

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Erophila verna (L.) Chevall. subsp. *verna* (BRASSİCACEAE)' NİN ÇİMLENME
DÖNEMİ TUZ DİRENCİNİN ARAŞTIRILMASI

Gizem SAYGIN

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2016

Her hakkı saklıdır

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yaralandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

25/02/2016

Gizem SAYGIN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Erophila verna (L.) Chevall. subsp. *verna* (BRASSICACEAE)'NİN ÇİMLENME DÖNEMİ TUZ DİRENCİNİN ARAŞTIRILMASI

Gizem SAYGIN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Gül Nilhan TUĞ

Bu çalışmada, tohumlu bitkiler için model organizma olan *Arabidopsis thaliana* 'nın akrabası olan ve tuzcul alanlarda yayılış gösteren *Erophila verna* subsp. *verna* türünün çimlenme döneminde tuza direncinin araştırılması ve halofit mi yoksa tuzdan kaçınan bir tür mü olduğunun belirlenmesi amaçlanmıştır. *E. verna* subsp. *verna* tohumları saf suda ve farklı tuz konsantrasyonlarında (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000 mM NaCl), 8° C/ 16° C 12 s/ 12 s fotoperiyotta 20 gün boyunca çimlendirilmiştir. Deneyler sonucunda çimlenme yüzdeleri saf suda % 99, 100 mM NaCl 'de %83, 200 mM NaCl 'de % 2, 300 mM NaCl 'de % 1 şeklindedir. 400 mM NaCl ve üzerindeki tuz konsantrasyonlarında hiçbir tohum çimlenmemiştir. Tuzluluk denemeleri sonunda çimlenmeyen tohumlar saf suda iyileştirmeye alınmıştır. İyileştirme deneyi sonrasında çimlenme yüzdeleri ortalama olarak % 87.3 olarak belirlenmiştir ve çimlenmeyen tohumlar canlılık testine tabi tutulmuştur. Artan tuz konsantrasyonu ile birlikte çimlenme oranlarındaki ani düşüş *E. verna* subsp. *verna* 'nın tuza karşı dirençli olmadığını ve tuzluluğun tohum çimlenmesi üzerinde önemli bir baskı oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Tohumlarının tuza karşı hassas olmasına karşın *E. verna* subsp. *verna* 'nın tuzcul alanlarda geniş yayılış göstermesinin hedef türün çimlendiği dönemde topraktaki tuzluluk oranındaki azalmadır. Bu durumda *E. verna* subsp. *verna* taksonunun halofit olmadığı ve tuzdan kaçınan efemeral bir tür olduğu söylenebilir.

Şubat 2016, 40 sayfa

Anahtar Kelimeler: *Erophila verna* subsp. *verna*, Brassicaceae, tuzluluk, çimlenme

ABSTRACT

Master Thesis

THE INVESTIGATION OF SALINITY RESISTANCE OF GERMINATION STAGE OF *Erophila verna* subsp. *verna* (BRASSICACEAE)

Gizem SAYGIN

Ankara University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Gül Nilhan TUĞ

In this study, it was aimed to determine whether *Erophila verna* subsp. *verna*, which is a relative of model organism *Arabidopsis thaliana* and distributing around saline areas, is a halophyte or not and to research the salinity tolerance during germination period. *E. verna* subsp. *verna* seeds were germinated at distilled water and different NaCl concentrations (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000 mM) at 8/16°C 12/12 h photoperiod for 20 days. The NaCl concentrations and the germination percentages were as follows distilled water 99 %, 100 mM NaCl 83 %, 200 mM NaCl 2 %, 300 mM NaCl 1 % and no germination over 300 mM NaCl. Un-germinated seeds were taken into recovery and show 87.3 % mean germination, and the ones still ungerminated were tested for viability. Increase in salinity cause decrease in germination rate which means that *E. verna* subsp. *verna* is not resistant to salinity but salinity has important pressure on germination. The tolerance of *E. verna* subsp. *verna* seeds to salinity, although it has a wide distribution area at halophyte areas, is result of decrease in soil salinity during germination period. It can be concluded that *E. verna* subsp. *verna* is not a halophyte it is a salt avoider.

February 2016, 40 pages

Key Words: *Erophila verna* subsp. *verna*, Brassicaceae, germination, salinity

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca bana her konuda destek olan, bilgi ve tecrübeleriyle benden yardımını esirgemeyen sevgili danışman hocam Doç. Dr. Gül Nilhan TUĞ'a, (Ankara Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı) çalışmalarım boyunca bana her konuda yardımcı olan saygıdeğer hocam Doç. Dr. Ahmet Emre YAPRAK'a (Ankara Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı) teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma dönemim boyunca bana her zaman destek olan ve yardımlarıyla çalışmalarına katkıda bulunan sevgili arkadaşlarım Duygu EROL'a, İnci Bahar ÇINAR'a, Güliz DOĞAN'a ve İsa BAŞKÖSE'ye çok teşekkür ederim.

Yaşamım boyunca her konuda arkamda olan ve maddi, manevi her konuda bana destek olan canım ailem; annem Kezban SAYGIN'a ve babam Celal SAYGIN'a teşekkür ederim.

Gizem SAYGIN

Akara, Şubat 2016

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLER	6
3. MATERYAL VE YÖNTEM	11
3.1 Arazi Çalışmaları	11
3.2 Tohum Örneklerinin Ayıklanması ve Saklanması.....	12
3.3 Toprak Analizleri	12
3.4 Sıcaklığın Çimlenme Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi	12
3.5 Tuzluluğun Çimlenme Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması	13
3.6 İyileştirme Deneyi ve Canlılık Testi.....	13
3.7 Veri Analizi	14
4. ARAŞTIRMA VE BULGULAR.....	15
4.1 Toprak Analizleri.....	15
4.2 Tohum Ağırlıkları.....	15
4.3 Sıcaklığın Çimlenme Üzerine Etkisinin Belirlenmesi	16
4.4 Tuzluluğun Çimlenme Üzerine Etkisinin Belirlenmesi	19
4.5 İyileştirme Denemeleri	21
4.6 Canlılık Testi	26
4.7 Araştırma Bölgesinin İklimsel Analizi	28
4.7.1 Yağış ve Sıcaklık.....	28
4.7.2 Biyoiklimsel Sentez.....	30
4.8 Veri Analizi.....	33
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	34

KAYNAKLAR	37
ÖZGEÇMİŞ.....	40



SİMGELER DİZİNİ

m	Metre
mm	Milimetre
ml	Mililitre
mM	Milimolar
mmol/L	Milimol/ litre
dS/m	Desisiemens/ metre
kg	Kilogram
g	Gram
°C	Santigrad derece
GA ₃	Gibberellik Asit
NaCl	Sodyum klorür
MgCl ₂	Magnezyum klorür
MgSO ₄	Magnezyum sülfat
Na ₂ SO ₄	Sodyum sülfat
KCl	Potasyum klorür
CaCl ₂	Kalsiyum klorür
NaHCO ₃	Sodyum bikarbonat
Na ⁺	Sodyum iyonu
K ⁺	Potasyum iyonu

Kısaltmalar

subsp.	Subspecies (alttür)
ssp.	Subspecies (alttür)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 <i>Erophila verna</i> subsp. <i>verna</i> bitkisinin genel görünüşü	3
Şekil 1.2 <i>Erophila verna</i> subsp. <i>verna</i> bitkisinin Türkiye’deki dağılışı	5
Şekil 3.1 Bolluk Gölü ‘nün genel görüntüsü.....	11
Şekil 4.1 <i>Erophila verna</i> ssp. <i>verna</i> taksonunun tohum morfolojisi.....	16
Şekil 4.2 TTC testi sonucunda canlı embriyo durumu.....	27
Şekil 4.3 TTC testi sonucunda ölü embriyo durumu	27
Şekil 4.4 Cihanbeyli istasyonunun ombrotermik diyagramı.....	32

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1 Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	15
Çizelge 4.2 Tohum Ağırlıkları	16
Çizelge 4.3 <i>Erophila verna</i> subsp. <i>verna</i> tohumlarının 12/12 s fotoperiyot ve 6/18 °C (gece/gündüz) koşullarında çimlenme yüzdeleri	17
Çizelge 4.4 4 6/18 °C ‘de daimi karanlıkta çimlenen tohumların çimlenme yüzdeleri	17
Çizelge 4.5 <i>Erophila verna</i> subsp. <i>verna</i> tohumlarının 12/12 s fotoperiyot ve 8/20 °C (gece/gündüz) koşullarında çimlenme yüzdeleri	17
Çizelge 4.6 8/20 °C ‘de daimi karanlıkta çimlenen tohumların çimlenme yüzdeleri	18
Çizelge 4.7 <i>Erophila verna</i> subsp. <i>verna</i> tohumlarının 12/12 s fotoperiyot ve 10/22 °C (gece/gündüz) koşullarında çimlenme yüzdeleri	18
Çizelge 4.8 10/22 °C ‘de daimi karanlıkta çimlenen tohumların çimlenme yüzdeleri	18
Çizelge 4.9 Saf suda aydınlıkta çimlenen <i>Erophila verna</i> subsp. <i>verna</i> tohumlarının çimlenme yüzdeleri	19
Çizelge 4.10 Saf suda daimi karanlıkta çimlenen tohumların çimlenme yüzdeleri	19
Çizelge 4.11 100 mM NaCl tuz konsantrasyonunda çimlenme yüzdeleri	20
Çizelge 4.12 200 mM NaCl tuz konsantrasyonunda çimlenme yüzdeleri	20
Çizelge 4.13 300 mM NaCl tuz konsantrasyonunda çimlenme yüzdeleri	20
Çizelge 4.14 400 mM ve üzeri NaCl konsantrasyonlarında çimlenme yüzdeleri.....	21
Çizelge 4.15 100 mM NaCl tuz konsantrasyonunda iyileşme sonucu çimlenme yüzdeleri	22
Çizelge 4.16 200 mM NaCl tuz konsantrasyonunda iyileşme sonucu çimlenme yüzdeleri	22
Çizelge 4.17 300 mM NaCl tuz konsantrasyonunda iyileşme sonucu çimlenme yüzdeleri	22

Çizelge 4.18 400 mM NaCl tuz konsantrasyonunda iyileşme sonucu çimlenme yüzdeleri	23
Çizelge 4.19 500 mM NaCl tuz konsantrasyonunda iyileşme sonucu çimlenme yüzdeleri	23
Çizelge 4.20 600 mM NaCl tuz konsantrasyonunda iyileşme sonucu çimlenme yüzdeleri	23
Çizelge 4.21 700 mM NaCl tuz konsantrasyonunda iyileşme sonucu çimlenme yüzdeleri	24
Çizelge 4.22 800 mM NaCl tuz konsantrasyonunda iyileşme sonucu çimlenme yüzdeleri	24
Çizelge 4.23 900 mM NaCl tuz konsantrasyonunda iyileşme sonucu çimlenme yüzdeleri	24
Çizelge 4.24 1000 mM NaCl tuz konsantrasyonunda iyileşme sonucu çimlenme yüzdeleri	25
Çizelge 4.25 Tuz konsantrasyonlarında gözlenen çimlenme yüzdeleri	25
Çizelge 4.26 Canlılık testi sonuçları	26
Çizelge 4.27 Cihanbeyli istasyonuna ait aylık ve yıllık ortalama sıcaklık değerleri (°C).....	29
Çizelge 4.28 Cihanbeyli'ye ait ortalama minimum sıcaklık değerleri (m °C).....	29
Çizelge 4.29 Cihanbeyli'ye ait ortalama maksimum sıcaklık değerleri (M °C)	29
Çizelge 4.30 Araştırma bölgesinin iklimsel analizi	31
Çizelge 4.31 Çimlenme yüzdelерinin istatistiksel analizi	33
Çizelge 5.1 <i>E. verna</i> subsp. <i>verna</i> tohumlarının değişen tuz konsantrasyonları altında çimlenme özelliklerinin özeti	36

1. GİRİŞ

Bitkiler ılıman ormanlar, stepler, çayırliklar gibi geniş yayılışlı ve yaşam koşulları elverişli olan habitatlardan tundralara, çöllere ve tuzcul alanlara kadar çok değişken ve ekstrem ekosistemlerde varlıklarını sürdürmelerini sağlayacak adaptasyonlara sahiplerdir. Genel özelliklerine göre farklı şekillerde sınıflandırılan bitkiler tuza dirençlerine göre halofitler ve glikofitler olarak iki ana gruba ayrılmaktadır. Halofitler, tuzlu ekosistemlerde büyüeyebilen ve hayat döngülerini tamamlayabilen bitkiler olarak tanımlanırken; glikofitler tuzlu ekosistemlerde yaşayamayan bitkiler olarak tanımlanmaktadır (Ungar 1991). Halofit ve glikofit bitkilerinin tohumları tuz stresine benzer şekilde tepki vermekte ve çimlenme süreci tuz stresi altında ertelenmektedir (Almansouri vd. 2001, Keiffer ve Ungar 1997).

