

**İZMİR-BOZDAĞ'DA FARKLI YÜKSEKLİK
KATLARINDA YER ALAN AKDENİZ BİTKİLERİNİN
ÇİMLENMESİ ÜZERİNE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN
OLASI ETKİLERİ**

**POSSIBLE EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON THE
GERMINATION OF MEDITERRANEAN PLANTS AT
DIFFERENT ELEVATIONS IN İZMİR-BOZDAĞ**

ESRA NUR BAYŞAHAN

PROF. DR. ÇAĞATAY TAVŞANOĞLU

Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

Biyoloji Anabilim Dalı için Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır.

2024

Bu çalışmayı, varoluşumuzun sessiz tanıkları ve doğanın dilsiz sakinleri olan tüm hayvanlara adıyorum. Onların varlığı, dünyayı daha anlamlı ve yaşanabilir kılan, ekosistemlerin karmaşıklığını ve güzelliğini temsil eden en değerli hazinelerdendir. Her bir hayvan, doğanın dengesi içinde eşsiz bir rol oynar ve bu dünyada kendi yerini bulur. Özellikle sokak hayvanları, kentsel çevrelerimizin ayrılmaz bir parçasıdır ve toplumun göremediği birçok mücadeleye göğüs gererler. Sokak hayvanlarının yaşam mücadeleleri, onların dayanıklılığını ve yaşama arzularını gösterir; bu dostlarımızın maruz kaldığı zorluklar, doğanın karmaşıklığını ve yaşamın değerini daha da belirgin hale getirir.

Bu tez aynı zamanda, bilimin meşakkatli yollarında sabırla ilerleyen, her türlü zorluğa göğüs geren ve bilim dünyasına eşsiz katkılar sunan ama hak ettikleri tanınmayı ve fırsatları bulmakta zorluk yaşayan kadınlara ithafen yazılmıştır. Bu eşitsizlik, kadınların maruz kaldığı ezilmenin bir yansımasıdır. Kadınların cesareti, azmi ve özverisi bu çalışmanın arkasındaki en büyük ilham kaynaklarından biri olmuştur.

Bu tezi, hem sokak hayvanlarının ve bilim dünyasındaki kadınların yaşam mücadelelerini ve değerlerini onurlandırmak amacıyla hem de her iki grubun da dayanıklılığını ve yaşama hakkını vurgulamak için onlara adıyorum. Hayvanların ve kadınların varlıkları, toplumsal ve doğal dengenin bir parçası olarak, derin bir saygı ile acil bir değişim çağrısı yapar.

ÖZET

İZMİR-BOZDAĞ'DA FARKLI YÜKSEKLİK KATLARINDA YER ALAN AKDENİZ BİTKİLERİNİN ÇİMLENMESİ ÜZERİNE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN OLASI ETKİLERİ

ESRA NUR BAYŞAHAN

Yüksek Lisans, Biyoloji Bölümü

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Çağatay TAVŞANOĞLU

Eylül 2024, 126 sayfa

Sıcaklık ve kuraklık, çimlenmeyi kontrol eden temel çevresel faktörlerden ikisidir. İklim değişikliği, tohumların maruz kaldığı sıcaklık ve nem koşullarını değiştirerek çimlenme süreçlerini etkilemektedir. Bu çalışma ile, İzmir il sınırları içerisinde yer alan Bozdağ yöresinde farklı takımlarda doğal olarak yetişen ve farklı vejetasyon tipleri için karakteristik bitki taksonlarının çimlenmesi üzerine iklim değişikliğinin olası etkilerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bunun için bölgede iki farklı yükselti grubuna ait 6 farklı nokta seçilmiştir. Birinci grup düşük rakımlı 3 farklı noktayı, ikinci grup ise yüksek rakımlı 3 farklı noktayı içermiştir. Arazi çalışmaları 2022 yılı vejetasyon döneminde gerçekleştirilmiş ve toplamda 33 bitki taksonuna ait 47 popülasyon örneklenmiştir. Toplanan tohumlar farklı sıcaklık dereceleri ile farklı kuraklık şiddetlerine tabii tutulmuş ve tohumların bu şartlarda çimlenme tepkileri incelenmiştir. Sıcaklık deneyinde 4 farklı sabit sıcaklık (15, 20, 25, 30°C) uygulamasıyla üç farklı değişken sıcaklık (20/10, 25/15, 20/30°C) uygulaması gerçekleştirilmiştir. Kuraklık deneyi için PEG 6000 çözeltisi kullanılarak 5 farklı değerde bir kuraklık şiddeti aralığı (-0.0625, -0.125, -0.25, -0.5, -

