanoğlu, “The Mite (Acari) biodiversity and population fluctuation of predominant species in eggplant,” Journal of Agricultural Sciences, Vol. 22, pp. 261-274, 2016.
- [17] İ. Kasap, “Çanakkale ili sebze alanlarında görülen avcı akar türleri,” Türkiye Biyoloji Dergisi, vol. 11, no. 2, pp. 253-260, 2020.
- [18] Z. Düzgüneş, “Küçük Arthropodların Toplanması, Saklanması ve Mikroskopik Preparatlarının Hazırlanması,” Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Matbaa Şubesi Müdürlüğü, Ankara, p. 77, 1980.
- [19] E.W. Baker, “ The Genus *Tydeus*: Subgenera and Species Groups With Description of New Species (Acarina: Tydeidae),” Annals of the Entomol. Society of America, vol.63, no.1, pp.163-177, 1965.
- [20] E.W. Baker, T Kono, J.W.Amrine, M.D. Delfinado-Baker and T.A. Stasny, “Eriophyoid mites of the United States,” Indira Publishing House, West Bloomfield, Michigan, USA, 394, 1996.
- [21] L. R. Jeppson, H.H. Keifer and E.W. Baker, “Mites Injurious to Economic Plants,” University of California Press, p. 614, 1975.
- [22] H.H. Keifer, “Eriophyid studies” B-8. Bureau Entomol., Calif. Dept. Agric, Eriophyid series, p. 20, 1962.
- [23] H.H. Keifer, “ Eriophyid studies,” C-3. ARS-USDA, p. 23, 1969.
- [24] H.H. Keifer, “Eriophyid studies” C-15. ARS-USDA, p. 24, 1978.
- [25] G.A. Beglyarov, “Keys to the determination of phytoseiid mites of the U.S.S.R. Information,” Bulletin, Internal Organization for Biological Control of Noxious Animals and Plants, East Palaearctic Section, vol. 2,no. 1, p. 97, 1981.
- [26] G.J. Moreas, J.A. McMurty and H.A. Denmark, “A Catalog of the Mite Family Phytoseiidae: References to Taxonomy, Synonymy, Distribution and Habitat,” Embrapa- Ddt, Brasilia, p. 353, 1986.
- [27] D.A. Chant and J.A. McMurtry, “ Illustrated keys and diagnoses for the genera and subgenera of the Phytoseiidae of the world (Acari: Mesostigmata),” Indira Publishing House, West Bloomfield, p.219, 2007.
- [28] J. Z. Lin and Z. Q. Zhang, “Tarsonemidae of the World: Key to Genera, Geographical Distribution, Systematic Catalogue and Annotated Bibliography,” Systematic and Applied Acarology Society, London, p. 440, 2002.
- [29] O.D. Seeman and J.J. Beard, “Identification of exotic pest and Australian native and naturalised species of *Tetranychus* (Acari: Tetranychidae),” Zootaxa, vol.72, pp. 1-72, 2011.

- [30] S. Çobanoğlu, E.A. Ueckermann and N.A. Kumral, “A new *Tetranychus* Dufour (Acari: Tetranychidae) associated with Solanaceae from Turkey,” Turkish Journal of Zoology, vol. 39, pp.565–570, 2015.
- [31] Z.Q. Zhang and R. Henderson, ”Key to Tetranychidae of New Zealand,” Landcare Research Private Bag 92170 Auckland New Zealand, p. 62, 2002.
- [32] A.Migeon, E. Nouguier and F. Dorkeld, “Spider Mites,” Web: a comprehensive database for the Tetranychidae. Trends in Acarology, pp. 557-560, 2011.
- [33] E. Çıkman, A.Yücel ve S.Çobanoğlu, “Şanlıurfa ili sebze alanlarında bulunan akar türleri, yayılışları ve konukçuları,” Türkiye 3. Bitki Koruma Kongresi. Ankara. pp. 517–525, 1996.
- [34] Tokkamuş, F.N. 2011. “Tokat İlinde Yetiştirilen Bazı Sebze Türlerinde Faydalı ve Zararlı Akar (Acari) Türlerinin Belirlenmesi.” Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Tokat.