Halofit bitkiler, tohum çimlenme sürecinde tuzluluğa gösterdikleri tolerans farklılık gösterebilmektedir (Ungar 1995, Khan vd. 2002). Halofitler, çimlenme aşamasında tuza gösterdikleri dirence göre üç kategoriye ayrılmıştır: 125 mM NaCl' den düşük konsantrasyonlarda çimlenen, az toleranslı halofitler, 125 mM ve 500 mM arasındaki konsantrasyonlarda çimlenen, kısmen toleranslı ve 500 mM NaCl' den yüksek konsantrasyonlarda çimlenen yüksek toleranslı halofitler (Khan 1999, Orlovsky vd. 2011). Halofit bitkiler yüksek tuzluluklarda çimlenebilmelerine rağmen, tuzlulukta artış genellikle tohum çimlenmesini baskılamaktadır ve çimlenme oranı, tuzluluğun artması ile azalmaktadır (Khan ve Ungar 1984, 1996a, Ungar 1996, Gul ve Weber 1999). Ayrıca halofit tohumlarının maksimum çimlenmesi saf suda ya da düşük tuz konsantrasyonlarında gözlenmektedir (Khan ve Ungar 1984, Khan ve Weber 1986).

Tuzluluktan dolayı çimlenemeyen halofit tohumlarının büyük kısmı, tuz ortamdan uzaklaştıktan sonra ve stres koşulları azaldığında çimlenebilmektedir (Ungar 1996) , bu özellik de, bitkilerin yüksek stres altındaki fizyolojik tepkisini yansıtmaktadır (Pujol vd. 2000). Arazi şartlarında halofitlerin tohum çimlenmesi, yağmur veya taşkınlardan sonra gerçekleşmektedir; bu faktörler toprağa nem sağlamakta ve tuzun toprağın alt tabakalarına sızmasına neden olmaktadır. Çoğu türün çimlenme aşaması bu dönemde gerçekleşmektedir (Khan ve Ungar 1996b).

Tuzlu koşullarda tohum çimlenmesi genellikle bahar aylarında veya fazla yağış görülen mevsimlerde, topraktaki tuz seviyelerinin azaldığı dönemde gerçekleşmektedir (Pujol 2000). Tuzluluk, bitkiler üzerinde kuraklık etkisi göstermektedir. Bu durum fizyolojik kuraklık olarak adlandırılmaktadır. Bitkilerin ozmotik aktivitelerini yerine getirmesine engel olmakta, köklerin topraktan suyu ve mineralleri almasına engel olmaktadır. Çok yıllık (perennial) bitkiler, tek yıllık (annual) bitkilere oranla tuzla daha iyi başa çıkabilmektedir (Bojovic 2010).

Brassicaceae (Crucifera) veya hardalgiller, 338 cins veya 3709 türle temsil edilen, geniş yayılış gösteren monofiletik bir gruptur. En iyi bilinen türü ise iekli bitkiler için model organizma olan *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynn. türüdür (Al-Shehbaz vd. 2006). Bu çalışmanın amacı, *Arabidopsis thaliana* türünün tuzcul alanlarda yayılış gösteren akrabası *Erophila verna* ssp. *verna* türünün halofit mi yoksa tuzdan kaçınan bir tür m olduğunu araştırmaktır.

Brassicaceae familyasına ait bitkiler genellikle, küçük çalılar halinde bulunurlar. Yaprakları, alternat (almalı dizilişli), bazen karşıt, stipulasızdır. Çiçekler genellikle hermafrodittir, hipogin (ovaryum alt durumlu) ve bilateral (2 taraflı) simetriye sahiptir. Dört tane serbest sepal bulunur. Sepaller iki dekusat çifti şeklinde dizilirler (sepal çiftleri birbirine 90° açı yaparak karşılıklı dizilirler). Dört tane serbest petal bulunmaktadır ve petaller genellikle tırnaklı yapıdadır. Petaller, sepallerle alternat diziliş gösterirler. Stamenler çoğunlukla 6 tanedir ve 4' uzun 2'si kısadır (tetradinam). Nadiren de stamenler 4 veya 2 tane olabilmektedir. Filamentler kanatlı ek yapılı (appendaged) veya dişlidir. Nektarlar, stamenlerin tabanının etrafında dizilmişlerdir. Ovaryum 2 karpelli ve sinakarptır. Genellikle bilocular (iki gözlü) replum (yalancı septum) tarafından ikiye bölünmüştür. Kapsül meyve bulunur ve aşağıdan iki enete açılır. Nadiren lomentuma benzeyen yapıda ya da açılmayan yapıda bulunabilirler. Tohumlar ıslakken msilajlıdır (Davis vd. 1965).

Erophila verna (L.) Chevall, çiçek tomurcukları kışın başında şekillenmekte ancak çiçeklenme kışın sonunda ve baharın başında görülmektedir. Tohumların çoğu nisan ayının ortalarından sonuna doğru olgunlaşmaktadır. Tohumlar olgunlaşır olgunlaşmaz silikuladan düşmekte ve sonbahara kadar toprağın üst katmanlarında kalmaktadır (Baskin ve Baskin 1970).

Erophila verna (L.) Chevall. gövdesi tek veya çok sayıda olabilir. Yayılıcıdan dike doğru değişik şekillerde bulunur ve 2-22 cm uzunlukta olabilir. Yapraklar, spatulat (spatulamsı), lanseolat (mızraksı), obovat (ters yumurta) şeklinde olabilir. Bütün veya dişli olabilirler. Yaprakta basit bir tüy örtüsü (indumentum) veya çatal tüyler ya da her ikisi birden bulunur. Petaller, beyaz renklidir ve derin girintilidir. 2-4 mm uzunluğundadır. Silikula yassı, orbikular (yuvarlak), daralıcı eliptik, linear (şeritsi) eliptik şekillerde bulunabilir (Davis vd. 1965). *Erophila verna* subsp. *verna* bitkisinin genel görünüşü şekil 1.1’de gösterilmiştir.



Şekil 1.1 *Erophila verna* subsp. *verna* bitkisinin genel görünüşü (<http://canope.acbesancon.fr> 2016a)

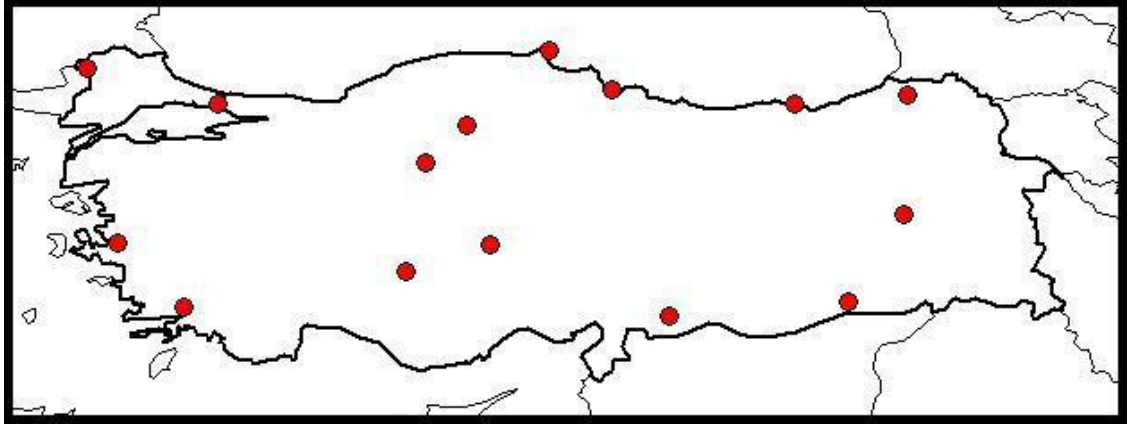
Erophila verna subsp. *verna* (L.) Chevall. taksonunun birçok sinonimi bulunmaktadır. Bu sinonimlerin bazıları şunlardır: *Draba verna* L. ssp. *verna*, *Draba verna* ssp. *vulgaris* (Rovy & Foucaud), *Erophila verna* ssp. *microcarpa* (Wibiral) Oberd., *Erophila verna* ssp. *obconica* (de Bary) Vollm. (Anonim 2016a).

Erophila verna L. (Crucifera), yol kenarlarında, bataklıklarda ve tarlalarda yayılış gösteren, tek yıllık (annual), küçük zayıf bir bitkidir. Ayrıca, *Erophila* orman açıklıklarında, bir vejetasyon örtüsü tarafından desteklenmeyen sıg topraklarda yetişmektedirler (Baskin ve Baskin 1972).

Bu alanları genellikle hafif veya orta derecede tahribattan sonra istila eder. Böylece sonbahardan ilkbaharın erken dönemlerine kadar süren vejetasyon döneminde büyük bitkilerle rekabeti minimumda kalır ve tüm yaşam döngüsü boyunca yüksek ışığa ulaşabilir (Baskin ve Baskin 1972).

Erophila verna, çok tohumludur ve tohumların boyutları 0,3-0,5 mm arasındadır. Tür polimorfik olup, çok fazla tür ve tür altı taksona ayrılır. Türkiye’de bu türün, dört tane alt türü tanımlanmıştır; *E. verna* subsp. *spathulata*, *E. verna* subsp. *praecox*, *E. verna* subsp. *verna* ve *E. verna* subsp. *macrocarpa*.

Bu tür ilk önce Avrupa’da tanımlanmıştır. Geniş yayılış gösterir. Türkiye’de Edirne, İstanbul, Çankırı, Sinop, Samsun, Trabzon, Artvin, İzmir, Ankara, Niğde, Muğla, Muş, Mardin, Konya, Gaziantep illerinde yayılış gösterdiği belirlenmiştir (Davis vd.1965). *Erophila verna* ssp. *verna* taksonunun Türkiye’deki yayılış alanları Şekil 1.2 ‘de verilmiştir.