0.75 MPa) oluşturulmuş ve tohumların çimlenme tepkileri incelenmiştir. Çalışma alanına ait iklimsel veriler, CHELSA küresel iklim veri tabanında bulunan UKESM1-0-LL modeli üzerinden, SSP5 senaryosu seçilerek elde edilmiştir. Bu veriler kullanılarak alanlara ait geçmiş, günümüz ve gelecekteki olası iklim değişikliği senaryoları ortaya konulmuştur (1981-2010, 2011-2040, 2041-2070 ve 2071-2100). Elde edilen verilerin Excel ve R programları kullanılarak istatistiksel analizleri gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan iklim değişikliği senaryolarına göre 1981-2100 yılları arasındaki toplam 119 yıllık süre sonunda alçak ve yüksek rakımlı alanlarda yıllık toplam yağış miktarının sırasıyla yaklaşık 40.6 mm ve 46.1 mm azalacağı varsayılırken, yıllık ortalama sıcaklık miktarının ise her iki rakım grubunda yaklaşık 7 °C artacağı varsayılmıştır. Yine aynı senaryoya göre 119 yıllık süre sonunda kuraklık döneminde, alçak rakımlı alanlarda yaklaşık 6 haftalık bir uzama var sayılırken yüksek rakımlı alanlarda bu sürenin yaklaşık 5 hafta uzayacağı varsayılmıştır. Çalışmanın sonucunda elde edilen çıkarımlar şu şekilde sıralanmıştır: a) çok sayıda takson içeren familyalarda sıcaklık ve kuraklığa çimlenme yanıtları daha fazla değişkenlik sergilemiştir. Bu durum, sıcaklık ve kuraklığa çimlenme yanıtlarının türe özgü olabileceği ve familya gibi üst taksonomik birimlerden bağımsız olabileceğini göstermektedir, b) yükseklik farkının popülasyon düzeyinde çimlenme üzerine etkilerinin de türe özgü olarak farklılık gösterebileceği bulunmuştur, c) en karamsar iklim değişikliği senaryosunda (SSP585) İzmir Bozdağ'da yüksek sıcaklık ve kuraklık koşullarında Poaceae ve Fabaceae familyalarına ait çalışılan taksonların iklim değişikliğine karşı soyunu devam ettirme şansı olası iken, *Papaver* sp. ve *Allium proponticum* gibi sıcaklık toleransı düşük taksonların soylarını devam ettirme şansları olmayabilir.

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği, Akdeniz bitkileri, çimlenme, tohum, rakım, sıcaklık kuraklık

ABSTRACT

POSSIBLE EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON THE GERMINATION OF MEDITERRANEAN PLANTS AT DIFFERENT ELEVATIONS IN İZMİR-BOZDAĞ

Esra Nur BAYŞAHAN

Master of Science, Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. Çağatay TAVŞANOĞLU

September 2024, 126 pages

Temperature and drought are two of the main environmental factors controlling germination. Climate change affects germination processes by changing the temperature and humidity conditions to which seeds are exposed. In this study, it was aimed to determine the possible effects of climate change on the germination of plant taxa characteristic for different vegetation types and growing naturally in different orders in Bozdağ region located within the borders of Izmir province. For this purpose, 6 different locations belonging to two different elevation groups were selected in the region. The first group included 3 different points with low altitude and the second group included 3 different points with high altitude. Field studies were carried out during the vegetation period of 2022 and 47 populations of 33 plant taxa were sampled in total. The collected seeds were subjected to different temperatures and different drought severities and the germination responses of the seeds were examined under these conditions. In the temperature experiment, four different constant temperatures (15, 20, 25, 30°C) and three different alternating temperatures (20/10, 25/15, 20/30°C) were applied. For the drought