- [35] A. Soysal and R. Akyazı “ Mite species of the vegetable crops in Ordu Province with first report of *Amblyseius rademacheri* Dosse, 1958 (Mesostigmata: Phytoseiidae) in Turkey,” Türk. entomol. derg., vol. 42, no. 4, pp. 265-286, 2018.
- [36] N. Kılıç ve S. Çobanoğlu, “Plant parasitic mite species (Acarina:Prostigmata) of pome fruit trees of Tekirdag-Turkey,” 8th Symposium of the European Association of Acarologists (EURAAC) Valencia, Spain, 11th – 15th July 2016, pp. 83-84, 2016.
- [37] N Kılıç, M Keskin ve S. Çobanoğlu, “Tekirdağ ilinde bazı sert çekirdekli meyve ağaçlarında bulunan zararlı ve predatör akar türlerinin belirlenmesi,” Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Bilimsel araştırmalar Projesi, NKÜBAP.0024.AR.15.08. No.lu proje, 2019.
- [38] M. Uçan, ve N. Kılıç, “Süleymanpaşa İlçesi (Tekirdağ) Badem Ağaçlarında Bulunan Akar Türleri” Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, vol. 12, no.3, pp.1292-1305, 2022.
- [39] P. Gençer Gökçe, N. Kılıç ve S. Çobanoğlu, “Tekirdağ İli Park ve Süs Bitkilerinde Akar (Acari) Türleri ve Konukçularının Belirlenmesi” Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. vol. 19: no. 3 pp 697-711, 2022.
- [40] E. E. Lindquist, M.W. Sabalis, J. Bruin, “External Anatomy and Notation of Structures. In: Eriophyoid Mites - Their Biology, Natural Enemies and Control,” (eds EE keçeci, MW Sabelis, & J Bruin) pp. 3-31. Elsevier, Amsterdam, 1996.
- [41] E. Şekeroğlu, “Phytoseiid Mites (Acarina: Mesostigmata) of Southern Anatolia, Their Biology and Effectiveness as a Biological Control Agent on Strawberry Plant,” Doğa Bilim Dergisi D2, vol. 8, no. 3, pp. 320-336, 1984.
- [42] S.K. Özman-Sullivan ve H. Öcal, Sebzeerde Bulunan Eriophiyoid Akarlar. GAP IV. Tarım Kongresi Bildirileri, Cilt 1, Şanlıurfa: 334-341, 2005.
- [43] S. Çobanoğlu, “Some new tarsonemidae (Acarina, Prostigmata) species for Turkish acarofauna,” Türkiye Entomoloji Dergisi, vol.19, no.2,pp. 87–94, 1995.
- [44] Z. Düzgüneş ve S. Kılıç, “Türkiye’nin Önemli Elma Bölgelerinde Bulunan Phytoseiidae (Acarina) Türlerinin Tespiti, Bunlardan *Tetranychus viennensis* Zacher (Acarina; Tetranychidae) ile ilişkileri

- Bakımından En Önemli Türün Etkinliği Üzerinde Araştırmalar,” *Doğa Bilim Dergisi*, vol.8, pp. 193-205, 1983.
- [45] S. Çobanoğlu, “Türkiye’nin Önemli Bölgelerinde Bulunan Phytoseiidae (Parasitiformis) Türleri Üzerinde Sistemik Çalışmalar,” *I. Türkiye Entomoloji Dergisi*, vol. 17, no.2, pp. 41-44, 1993a.
- [46] S. Çobanoğlu, “Türkiye’nin Önemli Bölgelerinde Bulunan Phytoseiidae (Parasitiformis) Türleri Üzerinde Sistemik Çalışmalar,” *II. Türkiye Entomoloji Dergisi*, vol.17, no.2,pp. 99-106, 1993b.
- [47] S. Çobanoğlu, “Türkiye’nin Önemli Bölgelerinde Bulunan Phytoseiidae (Parasitiformis) Türleri Üzerinde Sistemik Çalışmalar,” *III. Türkiye Entomoloji Dergisi*, vol. 17, no.3, pp. 175-192, 1993c.