Şekil 1.2 *Erophila verna* subsp. *verna* bitkisinin Türkiye’deki dağılışı
(<http://www.tubives.com> 2016b)

Bu çalışma için *Erophila verna* ssp. *verna* taksonunun seçilmesinin nedeni, tohumlu bitkiler için model organizma olan *Arabidopsis thaliana* türünün tuzcul ortamlarda yetişen akrabası olmasına dayanmaktadır. *E. verna* ssp. *verna* taksonunun halofit mi yoksa tuzdan kaçınan bir tür mü olduğunu belirlemek amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Baskin ve Baskin (1973) yaptıkları çalışmada, Amerika'nın Tennessee ve Kentucky bölgelerinde yayılış gösteren *Holosteum umbellatum* L. taksonunun ekolojik hayat döngüsünü araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, *H. umbellatum* taksonunun, birçok tek yıllık kış bitkisinin çimlenmesini tamamladıkları dönemden sonra Ekim ve Kasım aylarında gerçekleştiği belirlenmiştir. Çiçeklenme evresinin zirvesinin Mart ayında olduğu gözlenmiştir. Mart ayının ortasından Nisan ayının sonuna kadar bitkinin tohumlarının olgunlaşıp dağıldığı ve tohumların bu dönemlerde dormant oldukları gözlenmiştir.

Khan ve Ungar (1996) 'ın yaptıkları çalışmada çok yıllık *Haloxylon recurvum* halofit türünün üzerinde tuzluluk ve sıcaklığın etkilerini araştırmışlardır. Sonuçlara bakıldığında, *H. recurvum* türünün çok yüksek NaCl konsantrasyonlarında çimlenebilmesine rağmen maksimum çimlenmenin saf suda gerçekleştiği görülmüştür. Tuz konsantrasyonu ve sıcaklıktaki artış ile çimlenme yüzdesinin azaldığı belirlenmiştir. İyileştirme deneyleri sonundaki son çimlenme oranlarının, saf sudaki çimlenmeye göre oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. Bu düşüklüğün sebebinin, yüksek tuz konsantrasyonlarının çimlenmeyi kalıcı olarak baskılanmasından kaynaklandığı düşünülmüştür.

Khan ve Ungar (1997)'ın yapmış olduğu çalışmada; çöl çalısı olan *Atriplex griffithii*, *Haloxylon recurvum*, *Suaeda fruticosa*, *Triglochin maritima* ve *Zygophyllum simplex* halofit türlerinin tohum çimlenmesi üzerinde ışık, tuzluluk ve termoperiyodun etkileri araştırılmıştır. *A. griffithii*, *Z. simplex* ve *S. fruticosa* taksonları; ışıktan en az etkilenen türler iken, *H. recurvum* ve *T. maritima* türlerinin tohumları çimlenme için ışığa ihtiyaç duymaktadır. Bu çalışma sonucunda, çeşitli çimlenme sendromları ortaya çıkmıştır. Ayrıca; ekstrem çöl koşulları ortadan kalktığı zaman bitki popülasyonlarının yenilendiği görülmüştür. Bu çöller de birkaç yılda bir yağmurla ve diğer elverişli çevre faktörleriyle karşılaştığı zaman, bitki popülasyonlarının geçici olarak geniş dağılım gösterdikleri ortaya konmuştur.

Gul ve Weber (1999), Chenopodiaceae familyasına ait çok yıllık bir çalı olan *Allenrolfea occidentalis* (S. Wats.) Kuntze taksonunun tohum çimlenmesi üzerinde tuzluluk, ışık ve sıcaklığın etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada, saf su ve çeşitli tuz konsantrasyonlarında (200, 400, 600, 800 ve 1000 mM NaCl), farklı sıcaklıklarda ve 12 saatlik fotoperiyotlarda tohumlar çimlendirilmiştir. Araştırmanın sonucunda, NaCl konsantrasyonlarındaki artışın, tohum çimlenmesini sürekli baskıladığı ve bu baskılanmanın karanlıkta, aydınlıktakine oranla daha fazla olduğu gözlenmiştir. Düşük sıcaklığın, bütün tuz muamelelerinde çimlenmeyi baskıladığı görülmüştür. Çimlenme oranı, tuzluluğun artması ile azalmaktadır. Bütün tuz muamelelerinde çimlenmeyen tohumlar saf suya aktarılmıştır ve tohumlar oldukça hızlı şekilde çimlenmiştir. Sonuç olarak, *A. occidentalis* bitkisinin çimlenmesi için elverişli koşulların düşük tuz konsantrasyonları, yüksek sıcaklık ve aydınlık koşulları olduğu saptanmıştır.

Pujol vd. (2000) Güneydoğu İşpanya’ da bulunan dört halofit türün, ozmotik şartlara maruz kaldıktan sonra iyileşme çimlenmesini araştırmışlardır. Araştırmada çok yıllık *Halocnemum strobilaceum*, *Arthrocnemum macrostachyum* ve *Sarcocornia fruticosa* ve tek yıllık *Salicornia ramosissima* bitkileri NaCl, MgCl₂, MgSO₄ ve Na₂SO₄ ile ozmotik strese maruz bırakılmıştır. Çalışma sonucunda ozmotik muamelelerin iyileşme yüzdesini arttırdığı gözlenmiştir.

Song vd. (2006) ‘nin yaptıkları çalışmada, tuzluluk ve sıcaklığın tuza dirençli öhalofit türlerin (*Halostachys caspica*, *Kolidium foliatum* ve *Halocnemum strobilaceum*) çimlenmesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada; saf su ve 2 farklı NaCl konsantrasyonu (100 ve 500 mM NaCl) ve dört farklı sürekli sıcaklık derecesi (10, 20, 30 ve 35°C) uygulanmıştır. Üç öhalofit tür için kontrol grubu ve 100 mM NaCl’ de çimlenme yüzdeleri oldukça yüksek iken, 500 mM NaCl tuz konsantrasyonunda çimlenme yüzdelerinde ciddi bir düşüş gözlenmiştir. *Halostachys caspica* türünün diğer iki türe göre sıcaklık artışına karşı daha hassas olduğu anlaşılmıştır.

Qu vd. (2008), geniş yayılış gösteren halofit *Halocnemum strobilaceum* türünün tohum çimlenmesi ve radikula büyümesi üzerinde sıcaklık, ışık ve tuzluluğın etkilerini

araştırmışlardır. Tohumlar, aydınlık ve karanlık koşullarda farklı sıcaklık koşullarında çimlendirilerek optimum sıcaklık ihtiyacı belirlenmiş, daha sonra optimum sıcaklık olan 25°C 'de farklı tuz konsantrasyonlarında tuza tepkisi araştırılmıştır. Çimlenme yüzdelерinin, aydınlıkta ve düşük sıcaklıklarda daha yüksek olduğu ve tuzluluktaki artışla azaldığı gözlenmiştir. Radikula uzaması, tuzluluğun artması ile azalmıştır ve 2.0 M NaCl' den fazla konsantrasyonlarda tamamen baskılanmıştır. Sonuç olarak, *Halocnemum strobilaceum* türünün, tohum çimlenmesi ve fidelenme aşamasında tuza oldukça toleranslı olduğu kanısına varılmıştır.

Bojovic vd. (2010) Brassicaceae ve Solanaceae familyasına ait bazı türlerin (*Caspicum annum*, *Solanum lycopersicum*, *Brasica oleracea* ve *Sinapsis alba*) tohum çimlenmesi üzerinde farklı NaCl konsantrasyonlarının (200, 400, 600 ve 800 mM NaCl) etkilerini araştırmışlardır. Bu deneyde, hangi tuz konsantrasyonunun bu bitki türlerinin çimlenmesini etkilemediğini araştırmak amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda, bütün türlerin sadece en düşük NaCl konsantrasyonunda (200 mM) çimlendiği gözlenmiştir. Saf su ile yıkandıktan sonra, *S. album* hariç bütün türlerde iyi derecede çimlenme görülmüştür. GA₃ eklendiğinde *C. annum* türünün tohumları iyi çimlenmiştir; ancak diğer bitkilerin tohumlarında çimlenme gözlenmemiştir.

Guma vd. (2010)' nin yaptığı çalışmada, Kanarya Adaları'ndaki *Salsola vermiculata* türünün çimlenmesi üzerinde sıcaklık ve tuzluluğun etkisi araştırılmıştır. Çalışmalar laboratuvar ortamında yürütülmüş ve farklı sıcaklık dereceleri (10-20, 15-25 ve 20-30°C) ile saf su ve tuz konsantrasyonları (200, 400, 600 ve 800 mM NaCl) 12 saatlik fotoperiyotlarda uygulanmıştır. Çimlenme yüzdesi ve çimlenme oranı, sıcaklık ve tuz konsantrasyonlarının artmasıyla azalmıştır. *S. vermiculata* türünün kısmen tuza toleranslı olduğu ve bu toleransın NaCl konsantrasyonlarının ve sıcaklıkların birlikte etkisiyle değişebildiği saptanmıştır.

Yao vd. (2010) tuza toleranslı bir tür olan *Chenopodium album*' un dimorfik tohumlarının (kahverengi ve siyah) çimlenmesi üzerinde, üç farklı tuzun (NaCl, KCl ve CaCl₂) etkilerinin ve tuzluluk sonucu tohum canlılığını araştırmışlardır. Sonuçlar, *C.*

album türünün kahverengi tohumlarının tuza daha dirençli olduğunu ve değişik tuzluluk derecelerinde daha yüksek çimlenme yüzdelere sahip olduğunu göstermiştir. Dimorfik tohumlardaki tuz toleransındaki farklılık *C. album* türünün yarı kurak bölgelere adapte olmasını sağlamıştır.

Orlovsky vd. (2011)' nin yaptığı çalışmada, çeşitli tuzların *Kochia prostrata* ve *K. scoparia* türlerinin belirli sıcaklıklarda (22 °C ve 6 °C) daimi aydınlıkta tohum çimlenmesi üzerindeki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Yapılan deney sonucunda, tohum çimlenmesi üzerinde tuz çeşitliliğinin çok önemli bir fark doğurmadığı ve çalışılan türlerin tuz tolerans limitlerinin benzer olduğu ancak, iyileştirme sonucundaki çimlenme yetenekleri açısından oldukça farklı oldukları gözlenmiştir.

Luque vd. (2012) yapmış olduğu çalışmada *Limonium cossonianum* tohumlarının çimlenmesi üzerinde tuzluluk ve sıcaklığın etkilerini araştırmışlardır. *L. cossonianum* tohumları, saf su ve farklı tuz konsantrasyonlarında (100, 200 ve 400 mmol/L NaCl), değişik sıcaklık rejimlerinde (20/10, 25/15, 30/20 ve 35/25 °C, gece/gündüz) ve 14 saat aydınlık-10 saat karanlık fotoperiyotta çimlendirilmiştir. Deney sonucunda maksimum çimlenme yüzdesi 20/10 °C' de saf suda ve 100 mmol/L NaCl konsantrasyonunda gözlenmiştir. 200 mmol/L NaCl üzerindeki konsantrasyonlarda çimlenme görülmemiştir. Sonuç olarak, çimlenme oranının, tuzluluk ve sıcaklığın artmasıyla azaldığı belirlenmiştir.

Wang vd. (2013)' nin yapmış olduğu araştırmada Chenopodiaceae familyasına ait tek yıllık bir halofit tür olan *Salsola ferganica*' nin üzerinde tuz, alkali ve tuz-alkali karışık stresinin etkileri araştırılmıştır. Bu denemeler yapılırken, periantlı ve periantsız tohumlar çimlendirilmiştir. Periantların, çimlenmeyi etkilediği ve tohum çimlenmesi için bariyer oluşturduğu gözlenmiştir. Tuz konsantrasyonu arttıkça, çimlenmenin baskılandığı ve alkali stres sonucu da çimlenmenin azaldığı belirlenmiştir. Tuz-alkali stresinde ise karışımdaki tuz konsantrasyonunun artmasıyla, çimlenmenin azaldığı gözlenmiştir.