experiment, a drought severity range of 5 different values (-0.0625, -0.125, -0.25, -0.25, -0.5, -0.75 MPa) was created using PEG 6000 solution and the germination responses of the seeds were examined. Climatic data for the study area were obtained from the UKESM1-0-LL model in the CHELSA global climate database by selecting the SSP5 scenario. Using these data, past, present and possible future climate change scenarios (1981-2010, 2011-2040, 2041-2070 and 2071-2100) were presented. Statistical analyses of the obtained data were performed using Excel and R programs. According to the climate change scenarios created, it is assumed that at the end of the 119-year period between 1981 and 2100, the total annual precipitation will decrease by approximately 40.6 mm and 46.1 mm in low and high elevation areas, respectively, while the average annual temperature will increase by approximately 7 °C in both elevation groups. According to the same scenario, at the end of the 119-year period, the drought period is assumed to be extended by approximately 6 weeks in low-altitude areas, while this period is assumed to be extended by approximately 5 weeks in high-altitude areas. The conclusions of the study are as follows: a) germination responses to temperature and drought were more variable in families with a large number of taxa. This suggests that germination responses to temperature and drought may be species-specific and independent of higher taxonomic units such as families, b) the effects of elevation difference on germination at the population level were also found to be species-specific, c) In the most pessimistic climate change scenario (SSP585), under high temperature and drought conditions in İzmir Bozdağ, the studied taxa belonging to the Poaceae and Fabaceae families are likely to persist against climate change, while taxa with low temperature tolerance such as *Papaver* sp and *Allium proponticum* may not be able to persist.

Keywords: Climate change, plant germination, Mediterranean plants, seed, altitude, incubation temperature, drought

TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans eğitimim süresince her türlü destekte bulunup, akademik alanda gelişmeme olanak sağlayıp bu tezi bana layık gören danışmanım Sayın Prof. Dr. Çağatay TAVŞANOĞLU'na,

Resmi olarak yardımcı danışmanım olmasa da gerek akademi gerek arkadaşlık her türlü destekte bulunan kalbimde yardımcı danışmanım olan Sayın Gül AYYILDIZ'a

Kedi annesi olmama vesile olan ve farkında olmasalar da manevi olarak en büyük desteği bana sunan 7 tanecik çocuğum Boncuk, Nana, Hachi, Kukka, Chiri, Bildircin ve Köpük BAYŞAHAN'a

Okulda öğrencim, evde en yakın arkadaşım olan ve bu tez çalışmamda geceleri ona haram ettiğim halde hiçbir şekilde yardımını esirgemeyen bir tanecik bebeğim Yağmur TOPARLAK'a

Lisans dönemimden beri her anımda yanımda olan, yüksek lisansım boyunca da laboratuvar dahil olmak üzere her konuda yardımcı olan dostum Dilara Nimet ERSOY'a

Yüksek lisans eğitimim boyunca kendi çilelerine rağmen akademik olarak desteğini esirgemeyen ve hayatımın her alanında en büyük destekçim olan Ulaş ÖZFUÇUCU'ya

Laboratuvarda deneylerde bana desteklerini sunan bütün FEL üyeleri ve özel çalışma öğrencilerine,

Yüksek lisansa birlikte başlayıp gerek bilgilerimizi gerek dertlerimizi ve yakarışlarımızı paylaştığımız Ece Ceren CEYLAN, İlayda DUMLUPINAR, Merve ÇİL, Cihan ÖZAY ve Arif DEMİR'e

Arazi çalışması ve tür teşhisinde yardımcı olan Tuğkan ÖZDÖL'e

Ve son olarak hayatta her türlü desteğini esirgemeyen canım ailem ve ailem gibi olan biricik kız kardeşim Gülin KÖKLÜ'ye,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez Turan DEMİRASLAN tarafından desteklenmiştir.

Bu tez çalışması, Hacettepe Üniversitesi ile İzmir Büyükşehir Belediyesi arasında imzalanmış olan “İzmir İlinde Ekolojik Araştırmalar Yürütülmesine Yönelik Kurumlar Arası İşbirliği Protokolü” başlıklı protokol kapsamında yürütülen “İzmir İlinin Doğal Habitatlarında Yetişen Bitki Türlerinin Çimlenmesi ve Fide Gelişimi Üzerine İklim Değişikliğinin Etkisinin Tespit Edilmesi” başlıklı proje kapsamında desteklenmiştir.