- [48] S. Çobanoğlu, “*Amblyseius astutus* (Beglarov, 1960) (Acarina: Phytoseiidae), a new record for the predatory mite of Turkey,” *Türkiye Entomoloji Dergisi*, vol. 26, pp. 115–120, 2002.
- [49] S. Çobanoğlu, “New Phytoseiid Mites (Mesostigmata: Phytoseiidae) of Turkey,” *Israel Journal of Entomology*, vol. 34, pp. 38-107, 2004.
- [50] Ö. Alaoğlu, “Erzurum ve Erzincan İllerinde Phytoseiidae (Acarina) Faunası Üzerinde Çalışmalar,” *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, vol. 9, no. 11, pp. 7-14, 1996.
- [51] Z. Düzgüneş, “Çukurova’da Çeşitli Kültür Bitkilerinde Zarar Veren Akarlar ve Mücadeleleri,” *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, no. 100, p. 25, 1977.
- [52] M. S. Miroğlu ve E. Çıkman, “Hevsel Bahçelerinin (Diyarbakır) faydalı akar faunası,” *Bitki Koruma Bülteni*, vol. 62, no. 1, pp. 34-45, 2022.
- [53] F. Faraji, S. Çobanoğlu, İ. Çakmak “A checklist and a key for the Phytoseiidae species of Turkey with two new species records (Acari: Mesostigmata)”, *International Journal of Acarology* no. 37, pp. 221-243, 2011.
- [54] S. Çobanoğlu, “The distribution of phytoseiid species (Acari: Phytoseiidae) in important apple growing areas of Turkey,” *In: F., Dusbabek and V.V. Bukva (Eds.). Modern Acarology. Academia. Vol. 1. Prague and SPB Academic Publishing, The Hague, The Netherlands. pp. 565–570. 1991.*
- [55] A.M. Hughes, “The Mites of Stored Food and Houses,” *Ministry of Agric, Fisheries and Food Techn. Bull. 9 London*, p.400, 1976.
- [56] E. Swirski, and S.Amitai, “Notes on predacious mites (Acarina: Phytoseiidae) from Turkey, with description of the male of *Phytoseius echinus* Wainstein and Arutunjan,” *Isr. J. Entomol. Vol. 16*, pp.55–62, 1982.
- [57] B. Armağan ve S. Çobanoğlu *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae)’un laboratuvar koşullarında *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) üzerinde gelişimi, tüketim kapasitesi ve yaşam çizelgesi. *Türkiye Entomoloji Bülteni* vol. 3 no, 1 pp. 33-43, 2013.
- [58] I. Çakmak, S. Çobanoğlu, *Amblyseius californicus* (McGregor, 1954) (Acari: Phytoseiidae), a new record for the Turkish Fauna. *Turkish Journal of Zoology*, vol. 30 no,1 pp. 55-58, 2006.
- [59] Kılıç, N ve Toros, S., Tekirdağ ilinde depolarda bulunan ürünlerde zararlı ve faydalı akar türlerinin dağılımı ve yoğunlukları. *T.Ü Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, vol. 1 no.1, pp: 19-24, 2001.

- [60] M. Özer, S. Toros, S. Çınarlı ve M Emekçi,. İzmir ili ve çevresinde depolanmış hububat, un ve mamulleri ile kuru meyvelerde zarar yapan Acarina takımına bağlı türlerin tanımı, yayılışı ve konukçuları. TÜBİTAK Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu (T0A6526 No.lu Proje), pp: 91. 1987.
- [61] S. Çobanoğlu, “Mites (Acari) Associated with Stored Apricots in Malatya, Elazığ and İzmir Provinces of Turkey,” Türkiye Entomoloji Dergisi, vol. 32, no.1, pp.3-20, 2008.
- [62] S. Çobanoğlu ve A. Kazmierski, “Tydeidae ve Stigmaidae (Acarina; Prostigmata) From Orchards, Trees and Shrubs in Turkey,” Biological Bulletin of Ponzan, vol.36, no. 1,pp. 71-82, 1999.