Lian-Lian vd. (2014) yaptıkları çalışmada, erimiş kar suyunun soğuk çöllerdeki efemeral bitkilerin büyümesi ve gelişmesi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmada, Çin’ deki Gurbantunggut Çölü’ nde, farklı kar yoğunluklarında (% 0, % 50, % 100 ve % 200) 2009-2011 yılları arasında, efemeral bitkilerin çimlenme dönemi olan Mart ayının başından, büyümelerini tamamlayıp olgunlaştıkları Haziran ayının sonuna kadar bitkiler takip edilmiştir. Deney sonucunda, kar suyunun bitki yoğunluğunda yani popülasyon büyüklüğünde önemli bir etkisi olduğu, ancak bitki boyutlarını etkilemediği gözlenmiştir.

Zhang vd. (2015), 12 tane halofit türün tohum çimlenmesi ve fidelenme aşamasındaki tuz toleransını belirlemek için çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmada NaCl, NaHCO₃, NaSO₄ tuzlarında ve saf suda tohumlar 20 gün boyunca çimlendirilmiştir. Çimlenme deneyleri sonucunda fidelerdeki Na⁺ ve K⁺ konsantrasyonları ölçülmüştür. Sonuçta, çoğu türün NaCl çözeltilerinde diğer tuz tipleriyle karşılaştırıldığında daha fazla çimlendiği gözlenmiştir. Fide aşamasında Na⁺ konsantrasyonunda, tuzdaki artış ile artış görülmüş, K⁺ konsantrasyonunda ise değişim gözlenmemiştir. En son olarak, halofit türlerin farklı tuzlara karşı, türe özgü tepki gösterdikleri kanısına varılmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Arazi Çalışmaları

Erophila verna subsp. *verna* tohumları Konya-Cihanbeyli Bolluk Gölü çevresinden 2014 yılının Mayıs ayında toplanmıştır. Ayrıca, bitkinin çimlenme dönemi olan Mart ayında, toprağın 0-5 cm derinliklerinden toprak örneği alınmıştır.

Bolluk Gölü, Tuz Gölü'nün batısında yer alan, suyu yoğun sodyum sülfat içeren tuzlu bir göldür. Çevresi tümüyle kıraç tepeler ve bozkırlarla kaplıdır. Gölün başlıca kaynakları yüzey akımları ve kuzeydeki kükürtlü bir su kaynağıdır. Bolluk Gölü 'nün genel görünümü şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1 Bolluk Gölü 'nün genel görüntüsü

3.2 Tohum Örneklerinin Ayıklanması ve Saklanması

Arazi çalışmasında toplanan bitki örneklerinden tohumlar ayıklanmıştır. Tohumlar çalışılana kadar +4°C’de buzdolabında saklanmıştır. Mayıs ayında toplanan *Erophila verna* subsp. *verna* tohumlarıyla çalışılmaya Eylül ayında başlanmıştır.

3.3 Toprak Analizleri

Erophila verna subsp. *verna* bitkisinin yayılış gösterdiği Konya-Cihanbeyli Bolluk Gölü alanından toprak örnekleri uygun kök derinliklerinden (rizosferden) 1-2 kg miktarında alınmıştır. Laboratuvara götürülen toprak örneği için yapılan fiziksel ve kimyasal analizler “Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü” tarafından yapılmıştır.

3.4 Sıcaklığın Çimlenme Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi

Tuzluluk denemesine başlamadan önce, tohumun çimlenebileceği optimum sıcaklık derecelerini belirlemek amacıyla 12 saatlik fotoperiyotlarda 3 farklı sıcaklık denenmiştir.

Çimlenme çalışmasında kullanılacak *Erophila verna* subsp. *verna* tohumları çalışılmadan önce % 1’lik sodyum hipoklorit ile yıkanarak sterilizasyon sağlanmıştır. 4’lü tekrarlı olarak her bir petriye 25’er tohum, 4 ml saf su ile ıslatılmış 2 adet Whatman No 1 filtre kağıdı yerleştirilen 10 cm çapındaki petri kaplarına ekilmiştir. Petri kapları parafilm ile sarılıp, iklimlendirme cihazına yerleştirilmiştir. Tohumlar, 12 saat gece/ 12 saat gündüz fotoperiyotta 6°C/ 18°C (gece/gündüz), 8°C/20°C (gece/gündüz) ve 10°C/22°C (gece/gündüz) olmak üzere farklı sıcaklık rejimlerinde, ışıktaki ve karanlıkta (tohumlar ışık geçirmeyen siyah kaplar içerisinde saklanmıştır) 20 gün süresince çimlendirilmiştir. Bu sıcaklık periyotları tohumların toplandığı Bolluk Gölü çevresindeki bölgede ölçülmüş olan Mart-Nisan (bitkinin çimlenme dönemi) aylarının

maksimum ve minimum ortalama sıcaklık değerlerine göre seçilmiştir. Radikulanın çıkması, çimlenme olarak kabul edilmiştir. Karanlık deneyinde petriler 20 gün boyunca kontrol edilmemiş, 20 günün sonunda çimlenen tohumlar sayılmıştır. Aydınlik deneyinde 20 gün boyunca her 2 günde bir çimlenen tohumlar kontrol edilerek sayılmıştır. Yapılan bu sıcaklık denemeleri sonucunda *Erophila verna* subsp. *verna* tohumları için optimum sıcaklık derecesinin 6°C/ 18°C (gece/gündüz) olduğu belirlenmiştir. Aydınlikta çimlenme hızının belirlenmesi için Khan ve Ungar (1997) tarafından modifiye edilen Timson'ın çimlenme hızı indeksi kullanılmıştır.

Çimlenme hızı= $\Sigma G/t$. Burada G, 2 günlük aralıklardaki tohum çimlenme yüzdesi, t ise toplam çimlenme süresidir (Khan ve Ungar 1997). Bu eşitliğe göre elde edilebilen en yüksek değerler yüksek çimlenme hızını belirler.

3.5 Tuzluluğun Çimlenme Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması

Tuzluluk deneyleri de 6°C/ 18°C (gece/gündüz) 12 saatlik fotoperiyotta kurulmuştur. 4 ml çözelti (saf su, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000 mM NaCl) ile ıslatılmış 2 tabaka Whatman No 1 filtre kağıdı yerleştirilen 10 cm çapındaki petri kaplarına 25' er tohum ekilmiştir. Denemeler 4 tekrarlı kurulmuştur. Petrilerin ağzı parafilm ile kapatıldıktan sonra iklimlendirme cihazına yerleştirilmiştir. 20 gün süren deney boyunca petriler her 2 günde bir kontrol edilerek çimlenen tohumlar sayılmıştır. Radikulanın çıkması çimlenme olarak kabul edilmiştir. Sıcaklık denemelerinde olduğu gibi bu deneyde de çimlenme hızı Khan ve Ungar (1997)'ın modifiye ettiği Timson çimlenme hızı indeksi kullanılarak hesaplanmıştır.

3.6 İyileştirme Deneyi ve Canlılık Testi

Tuzluluğun çimlenmeye etkisinin belirlendiği deneyde kullanılan ve deney sonunda çimlenmeyen tohumlar alınarak saf suda yıkanmıştır. Daha sonra 4 ml saf su konulmuş 2 kat Whatman No 1 filtre kağıdı yerleştirilmiş 10 cm çapındaki petrilere ekim yapılmıştır. Petriler 6°C/ 18°C (gece/gündüz) sıcaklıklarında 12 saatlik fotoperiyotta

iklimlendirme kabinde 20 gün inkübe edilmiştir. 20 gün süresince her 2 günde bir çimlenen tohumlar sayılmıştır. Bu deney sonunda tohumların iyileşme yüzdesi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

İyileşme yüzdesi= $[(a-b)/(c-b)] \times 100$. Burada a; deney sonunda toplam çimlenen tohum sayısı (NaCl çözeltisi denemesinde kullanılan çimlenmiş tohumların ve NaCl çözeltisinde çimlenmeyip iyileşme deneyinden sonra çimlenen tohumların toplam sayısı), b; tuz (NaCl) çözeltisinde çimlenen tohum sayısı, c; deneyde kullanılan toplam tohum sayısını ifade etmektedir (Khan vd. 2002).

Son çimlenme ise, $(a/c) \times 100$ formülü ile hesaplanmıştır. İyileşme deneyi sonunda çimlenmeyen tohumlar, tohum canlılığını belirlemek için TTC (Trifenil tetrazolyum) testine alınmıştır (Baskin ve Baskin 1997). Bu testin sonucunda, kırmızıya boyanan tohumlar canlı, boyanmayan tohumlar ise ölü olarak kabul edilmiştir.

Tohum canlılığı, $[(a+d)/c] \times 100$ formülü ile tespit edilmiştir. Bu formülde d; tohum çimlenme testinden sonra TTC çözeltisinde kırmızıya boyanan embriyo sayısını ifade etmektedir (Baskin ve Baskin 1998).

3.7 Veri Analizi

Bütün sonuçlar $\pm$ ss. olarak verilmiştir. Deney kurulurken deneme deseni olarak “Sabit Etki Modeli” seçilmiştir. Elde edilen bütün veriler sayılan veri olduğu için (çimlenme yüzdeleri) hepsinin arcsin dönüşümleri yapılmış daha sonra SPSS ile analiz edilmiştir (SPSS Inc. 2003) ve denemelerin etkilerinin karşılaştırılması için ANOVA tablosu kullanılmıştır. T testi ile önem kontrolleri yapılmıştır ($p < 0,05$).

4. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

4.1 Toprak Analizleri

Bolluk Gölü'nde hedef türlerin yayılış gösterdiği alandan alınmış olan toprak örneklerine ait analiz sonuçları çizelge 4.1'de görülmektedir. Topraktaki tuz konsantrasyonu, doymuş çözeltinin elektriksel iletkenliği ile belirlenmektedir. Bir çözeltinin elektriksel iletkenliği oransal olarak toprağın tuz içeriğine bağlıdır. Buna göre yayılış alanında çimlenme döneminde EC (elektriksel iletkenlik) alt sınır kabul edilen 4 dS/m' den düşüktür. Bu değer, toprağın tuzlu olmadığı ya da çok az tuzlu olduğu şeklinde yorumlanabilmektedir (Richards 1954).

Ayrıca toprağın toplam tuz değerine bakıldığında da toprağın çok az tuzlu olduğu söylenebilmektedir. Taksonun yayılış gösterdiği alandaki toprağın suya doygunluk değerine bakılarak toprağın bünye sınıfı belirlenebilmektedir. Toprak örneğinin suya doygunluk değeri % 67 olarak ölçülmüştür. Bu değere göre toprak CL (Killi-Tın) olarak değerlendirilmektedir.