Bu tezin arazi çalışmaları, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'nün 6186703 numaralı izni ile yürütülmüştür.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİLLER	viii
ÇİZELGELER	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR	xv
Simgeler	xv
Kisaltmalar	xv
1.GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİ	3
3.YÖNTEM	6
3.1. Çalışma Alanı ve Bitki Materyallerinin Temini	6
3.1.1. Taksonların Teşhisi	8
3.1.2. Tohum Materyallerinin Hazırlanması ve Saklanması	8
3.2. Tohumların Tartımı	10
3.3. Zımpara ve Isı Şoku Uygulaması	10
3.4. Sıcaklık Uygulaması	11
3.4.1 Sıcaklık Uygulaması Tohum Ekimi	12
3.4.2 Sıcaklık Uygulaması Çimlenme Kontrolü	13
3.4.3 Sıcaklık Uygulaması Canlılık Testi	14
3.5. Kuraklık Uygulaması	14
3.5.1. PEG 6000 Çözeltisinin Hazırlanması	16
3.5.2. Kuraklık Uygulaması Tohum Ekimi	17
3.5.3. Kuraklık Uygulaması Çimlenme Kontrolü	18
3.5.4. Kuraklık Uygulaması Canlılık Testi	18
3.6. İklim Değişikliği Senaryosu	19
3.7. Veri Analizi	19
4.BULGULAR	20

4.1. Yükseklik Farkının Popölasyon Dölzeyinde Çimlenme Üzerine Etkisi -----	22
4.1.1. Sıcaklık Deneyi -----	22
4.1.2. Kuraklık Deneyi-----	26
4.2. İklim değışikliğinin takson ve popölasyon dölzeyinde çimlenme üzerindeki olası etkileri -----	30
4.2.1. Sıcaklık Deneyi -----	30
4.2.2. Popölasyonlar Arası Karşılaştırma -----	57
4.2.3. Kuraklık Deneyi-----	62
4.2.4. Popölasyonlar Arası Karşılaştırma -----	86
4.2.5. İklim Değişikliği Senaryoları -----	91
5.TARTIŞMA-----	107
6.SONUÇ-----	120
KAYNAKLAR -----	122
ÖZGEÇMİŞ-----	127

ŞEKİLLER

- Şekil 3.1.** Çalışma bölgesinin Akdeniz havzasındaki konumu. Harita Google Earth’de oluşturulmuştur. ----- 7
- Şekil 3.2.** Çalışma alanlarının üç boyutlu harita üzerinde görünümü. Kırmızı işaretler “alçak” rakımlı alanları, yeşil işaretler ise “yüksek” rakımlı alanları göstermektedir. Harita Google Earth’de oluşturulmuştur.----- 7
- Şekil 3.3.** Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Bölümü Fonksiyonel Ekoloji Laboratuvarı’nda yapılan elle ayıklama işleminde kullanılan elekler ve işlemin sonuçları (üstte) ve Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünde bulunan başak ayıklama makinaları (altta). Başak ayıklama makinalarından soldaki büyük başağa sahip taksonlara ait tohumların ayıklanması için, sağdaki makina ise daha küçük olanlar için kullanılmıştır. ----- 9
- Şekil 3.4.** Alüminyum folyoya yerleştirilmiş tohumların ısı şoku işleminden sonra petrilere ekilmesi.----- 11
- Şekil 3.5.** Stipa sp. tohumlarının 25°C için agarlı petriye ekilmiş hali. ----- 13
- Şekil 3.6.** Sıcaklık deneyleri için çimlenme kontrolünün yapılması. ----- 14
- Şekil 3.7.** PEG 6000 çözeltilerinin manyetik karıştırıcıda hazırlanması.----- 17
- Şekil 3.8.** 23 taksona ait tohumların, beş farklı ozmotik potansiyelde hazırlanan PEG 6000 çözeltilerinde ve kontrol grubunda ekim yapıp kaplara konulmuş hali. ----- 17
- Şekil 4.1.** Verbascum parviflorum - A/Y ----- 23
- Şekil 4.2.** Dactylis glomerata - A/Y ----- 24
- Şekil 4.3.** Cistus creticus - A/Y ----- 25
- Şekil 4.4.** Trifolium sp.2 - A/Y ----- 26
- Şekil 4.5.** Cistus creticus - A/Y ----- 27
- Şekil 4.6.** Dactylis glomerata - A/Y ----- 28
- Şekil 4.7.** Trifolium sp.2 - A/Y ----- 29
- Şekil 4.8.** Verbascum parviflorum - A/Y ----- 30