Çizelge 4.1 Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Toprak Örnekleri	Su ile doygunluk (TS 8333.%)	Bünye Sınıfı	EC (TL 5,04-01.18 dS m-1)	Toplam Tuz (TL 5.04-01.19)
1.	67	CL	1.439	0.062
2.	67	CL	1.482	0.064

4.2 Tohum Ağırlıkları

Rastgele seçilen 100'er adet tohum 5 set halinde ayrılmış, toplam 500 adet tohum hassas terazide tartılmış, bir adet tohumun ortalama ağırlığı hesaplanmış ve bu değerler çizelge 4.2'de gösterilmiştir. *Erophila verna* subsp. *verna* taksonunun tohum morfolojisi şekil 4.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2 Tohum ağırlıkları

100 adet meyvenin ağırlığı (g)	1.set	2.set	3.set	4.set	5.set
	0.004	0.002	0.003	0.004	0.004
Bir adet tohumun ortalama ağırlığı(g)			$3.0 \times 10^{-5} \pm 0.0008$		



Şekil 4.1 *Erophila verna* ssp. *verna* taksonunun tohum morfolojisi

4.3 Sıcaklığın Çimlenme Üzerine Etkisinin Belirlenmesi

Erophila verna subsp. *verna* tohumlarının çimlenebilmesi için optimum sıcaklık koşullarını belirlemek için, bitkinin yetiştiği bölgenin çimlenme dönemindeki sıcaklık ortalamalarında olan 6 °C/ 18 °C, 8 °C/ 20 °C ve 10 °C/ 22 °C (gece/ gündüz) 12 saat

fotoperiyot ve daimi karanlık koşullarında deneyler kurulmuştur. Deneyler sonucundaki çimlenme yüzdeleri çizelge 4.3-4.8’ de verilmiştir.

Çizelge 4.3 *Erophila verna* subsp. *verna* tohumlarının 12/12 s fotoperiyot ve 6/18 °C (gece/gündüz) koşullarında çimlenme yüzdeleri

GÜNLER	2.	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.	20.	Çimlenme yüzdesi (%)
1.petri	0	1	33	44	46	49	49	49	50	50	100
2.petri	0	7	26	42	49	49	49	49	50	50	100
3.petri	0	2	33	44	48	49	49	49	50	50	100
4.petri	0	2	42	50	50	50	50	50	50	50	100
Toplam çimlenme	0	12	134	180	193	197	197	197	200	200	100

Çizelge 4.4 6/18 °C ‘de daimi karanlıkta çimlenen tohumların çimlenme yüzdeleri

	KARANLIK	Çimlenme yüzdesi
1.petri	50	100
2.petri	50	100
3.petri	49	98
4.petri	50	100
Toplam çimlenme	199	99.5

Çizelge 4.5 *Erophila verna* subsp. *verna* tohumlarının 12/12 s fotoperiyot ve 8/20 °C (gece/gündüz) koşullarında çimlenme yüzdeleri

GÜNLER	2.	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.	20.	Çimlenme yüzdesi (%)
1.petri	0	3	18	23	24	24	24	25	25	25	100
2.petri	1	3	12	22	22	23	23	23	24	24	96
3.petri	0	2	12	17	19	22	22	22	22	22	88
4.petri	1	3	15	20	21	21	21	21	21	21	84
Toplam çimlenme	2	11	57	82	86	90	90	91	92	92	92

Çizelge 4.6 8/20 °C ‘de daimi karanlıkta çimlenen tohumların çimlenme yüzdeleri

	KARANLIK	Çimlenme yüzdesi
1.petri	24	96
2.petri	24	96
3.petri	23	92
4.petri	24	96
Toplam çimlenme	95	92

Çizelge 4.7 *Erophila verna* subsp. *verna* tohumlarının 12/12 s fotoperiyot ve 10/22 °C (gece/gündüz) koşullarında çimlenme yüzdeleri

GÜNLER	2.	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.	20.	Çimlenme yüzdesi (%)
1.petri	0	3	15	19	21	21	21	21	21	21	84
2.petri	0	2	19	23	24	25	25	25	25	25	100
3.petri	0	2	17	22	23	23	24	24	24	24	96
4.petri	0	4	17	23	24	25	25	25	25	25	100
Toplam çimlenme	0	11	68	87	92	94	95	95	95	95	95

Çizelge 4.8 10/22 °C’ de daimi karanlıkta çimlenen tohumların çimlenme yüzdeleri

	KARANLIK	Çimlenme yüzdesi
1.petri	22	88
2.petri	22	88
3.petri	21	84
4.petri	23	92
Toplam çimlenme	88	88

Yapılan sıcaklık denemeleri sonucundaki çimlenme yüzdeleri, 6 °C/18 °C’ de çimlenme yüzdesi % 100, 8 °C/20 °C’ de % 92 ve 10 °C/22 °C’ de %95 olarak gözlenmiştir. Bu çimlenme yüzdeleri göz önünde bulundurularak *E. verna* subsp. *verna* tohumlarının çimlenmesi için en uygun sıcaklık koşulunun 6 °C/18 °C (gece/gündüz) olduğu belirlenmiştir.

4.4 Tuzluluğun Çimlenme Üzerine Etkisinin Belirlenmesi

Erophila verna subsp. *verna* tohumlarının çimlenmesi üzerine farklı tuz konsantrasyonlarının (saf su, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000 mM NaCl) etkisi 12/12 saat fotoperiyot ve 6/18 °C (gece/gündüz) sıcaklık koşullarında belirlenmiştir.

Erophila verna subsp. *verna* tohumlarının saf suda karanlık ve aydınlıktaki çimlenme yüzdeleri çizelge 4.9-10 'da verilmiştir. Diğer tuz konsantrasyonundaki çimlenme yüzdeleri çizelge 4.11-4.14' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.9 Saf suda aydınlıkta çimlenen *Erophila verna* subsp. *verna* tohumlarının çimlenme yüzdeleri

GÜNLER	2.	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.	20.	Çimlenme yüzdesi (%)
1.petri	0	1	13	19	20	23	23	24	24	25	100
2.petri	1	2	11	19	24	25	25	25	25	25	100
3.petri	0	1	9	15	22	24	24	24	24	24	96
4.petri	0	1	12	20	23	23	23	24	25	25	100
Toplam çimlenme	1	5	45	73	89	95	95	97	98	99	99

Çizelge 4.10 Saf suda daimi karanlıkta çimlenen tohumların çimlenme yüzdeleri

	KARANLIK	Çimlenme yüzdesi
1.petri	24	96
2.petri	24	96
3.petri	22	88
4.petri	22	88
Toplam çimlenme	92	92

Çizelge 4.11 100 mM NaCl tuz konsantrasyonunda çimlenme yüzdeleri

GÜNLER	2.	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.	20.	Çimlenme yüzdesi (%)
1.petri	0	0	1	7	9	11	13	14	15	15	60
2.petri	0	0	2	8	16	19	23	23	23	23	92
3.petri	0	1	2	7	17	20	22	22	22	25	100
4.petri	0	0	2	8	15	17	18	19	20	20	80
Toplam çimlenme	0	1	7	30	57	67	76	78	80	83	83

Çizelge 4.12 200 mM NaCl tuz konsantrasyonunda çimlenme yüzdeleri

GÜNLER	2.	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.	20.	Çimlenme yüzdesi (%)
1.petri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.petri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.petri	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	4
4.petri	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	4
Toplam çimlenme	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2

Çizelge 4.13 300 mM NaCl tuz konsantrasyonunda çimlenme yüzdeleri

GÜNLER	2.	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.	20.	Çimlenme yüzdesi (%)
1.petri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.petri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.petri	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	4
4.petri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toplam çimlenme	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1

Çizelge 4.14 400 mM ve üzeri NaCl konsantrasyonlarında çimlenme yüzdeleri

GÜNLER												
Tuz Konsantrasyonu	Petri no	2.	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.	20	Çimlenme yüzdesi
400, 500, 600, 700, 800, 900. 1000 mM NaCl	1.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tuzluluğun tohum çimlenmesi üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan deneyler sonucunda en yüksek çimlenme yüzdesi saf suda (%99) elde edilmiştir. Tuz konsantrasyonlarındaki artış ile birlikte çimlenme yüzdesinde ciddi bir düşüş gözlenmiştir. 100 mM NaCl’ de çimlenme yüzdesi %83, 200 mM NaCl’ de %2, 300 mM NaCl’ de ise %1 oranında tohum çimlenmesi gözlenmiştir. 400 mM NaCl’ den sonraki tuz konsantrasyonlarında ise çimlenme gözlenmemiştir.

4.5 İyileştirme Denemeleri

Tuzluluk denemeleri sonunda çimlenmeyen tohumlar saf suda yıkanarak iyileştirme deneylerine başlanmıştır. Kontrol koşullarında tohum çimlenmesinde bir problem olmadığı için bu gruba iyileştirme testi uygulanmamıştır. Bu nedenle, çizelgelerde sadece iyileşme testine alınan farklı NaCl konsantrasyonlarında izlenen tohumların sonuçları çizelge 4.15-4.24 ‘de verilmiştir.

Çizelge 4.15* 100 mM NaCl tuz konsantrasyonunda iyileşme sonucu çimlenme yüzdeleri

GÜNLER												
	İyileştirmeye alınan tohum sayısı	2.	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.	20.	İyileştirme sonu çimlenme yüzdesi
1.petri	10	0	2	2	2	2	4	4	4	4	4	40
2.petri	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	50
4.petri	5	0	2	2	2	2	2	2	3	3	3	60
Toplam çimlenme		0	4	4	4	4	6	6	9	9	9	47.0588

*3.petride %100 çimlenme olduğu için iyileşme denemesi yapılmamıştır.

Çizelge 4.16 200 mM NaCl tuz konsantrasyonunda iyileşme sonucu çimlenme yüzdeleri

GÜNLER												
	İyileştirmeye alınan tohum sayısı	2.	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.	20.	İyileştirme sonu çimlenme yüzdesi
1.petri	25	3	15	22	23	24	24	24	25	25	25	100
2.petri	25	6	17	20	20	21	23	23	23	23	23	100
3.petri	24	4	21	22	22	22	22	23	23	23	23	95.84
4.petri	24	4	16	19	19	19	20	21	21	21	21	87.5
Toplam çimlenme		17	69	83	84	86	89	91	92	92	92	94

Çizelge 4.17 300 mM NaCl tuz konsantrasyonunda iyileşme sonucu çimlenme yüzdeleri

GÜNLER												
	İyileştirmeye alınan tohum sayısı	2.	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.	20.	İyileştirme sonu çimlenme yüzdesi
1.petri	25	4	23	24	25	25	25	25	25	25	25	100
2.petri	25	5	24	25	25	25	25	25	25	25	25	100
3.petri	24	5	22	22	24	24	24	24	24	24	24	100
4.petri	25	5	16	22	23	23	23	23	23	23	23	92
Toplam çimlenme		19	85	94	97	98	98	98	98	98	98	97.97

Çizelge 4.18 400 mM NaCl tuz konsantrasyonunda iyileşme sonucu çimlenme yüzdeleri

GÜNLER												
	İyileştirmeye alınan tohum sayısı	2.	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.	20.	İyileştirme sonu çimlenme yüzdesi
1.petri	25	3	18	23	23	23	23	23	23	23	23	92
2.petri	25	4	20	24	24	24	24	24	24	24	24	96
3.petri	25	2	24	25	25	25	25	25	25	25	25	100
4.petri	25	4	24	25	25	25	25	25	25	25	25	100
Toplam çimlenme		13	86	97	97	97	97	97	97	97	97	97

Çizelge 4.19 500 mM NaCl tuz konsantrasyonunda iyileşme sonucu çimlenme yüzdeleri

GÜNLER												
	İyileştirmeye alınan tohum sayısı	2.	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.	20.	İyileştirme sonu çimlenme yüzdesi
1.petri	25	3	17	23	23	24	24	24	24	24	24	96
2.petri	25	2	17	20	20	21	21	21	21	21	21	84
3.petri	25	3	12	16	17	17	18	18	19	19	19	76
4.petri	25	3	19	24	24	25	25	25	25	25	25	100
Toplam çimlenme		11	65	82	84	87	88	88	89	89	89	89

Çizelge 4.20 600 mM NaCl tuz konsantrasyonunda iyileşme sonucu çimlenme yüzdeleri

GÜNLER												
	İyileştirmeye alınan tohum sayısı	2.	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.	20.	İyileştirme sonu çimlenme yüzdesi
1.petri	25	1	16	22	22	22	23	23	23	23	23	92
2.petri	25	2	13	22	22	24	25	25	25	25	25	100
3.petri	25	2	18	23	24	24	24	24	24	24	24	96
4.petri	25	3	6	22	23	23	23	23	23	23	23	92
Toplam çimlenme		8	53	89	91	93	95	95	95	95	95	95

Çizelge 4.21 700 mM NaCl tuz konsantrasyonunda iyileşme sonucu çimlenme yüzdeleri

GÜNLER												
	İyileştirmeye alınan tohum sayısı	2.	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.	20.	İyileştirme sonu çimlenme yüzdesi
1.petri	25	0	11	21	22	22	22	22	22	22	22	88
2.petri	25	0	12	21	21	21	21	21	21	21	21	84
3.petri	25	0	10	22	23	23	23	23	23	23	23	92
4.petri	25	2	7	23	23	23	23	23	23	23	23	92
Toplam çimlenme		2	40	87	89	89	89	89	89	89	89	89

Çizelge 4.22 800 mM NaCl tuz konsantrasyonunda iyileşme sonucu çimlenme yüzdeleri

GÜNLER												
	İyileştirmeye alınan tohum sayısı	2.	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.	20.	İyileştirme sonu çimlenme yüzdesi
1.petri	25	0	6	19	25	25	25	25	25	25	25	100
2.petri	25	1	5	21	21	21	21	21	21	21	21	84
3.petri	25	0	8	18	24	25	25	25	25	25	25	100
4.petri	25	0	4	19	22	22	22	22	22	22	22	88
Toplam çimlenme		1	23	77	92	93	93	93	93	93	93	93

Çizelge 4.23 900 mM NaCl tuz konsantrasyonunda iyileşme sonucu çimlenme yüzdeleri

GÜNLER												
	İyileştirmeye alınan tohum sayısı	2.	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.	20.	İyileştirme sonu çimlenme yüzdesi
1.petri	25	0	3	12	15	19	19	19	19	19	19	76
2.petri	25	0	2	12	16	21	22	22	23	23	23	92
3.petri	25	0	1	10	18	18	19	19	20	20	20	80
4.petri	25	0	1	12	18	18	20	20	22	22	22	88
Toplam çimlenme		0	7	46	67	78	80	80	84	84	84	84

Çizelge 4.24 1000 mM NaCl tuz konsantrasyonunda iyileşme sonucu çimlenme yüzdeleri

GÜNLER												
	İyileştirmeye alınan tohum sayısı	2.	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.	20.	İyileştirme sonu çimlenme yüzdesi
1.petri	25	0	0	5	14	18	23	23	24	24	24	96
2.petri	25	0	0	6	17	17	18	18	18	18	18	72
3.petri	25	0	0	5	14	20	22	22	23	24	24	96
4.petri	25	0	1	5	14	18	21	21	21	21	21	84
Toplam çimlenme		0	1	21	59	73	84	84	85	87	87	87

Artan NaCl konsantrasyonu ile çimlenme yüzdelerinde hızlı bir düşüş gözlenmiş ve bu durumun yüksek NaCl oranından kaynaklanıp, kaynaklanmadığının anlaşılması için tuza maruz bırakılan tohumlar saf su ile yıkanıp, tuzdan arındırıldıktan sonra optimum koşullarda yeniden çimlendirilmiştir. Tuzdan arındırıldıktan sonra optimum koşullarda yeniden çimlendirilen tohumlarda yüksek çimlenme gözlenmiştir. İyileşme sonucu tuz konsantrasyonlarında gözlenen çimlenme yüzdeleri çizelge 4.25’ te verilmiştir.

Çizelge 4. 25 Tuz konsantrasyonlarında gözlenen çimlenme yüzdeleri

Tuz Konsantrasyonu	Çimlenme Yüzdesi
100 mM NaCl	47,059
200 mM NaCl	94
300 mM NaCl	97,97
400 mM NaCl	97
500 mM NaCl	98
600 mM NaCl	95
700 mM NaCl	89
800 mM NaCl	93
900 mM NaCl	84
1000 mM NaCl	84

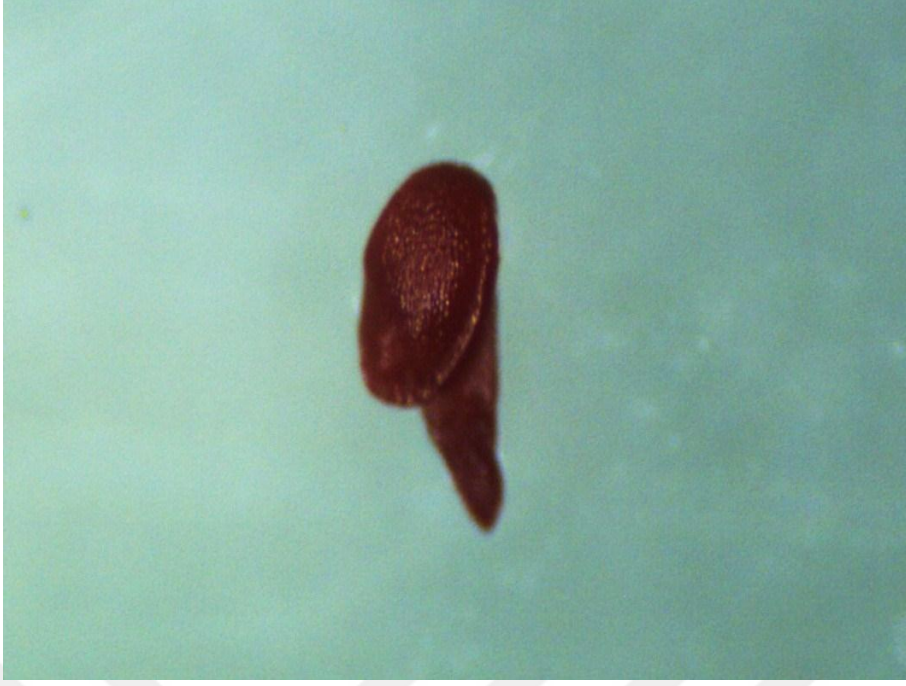
Bu çimlenme yüzdeleri, yüksek tuz konsantrasyonlarında tohum çimlenmelerinin baskılandığını ancak tuz stresi ortadan kalktıktan sonra tohumların tekrar çimlenebildiklerini göstermektedir.

4.6 Canlılık Testi

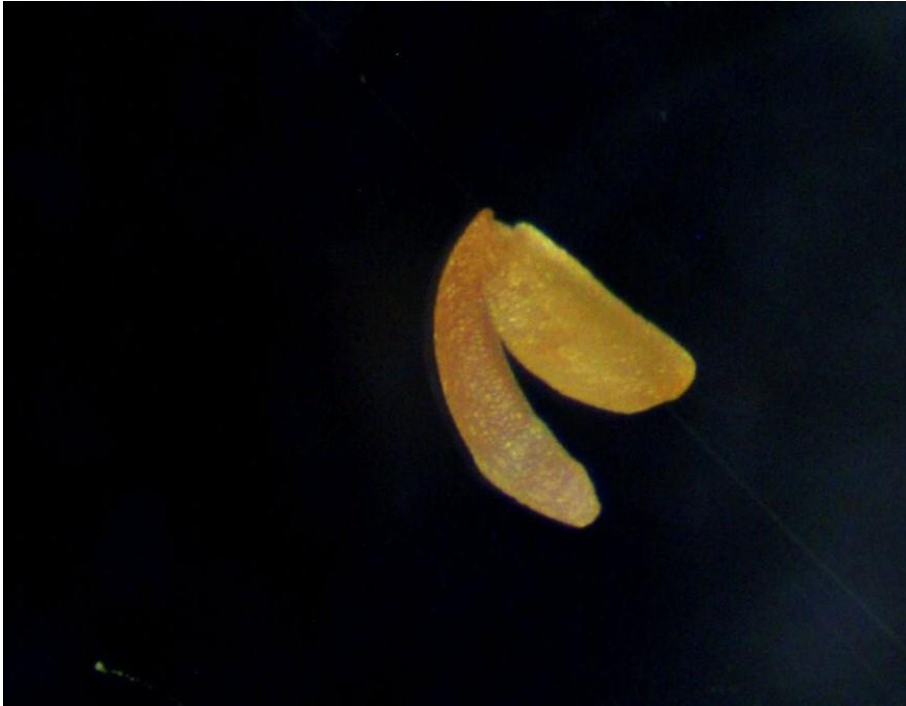
İyileşme testi sonucunda da çimlenmeyen tohumlar, tohumların canlılığını belirlemek amacıyla TTC testine tabi tutulmuştur. 24 saat boyunca TTC (Trifeniltetrazolyum klorür) çözeltisinde 30°C’ de etüvde bekletilmiştir. Bunun için ependorf tüpleri kullanılmıştır. Daha sonra ependorflar bir beherin içerisine koyulup karanlık ortamın oluşturulması için etrafı alüminyum folyo ile sarılmıştır. 24 saat sonunda tohumlar binoküler altında incelenmiştir. Boyanmayan tohumlar, ölü, kırmızıya boyanan tohumlar ise canlı olarak kabul edilmiştir. Canlılık testi sonuçları çizelge 4.26’ da verilmiştir. Canlılık testi sonucunda canlı embriyo durumu şekil 4.2’ de, ölü embriyo durumu şekil 4.3’ de görülmektedir.

Çizelge 4.26 Canlılık testi sonuçları

Tuz Konsantrasyonları	Canlılık Testine Alınan Tohum Sayısı	Ölü tohum sayısı	Canlı tohum sayısı
100 mM NaCl	9	7	2
200 mM NaCl	6	6	-
300 mM NaCl	1	1	-
400 mM NaCl	3	3	-
500 mM NaCl	11	11	-
600 mM NaCl	5	5	-
700 mM NaCl	11	11	-
800 mM NaCl	7	7	-
900 mM NaCl	16	16	-
1000 mM NaCl	13	13	-



Şekil 4.2 TTC testi sonucunda canlı embriyo durumu



Şekil 4.3 TTC testi sonucunda ölü embriyo durumu

4.7 Araştırma Bölgesinin İklimsel Analizi

Araştırma bölgesi olan Bolluk Gölü'nün iklim özelliklerini belirleyebilmek için, bölgeye en yakın istasyon olan Cihanbeyli ilçesinin meteorolojik verileri kullanılmıştır.

4.7.1 Yağış ve sıcaklık

Cihanbeyli istasyonu verilerine göre yıllık yağış miktarı 326,5 mm'dir. Cihanbeyli istasyonunda en fazla yağış ilkbahar mevsiminde, en düşük yağış miktarı ise yaz mevsiminde görölmektedir. Buna göre bölgenin yağış rejimi I.K.S.Y şeklindedir ve doğu Akdeniz 2. Yağış tipi görölmektedir.