Şekil 4.9. <i>Lagurus ovatus</i> – A2-----	33
Şekil 4.10. <i>Dactylis glomerata</i> – A2-----	33
Şekil 4.11. <i>Dactylis glomerata</i> – Y1-----	34
Şekil 4.12. <i>Dactylis glomerata</i> – Y2-----	34
Şekil 4.13. <i>Stipa</i> sp. – Y1 -----	35
Şekil 4.14. <i>Phleum</i> sp. – Y3 -----	35
Şekil 4.15. <i>Avena</i> sp. - Y3 -----	36
Şekil 4.16. <i>Poaceae</i> sp. -Y3-----	36
Şekil 4.17. <i>Trifolium</i> sp.1 – A1 -----	37
Şekil 4.18. <i>Trifolium arvense</i> – A1 -----	37
Şekil 4.19. <i>Trifolium arvense</i> – A2-----	38
Şekil 4.20. <i>Calicotome villosa</i> – A2-----	38
Şekil 4.21. <i>Calicotome villosa</i> – A3-----	39
Şekil 4.22. <i>Trifolium</i> sp.2 – A3 -----	39
Şekil 4.23. <i>Trifolium</i> sp.2 – Y2 -----	40
Şekil 4.24. <i>Anthemis</i> sp. – A1-----	40
Şekil 4.25. <i>Onopordum illyricum</i> - A1-----	41
Şekil 4.26. <i>Xeranthemum</i> sp. – Y1 -----	41
Şekil 4.27. <i>Apiaceae</i> sp.1 – A3-----	42
Şekil 4.28. <i>Torilis arvensis</i> – Y1 -----	42
Şekil 4.29. <i>Apiaceae</i> sp.2 – Y3-----	43
Şekil 4.30. <i>Cistus creticus</i> - A2-----	43
Şekil 4.31. <i>Cistus creticus</i> - A3-----	44
Şekil 4.32. <i>Cistus creticus</i> - Y2-----	44
Şekil 4.33. <i>Cistus creticus</i> – Y3-----	45
Şekil 4.34. <i>Cistus salviifolius</i> – A3-----	45
Şekil 4.35. <i>Thymus zygioides</i> – Y1 -----	46

Şekil 4.36. <i>Thymus zygioides</i> -Y3-----	46
Şekil 4.37. <i>Origanum</i> sp. – Y2 -----	47
Şekil 4.38. <i>Verbascum parviflorum</i> – A1 -----	48
Şekil 4.39. <i>Verbascum parviflorum</i> – Y1 -----	48
Şekil 4.40. <i>Verbascum parviflorum</i> - Y3 -----	49
Şekil 4.41. <i>Verbascum</i> sp. - Y2 -----	49
Şekil 4.42. <i>Caprifoliaceae</i> sp. - Y1-----	50
Şekil 4.43. <i>Scabiosa argentea</i> – Y1 -----	50
Şekil 4.44. <i>Dianthus zonatus</i> – Y1 -----	51
Şekil 4.45. <i>Dianthus zonatus</i> – Y3-----	51
Şekil 4.46. <i>Silene</i> sp. - Y1-----	52
Şekil 4.47. <i>Silene</i> sp. - Y2-----	52
Şekil 4.48. <i>Silene</i> sp. – Y3 -----	53
Şekil 4.49. <i>Allium proponticum</i> – A1 -----	53
Şekil 4.50. <i>Echium italicum</i> – A1 -----	54
Şekil 4.51. <i>Hirschfeldia incana</i> – A1 -----	54
Şekil 4.52. <i>Hypericum</i> sp. - Y1-----	55
Şekil 4.53. <i>Alcea biennis</i> – A1 -----	55
Şekil 4.54. <i>Papaver</i> sp. – A1 -----	56
Şekil 4.55. <i>Rumex</i> sp. - Y1 -----	56
Şekil 4.56. <i>Cistus creticus</i> - A2/A3 -----	57
Şekil 4.57. <i>Cistus creticus</i> - A2/A3 -----	57
Şekil 4.58. <i>Calicotome villosa</i> - A2/A3 -----	58
Şekil 4.59 <i>Trifolium arvense</i> - A1/A2-----	58
Şekil 4.60. <i>Dactylis glomerata</i> - Y1/Y2-----	59
Şekil 4.61. <i>Dianthus zonatus</i> - Y1/Y3-----	60
Şekil 4.62. <i>Silene</i> sp. - Y1/Y2/Y3-----	60

Şekil 4.63. <i>Thymus zygioides</i> - Y1/Y3 -----	61
Şekil 4.64. <i>Verbascum parviflorum</i> - Y1/Y3-----	62
Şekil 4.65. <i>Lagurus ovatus</i> – A2 -----	65
Şekil 4.66. <i>Dactylis glomerata</i> – A2-----	65
Şekil 4.67. <i>Dactylis glomerata</i> – Y1-----	66
Şekil 4.68. <i>Dactylis glomerata</i> – Y2-----	66
Şekil 4.69. <i>Stipa</i> sp. - Y1-----	67
Şekil 4.70. <i>Phleum</i> sp. – Y3 -----	67
Şekil 4.71. <i>Avena</i> sp. – Y3-----	68
Şekil 4.72. <i>Trifolium</i> sp.1 – A1 -----	68
Şekil 4.73. <i>Trifolium arvense</i> – A1 -----	69
Şekil 4.74. <i>Trifolium arvense</i> - A2 -----	69
Şekil 4.75. <i>Trifolium</i> sp.2 – A3 -----	70
Şekil 4.76. <i>Trifolium</i> sp. 2 – Y2 -----	70
Şekil 4.77. <i>Anthemis</i> sp. – A1-----	71
Şekil 4.78. <i>Onopordum illyricum</i> – A1 -----	71
Şekil 4.79. <i>Xeranthemum</i> sp. – Y1 -----	71
Şekil 4.80. <i>Apiaceae</i> sp.1 – A3-----	72
Şekil 4.81. <i>Torilis arvensis</i> – Y1 -----	72
Şekil 4.82. <i>Apiaceae</i> sp.2 – Y3-----	73
Şekil 4.83. <i>Cistus creticus</i> – A2 -----	74
Şekil 4.84. <i>Cistus creticus</i> – A3 -----	74
Şekil 4.85. <i>Cistus creticus</i> – Y2 -----	75
Şekil 4.86. <i>Cistus creticus</i> – Y3 -----	75
Şekil 4.87. <i>Cistus salviifolius</i> – A3-----	76
Şekil 4.88. <i>Thymus zygioides</i> – Y1 -----	76
Şekil 4.89. <i>Thymus zygioides</i> – Y3 -----	77

Şekil 4.90. <i>Origanum</i> sp. – Y2	77
Şekil 4.91. <i>Verbascum parviflorum</i> - A1	78
Şekil 4.92. <i>Verbascum parviflorum</i> - Y1	78
Şekil 4.93. <i>Verbascum parviflorum</i> – Y3	79
Şekil 4.94. <i>Verbascum</i> sp. – Y2	79
Şekil 4.95. <i>Caprifoliaceae</i> sp. – Y1	80
Şekil 4.96. <i>Scabiosa argentea</i> – Y1	80
Şekil 4.97. <i>Dianthus zonatus</i> – Y1	81
Şekil 4.98. <i>Silene</i> sp. – Y1	81
Şekil 4.99. <i>Silene</i> sp. – Y2	82
Şekil 4.100. <i>Silene</i> sp. – Y3	82
Şekil 4.101. <i>Allium proponticum</i> – A1	83
Şekil 4.102. <i>Echium italicum</i> - A1	83
Şekil 4.103. <i>Hirschfeldia incana</i> – A1	84
Şekil 4.104. <i>Hypericum</i> sp. – Y1	85
Şekil 4.105. <i>Alcea biennis</i> – A1	85
Şekil 4.106. <i>Papaver</i> sp. – A1	86
Şekil 4.107. <i>Cistus creticus</i> - A2/A3	87
Şekil 4.108. <i>Cistus creticus</i> - Y2/Y3	87
Şekil 4.109. <i>Trifolium arvense</i> - A1/A2	88
Şekil 4.110. <i>Dactylis glomerata</i> - Y1/Y2	88
Şekil 4.111. <i>Silene</i> sp. - Y1/Y2/Y3	89
Şekil 4.112. <i>Thymus zygioides</i> - Y1/Y3	90
Şekil 4.113. <i>Verbascum parviflorum</i> - Y1/Y3	90
Şekil 4.114. A1 alanında ssp585 senaryosu ile 1981-2010, 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100 periyotlarında olası sıcaklık ve yağış değerleri.	91
Şekil 4.115. A2 alanında ssp585 senaryosu ile 1981-2010, 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100 periyotlarında olası sıcaklık ve yağış değerleri.	93