Cihanbeyli'de yıllık ortalama sıcaklık 11.2 °C ölçölmüştür. Cihanbeyli'de en soğuk ayın minimum sıcaklık ortalaması (m) -4.9 °C'dir ve bu değer Ocak ayında ölçölmüştür. maksimum sıcaklık ortalaması (M) 30.7° C'dir ve Temmuz ayında ölçölmüştür. İstasyona ait aylık ve yıllık ortalama sıcaklık değerleri çizelge 4.27'de, ortalama minimum sıcaklık değerleri (m) çizelge 4.28'de ve ortalama maksimum sıcaklık değerleri (M) çizelge 4.29'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.27 Cihanbeyli istasyonuna ait aylık ve yıllık ortalama sıcaklık değerleri (°C)

İstasyon	AYLAR												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
Cihanbeyli	3.6	5.8	11.3	17.5	22.5	27.1	30.7	30.4	26.8	19.7	11.5	5.2	17.7

Çizelge 4.28 Cihanbeyli'ye ait ortalama minimum sıcaklık değerleri (m°C)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
Cihanbeyli	-4.9	-4.2	-0.9	4.4	8.3	11.8	14.9	14.6	10.4	5.7	0.6	-0.5	4.9

Çizelge 4.29 Cihanbeyli'ye ait ortalama maksimum sıcaklık değerleri (M°C)

İstasyon	AYLAR												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
Cihanbeyli	3.6	5.8	11.3	17.5	22.5	27.1	30.7	30.4	26.8	19.7	11.5	5.2	17.7

4.7.2 Biyoiklimsel Sentez

Araştırma bölgesinin iklimini tanımlayabilmek için alana en yakın ilçe olan Cihanbeyli'nin meteorolojik verileri kullanılmıştır. Bütün bu verilerle oluşturulan iklimsel analiz çizelge 4.30' da özetlenmiştir.

Cihanbeyli istasyonunun verilerine göre yağış rejimi I.K.S.Y, doğu Akdeniz 2. Yağış tipidir.

Çalışma alanına ait ombrotermik diyagramda da görüleceği gibi (Şekil 4.4) Cihanbeyli istasyonunda Mayıs ayının ortalarından Ekim ayına kadar devam eden bir kurak devre yaşanmaktadır. Kurak devre Gaussen metoduna göre çizilen grafiklerle belirlenmiştir ve alanın iklimsel değerlendirilmesi için Emberger'in Akdeniz iklim katları ve kuraklık derecelerini belirlemek için geliştirdiği formüllerden yararlanılmıştır (Akman 2011).

Bu istasyon için Emberger kuraklık indisi $S=PE/M$ formülü ile tespit edilmiştir. Bu formüle göre S: kuraklık indisi, PE: yaz yağışı (mm). M: en sıcak ayın maksimum sıcaklık ortalaması (M°C) değerlerini ifade eder. Bu değerler hesaplandığında kuraklık indisinin (S) 5'ten küçük olduğu istasyonlar Akdenizli, 5-7 arasında olduğu istasyonlar sub-Akdenizli, 7'den büyük olduğu istasyonlar ise Akdenizli değildir şeklinde gruplandırılmıştır (Akman 2011). Cihanbeyli'de kuraklık indisi (S) 1.31'dir ve Akdeniz iklimi etkisi altındadır.

Çizelge 4.30 Araştırma bölgesinin iklimsel analizi

İstasyon	Yükseklik (m)	P (mm)	M (°C)	m (°C)	Q	PE	S	Yağış Rejimi	Biyoiklim
Cihanbeyli	969	326.5	30.7	-4.9	32.04	40.1	1.31	I.K.S.Y	Kurak, kışı çok soğuk Akdeniz iklimi

P: Yıllık ortalama yağış

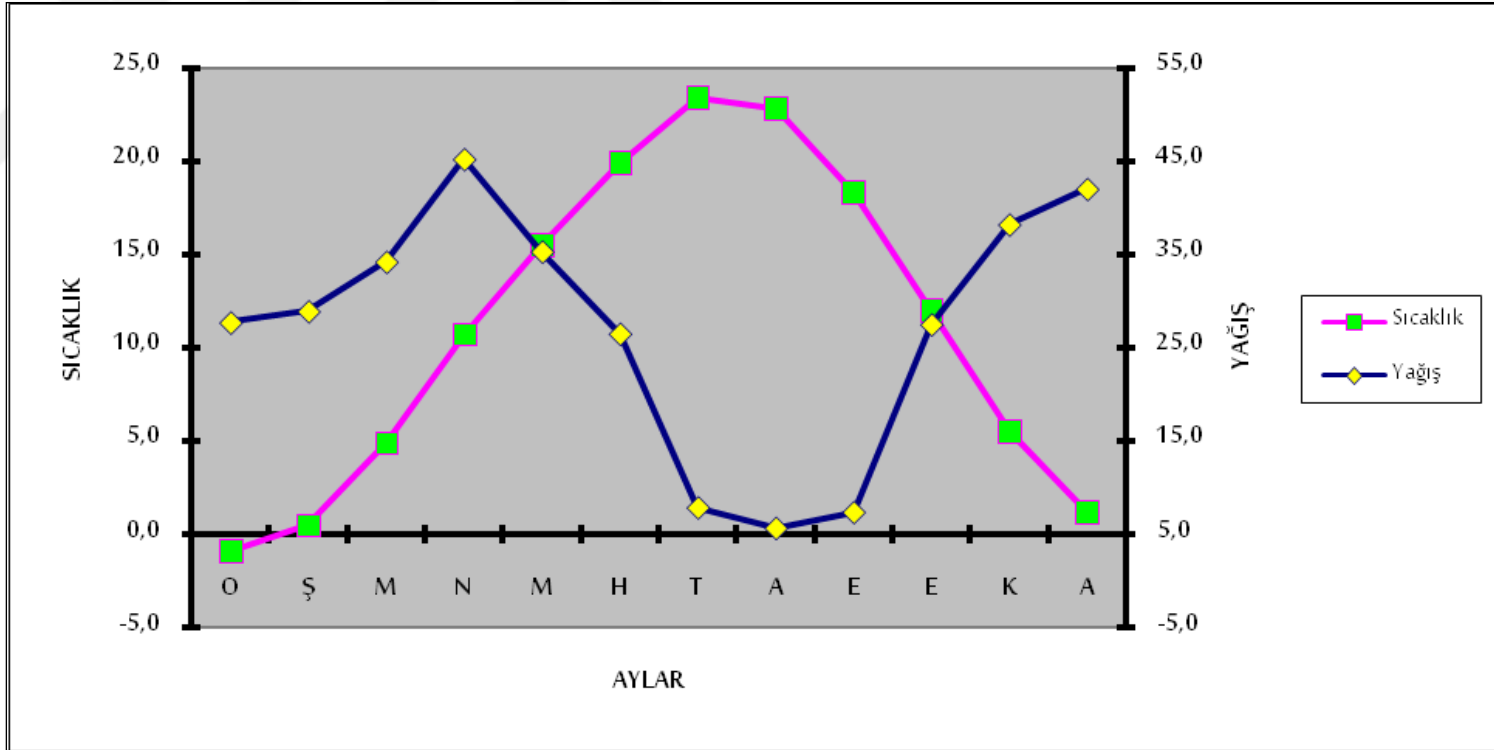
M: En sıcak ayın maksimum sıcaklık ortalaması (°C)

m: En soğuk ayın minimum sıcaklık ortalaması (°C)

Q: Yağış-sıcaklık emsali ($Q=2000 \times P / (M^2 - m^2)$)

PE: Yaz yağışı (mm)

S: Kuraklık indisi ($S=PE/M$)



Şekil 4.4 Cihanbeyli istasyonunun ombrotermik diyagramı

4.8 Veri Analizi

Çimlenme deneyleri sonucunda elde edilen veriler, *Erophila verna* ssp. *verna* taksonunun tohumlarının çimlenme özellikleri arasındaki istatistiksel farkların belirlenmesi için tek yönlü ANOVA tablosunda değerlendirilmiştir. Bu sonuçlar çizelge 5.1’de gösterilmiştir. Saf su, bütün bitkiler için tohumların en iyi çimlenme gösterdikleri koşulu sağlamaktadır (Ungar 1978). Saf su ve 100 mM NaCl uygulamalarında $p < 0,05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmiştir. Aynı şekilde 200 mM NaCl ‘nin üzerindeki konsantrasyonlar arasında istatistiksel olarak fark görülmüştür. Tuz konsantrasyonu arttıkça çimlenme yüzdeleri düşmüş ve 300 mM üzerindeki NaCl konsantrasyonlarında hiçbir tohum çimlenmemiştir.

Bu sonuçlar göz önünde alındığında *E. verna* ssp. *verna* türünün tohumları için eşik değeri 200 mM NaCl çözeltisi olabileceği sonucuna varılmıştır. Ancak kesin sonuçlar elde edebilmek amacıyla 100-200 mM NaCl aralığında farklı tuz konsantrasyonları denenebilir.

Çizelge 4.31 Çimlenme yüzdelerinin istatistiksel analiz

NaCl konsantrasyonu (mM)	safsu	100 mM	200 mM	300-1000 mM
Çimlenme(%)	%100 ^a	%83 ^b	%2 ^c	%0 ^c

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Halofit bitkiler de glikofit bitkiler gibi en yüksek çimlenme oranını saf suda gösterirler, ancak tuz konsantrasyonu arttıkça çimlenme yüzdesi düşse de glikofitlerle karşılaştırıldığında halofit tohumların tuza dirençleri daha yüksektir (Almansouri vd. 2001, Keiffer ve Ungar 1997).

Erophila verna ssp. *verna* geniş yayılışlı bir taksondur ve yayılış alanları arasında tuzlu göllerin çevresi de bulunmaktadır. Tohumlu bitkilerin model organizması olan *Arabidopsis thaliana* taksonuna akraba olması ve tuzcul alanlarda bulunması tuza direnç mekanizmalarının moleküler düzeyde çalışılması için uygun aday olarak öne çıkmasını sağlamaktadır. Ancak sadece tuzcul alanlarla sınırlı bir yayılışa sahip olmaması öncelikle halofit olup olmadığının veya halofitik alanlara adapte bir ekotip olup olmadığının araştırılmasını gerektirmektedir. 200 mM NaCl ve daha yüksek seviyelerdeki NaCl çözeltilerinde çimlenebilen bitkiler halofit olarak adlandırılmaktadır (Baskin ve Baskin 2001, Ungar 1995).

E. verna ssp. *verna* diğer taksonlar gibi en yüksek çimlenmeyi saf suda göstermiştir (Çizelge 4.3). Saf suda % 100 gibi yüksek bir çimlenme gösteren *E. verna* ssp. *verna* 'da çimlenme yüzdesi tuz konsantrasyonundaki artışla birlikte hızla düşmüştür. 400 mM NaCl ve üzerindeki konsantrasyonlarda hiçbir tohum çimlenmemiştir.

İyileştirme deneyleri sonucunda *E. verna* ssp. *verna* tohumlarının ortalama olarak çimlenme yüzdesi % 87,3 şeklindedir. Bu değer, *E. verna* ssp. *verna* tohumlarının tuza maruz bırakıldıktan sonra iyi bir şekilde çimlenebildiğini göstermektedir ve tuz stresini tohum çimlenmesini baskıladığını ancak tamamen engellemediğini belirtmektedir. Ortam koşulları düzeldiğinde yani tuz seviyesi azaldığında tohumlar çimlenmektedir.

E. verna ssp. *verna* bireylerinin olgun tohumlarının canlılık yüzdesi ortalama olarak % 92,36' dır. Tohumların canlılık oranının bu kadar yüksek olması ve tuza maruz kaldıktan sonra iyileştirme deneyi sonucundaki yüksek çimlenme yüzdeleri, tuzluluk denemelerindeki çimlenmelerin düşük olmasının artan tuz konsantrasyonundan kaynaklandığını göstermektedir.

Farklı tuz konsantrasyonları altında tohumların çimlenme özellikleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılığın olup olmadığının ortaya koyulması için tek yönlü ANOVA analizi yapılmıştır. Saf su ve 100 mM NaCl arasında istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmiştir ($p < 0,05$). Aynı durum 200 mM NaCl ve daha yüksek tuz konsantrasyonları ile saf su ve 100 mM arasında da belirlenmiştir ($p < 0,05$). 100-200 mM NaCl arasındaki bir değerin *Erophila verna* ssp. *verna* tohumları için eşik değeri olduğu söylenebilir. *Holosteum umbellatum* gibi efemeral bir takson olan *E. verna* ssp. *verna* tuz konsantrasyonunun düştüğü, topraktaki tuzun karların erimesi ve ilkbahar yağmurları ile yıkandığı dönemde çimlenerek ve gelişimini tuz konsantrasyonunun yükseldiği kurak yaz aylarından önce tamamlamasıyla tuzdan kaçınmaktadır. Tohumların düşük tuzlulukta çimlenmesi iklim koşullarıyla da örtüşmektedir. Çimlenme dönemi kar yağışı ile yağmur sonucu tuzun topraktan yıkandığı döneme denk gelmekte ve bitki gelişimini tuzun tekrardan yükseldiği yaz mevsimi başlamadan tamamlamaktadır. Bu durumda *E. verna* ssp. *verna* taksonunun halofit değildir ancak tuzdan kaçınmasını sağlayan bir ekolojik adaptasyonla tuzcul alanlarda yaşam döngüsünü tamamlayabilmektedir.

Çizelge 5.1 *E. verna* subsp. *verna* tohumlarının değişen tuz konsantrasyonları altında çimlenme özelliklerinin özeti

Tuzluluk (mM NaCl)	Başlangıç Çimlenme yüzdesi	İyileşme Çimlenme yüzdesi	Son Çimlenme	Çimlenme Hızı	Toplam canlı tohum sayısı	Canlı çimlenmeyen tohum sayısı	DGP
Saf su	99 ± 1.73	-	99	34.85	99	2	-
100mM	83 ± 15.07	47.06	91	23.95	94	0	16.16
200mM	2 ± 2	93.88	94	0.45	95	0	97.98
300mM	1 ± 1.73	97.97	98	0.1	98	0	98.99
400mM	0	97	97	0	97	0	100
500mM	0	89	89	0	89	0	100
600mM	0	95	95	0	95	0	100
700mM	0	89	89	0	89	0	100
800mM	0	93	93	0	93	0	100
900mM	0	84	84	0	84	0	100
1000mM	0	87	87	0	87	0	100

İyileşme yüzdesi: $[(a-b)/(c-b)] \times 100$ (Khan vd. 2002)

Son çimlenme: $(a/c) \times 100$ (Baskin ve Baskin 1998)

Çimlenme hızı: $\sum G/t$ (Khan ve Ungar 1984)

Tohum canlılığı: $[(a+d)/c] \times 100$ (Baskin ve Baskin 1998)

Azalan çimlenme yüzdesi (DGP): $[(\text{saf sudaki çimlenme yüzdesi} - \text{tuzdaki çimlenme yüzdesi}) / \text{saf sudaki çimlenme yüzdesi}] \times 100$ (Zhang vd. 2015)

a: Deney sonunda toplam çimlenen tohum sayısı

b: Tuz (NaCl) çözeltisinde çimlenen tohum sayısı

c: Deneyde kullanılan toplam tohum sayısı

d: Tohum çimlenme testinden sonra TTC çözeltisinde kırmızıya boyanan embriyo sayısı

G: İki günlük aralıklardaki tohum çimlenme yüzdesi

t: toplam çimlenme süresidir.

KAYNAKLAR

- Akman, Y. 2011. İklim ve Biyoiklim (Biyoiklim Metotları ve Türkiye İklimleri). Kariyer Matbaacılık. Ankara.
- Almansouri, M., Kinet, J. M. and Lutis, S. 2001. Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* desf.). Plant Soil 231: 243-254.
- Al-Shehbaz, I. A., Beilstein, M. A. and Kellog, E. A. 2006. Systematics and pylogeny of the Brassicaceae (Crucifera) : an overview. Pt. Syst. Evol. 259: 89-120.
- Anonim. 2016a Web Sitesi.
http://canope.acbesancon.fr/flore/Brassicaceae/especes/erophila_verna_verna.htm
m. Erişim tarihi: 20.12.2015.
- Anonim. 2016b Web Sitesi. http://www.tubives.com/index.php?sayfa=1&tax_id=861.
Erişim tarihi: 20.12.2015.
- Baskin, J. M. and Baskin, C. C. 1970. Germination eco-physiology of *Draba verna*. Bulletin of The Torrey Botanical Club. Vol.97, No.4, pp.209-216.
- Baskin, J. M. and Baskin, C. C. 1972. The light factor in the germination ecology of *Draba verna*. American Journal of Botany 85: 279-286.
- Baskin, J. M. and Baskin, C. C. 1973. Studies on the ecological life cycle of *Holosteum umbellatum*. Bulletin of The Torrey Botanical Club. Vol. 100, No.2, pp.110-116.
- Baskin, J. M. and Baskin, C. C. 1998. Seeds: Ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination, Academic Press. San Diego, 666 sayfa.
- Baskin, C. C. and Baskin, J. M. 2001. Seeds, Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination, American Press, San Diego.
- Bojovic, B., Delic, G., Topuzovic, M. and Stankovic, M. 2010. Effects of NaCl on seed germination in some species from families Brassicaceae and Solanaceae. Kragujevac Journal of Science 32: 83-87.
- Davis, P.H., Cullen, J. and Coode, M. J. E. 1965. Flora of Turkey and East Aegean Islands, vol. 1, Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Emberger, L. 1932. Sur une formule climatique et ses applications en botanique, Paris: La Meteorologie, No. 92 – 93.
- Gul, B. and Weber, D. J. 1999. Effect of salinity, light, and temperature on germination in *Allenrolfea occidentalis*. Canadian Journal of Botany 77: 240-246.
- Guma, I. R., Padrón-Mederos, M. A., Santos-Guerra, A. and Reyes-Betancort, J. A. 2010. Effect of temperature and salinity on germination of *Salsola vermiculata* L. (Chenopodiaceae) from Canary Islands. Journal of Arid Environments 74: 708-711.

- Keiffer, C. H. and Ungar, I. A. 1997. The effect of extended exposure to hypersaline conditions on the germination of five inland halophyte species. *American Journal of Botany* 84: 104-111.
- Khan, M. A. and Ungar, I. A. 1984. Seed polymorphism and germination responses to salinity stress in *Atriplex triangularis* Wild. *Bot. Gaz.* 145: 487-494.
- Khan, M. A. and Ungar, I. A. 1984. The effect of salinity and temperature on germination of polymorphic seeds and growth of *Atriplex triangularis* Wild. *American Journal of Botany* 71: 481-489.
- Khan, M. A. and Weber, D. J. 1986. Factors influencing seed germination in *Salicornia pacifica* var. *utahensis*. *Am. J. Bot.* 73: 1163-1167.
- Khan, M. A. and Ungar, I. A. 1996a. Effects of light, salinity, and thermoperiod on the seed germination of halophytes. *Canadian Journal of Botany* 75: 835-841.
- Khan, M. A. and Ungar, I. A. 1996b. Influence of salinity and temperature on the germination of *Halocnemum recurvum*. *Annals of Botany (London)* 78: 547-551.
- Khan, M. A. and Ungar, I. A. 1997. Effects of thermoperiod on recovery of seed germination of halophytes from saline conditions. *Am. J. Bot.*, 84, 2, 279-283.
- Khan, M. A. 1999. Comparative influence of salinity and temperature on the germination of subtropical perennial halophytes In: Hamdy A., Lieth H., Todorovis M., Moschenko M. (Eds), *Halophyte Uses in Different Climates I. Ecological and Physiological Studies*. Backhuys Publishers, Leiden, pp. 77-88.
- Khan, M. A., Gul, B. and Weber, D. J. 2002. Seed germination in the Great basin halophyte *Salsola iberica*. *Canadian Journal of Botany* 80: 650-655.
- Lian-Lian, F., Li-Song T., Lin-Feng, W. Jian, M and Yan, L. 2014. The limited role of snow water in the growth and development of ephemeral plants in cold desert. *Journal of Vegetation Science* 25: 681-690.
- Luque, E. G., Fernandez, D. C. I. and Mercado, F.G. 2012. Effect of salinity and temperature on seed germination in *Limonium cossonianum*. *Botany* 91: 12-16.
- Orlovsky, N. S., Japakova, U. N., Shulgina, I. and Volis, S. 2011. Comparative study of seed germination and growth of *Kochia prostrata* and *Kochia scoparia* (Chenopodiaceae) under salinity. *Journal of Arid Environments* 75: 532-537.
- Pujol, A. J., Caluo, J. F. and Ramirez-Diaz, L. 2000. Recovery of germination from different osmotic conditions by four halophytes from Southeastern Spain. *Annals of Botany* 85: 279-286.
- Qu, X. X., Huang, Z. Y., Baskin, J. M. and Baskin, C. C. 2008. Effect of temperature, light and salinity on seed germination and radicle growth of the geographically widespread halophyte shrub *Halocnemum strobilaceum*. *Annals of Botany* 101: 293-299.

- Richards, L. A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA. Agricultural Handbook. No: 60.
- Song, J., Feng, G. and Zhang, F. 2006. Salinity and temperature effects on germination for three salt-resistant euhalophytes, *Halostachys caspica*, *Kalidium foliatum* and *Halocnemum strobilaceum*. Plant and Soil 279: 201-207.
- Ungar, I. A. 1991. Ecophysiology of vascular halophytes. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Ungar, I. A. 1995. Seed germination and seed bank ecology in halophytes, In: Kiegle J., Galili G. (Eds.), Seed Development and Seed Germination. Marcel Dekker, New York pp. 599-628.
- Ungar, I. A. 1996. Effect of salinity on seed germination, growth and ion accumulation of *Atriplex patula* (Chenopodiaceae). American Journal of Botany 83: 604-607.
- Wang, Y., Jiang, G. Q., Han, Y. N. and Liu, M. M. 2013. Effects of salt, alkali and salt-alkali mixed stresses on seed germination of the halophyte *Salsola iberica* (Chenopodiaceae). Acta Ecologica Sinica 33: 354-360.
- Yao, S., Chen, S., Zhao, J., Xu, D., Lan, H. and Zhang, F. 2010. Effect of three salts on germination and seedling survival of dimorphic seeds of *Chenopodium album*. Botany 88: 821-828.
- Zhang, H., Zhang, G., Lü X., Zhou, D. and Han, X. 2015. Salt tolerance during seed germination and early seedling stages of 12 halophytes. Plant Soil 388: 229-241.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Gizem SAYGIN

Doğum Yeri : Balıkesir

Doğum Tarihi : 05/09/1991

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Hürriyet Anadolu Lisesi /Ankara (2009)

Lisans : Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü (2013)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Biyoloji Anabilim Dalı (Eylül 2013- Şubat 2016)