Şekil 4.116. A3 alanında ssp585 senaryosu ile 1981-2010, 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100 periyotlarında olası sıcaklık ve yağış değerleri.-----	95
Şekil 4.117. Y1 alanında ssp585 senaryosu ile 1981-2010, 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100 periyotlarında olası sıcaklık ve yağış değerleri.-----	97
Şekil 4.118. Y2 alanında ssp585 senaryosu ile 1981-2010, 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100 periyotlarında olası sıcaklık ve yağış değerleri.-----	99
Şekil 4.119. Y3 alanında ssp585 senaryosu ile 1981-2010, 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100 periyotlarında olası sıcaklık ve yağış değerleri.-----	102



ÇİZELGELER

Çizelge 3.1. Çalışma alanlarının koordinatları ve rakımları [ZMR; bu çalışmada İzmir'i temsilen kullanılan koddur. A harfi alçak (düşük) rakımlı alanları, Y harfi ise yüksek rakımlı alanları simgeler].-----	6
Çizelge 3.2. Çalışma alanlarında örneklenen taksonlar, familyaları ve bulundukları alanlar. -----	8
Çizelge 3.3. Standart inkübasyon sıcaklığı uygulamalarına ek olarak 35°C sıcaklık uygulaması yapılmış taksonlar.-----	11
Çizelge 3.4. 20/10°C sıcaklık uygulamasında teknik bir arıza sebebi ile çimlenme kontrolü erken sonlandırılan taksonlar -----	12
Çizelge 3.5. Kuraklık deneyinde ilk olarak denenen ozmotik potansiyel değerleri ve taksonların bu farklı kuraklık şiddetlerine verdiği çimlenme yanıtları -----	15
Çizelge 3.6. Kuraklık uygulamalarında kullanılan PEG 6000 çözeltilerinin ozmotik potansiyel değerler aralığı-----	16
Çizelge 4.1. Taksonların ait olduğu familyalar ve taksonlara ait bazı bilgiler-----	20
Çizelge 4.2. Sıcaklık deneyinde taksonların farklı sıcaklık derecelerine olan tepkileri -	31
Çizelge 4.3. Kuraklık deneyinde taksonların, belirlenen farklı ozmotik potansiyel (kuraklık şiddeti) değerlerine karşı göstermiş oldukları çimlenme tepkileri--	62
Çizelge 4.4. 1981-2100 yılları arasındaki süreçte Alçak ve Yüksek rakımlı alanlardaki yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış değerlerindeki değişim miktarı -----	104
Çizelge 4.5. 1981-2100 yılları arasındaki süreçte Alçak ve Yüksek rakımlı alanlardaki mevsimlik ortalama sıcaklık ve mevsimlik toplam yağış değerlerindeki değişim miktarı-----	104
Çizelge 4.6. Oluşturulan iklim değişikliği senaryolarına göre tüm çalışma alanlarına ait “kuraklık dönemi” başlangıç ve bitiş zamanları -----	105
Çizelge 4.7. Oluşturulan iklim değişikliği senaryolarına göre tüm çalışma alanlarına ait “kuraklık dönemi” toplam süresi-----	106

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

mm - milimetre

°C - santigrat derece

MPa - Megapascal

Kısaltmalar

PEG - Polietilen glikol

A - Alçak

Y - Yüksek



1. GİRİŞ

İklim değışikliği, yerel çevre koşullarını önemli ölçüde değıştirerek bazı türler için bu koşulları artık ideal veya sürdürülebilir olmaktan çıkarmaktadır. Özellikle birçok bitki türü, iklim değışikliği senaryolarına bağlı olarak uygun yaşam alanlarında daralma veya kayda değer bir değışimle karşı karşıya kalmaktadır (Shafer vd. 2001; Pompe vd. 2008; Guo vd. 2016; You vd. 2018; Zhao vd. 2018; Abdelaal vd. 2019). Buna karşın, bazı türler ise genişleyen potansiyel yaşam alanlarından faydalanarak daha geniş coğrafyalara yayılma imkânına sahip olabilmektedir. Halihazırda birçok organizmanın dağılımı, hızla daha yüksek enlemlere ya da rakımlara doğru kaymakta olup bu durum mevcut türler arasındaki rekabet baskısını da artırmaktadır (Chen vd. 2011; Lenoir vd. 2013; Lamprecht vd. 2018).

Yüksek dağ bölgeleri, mevcut iklim değışikliğinin ekolojik etkilerini değerlendirmek için ideal yerlerdir çünkü bu bölgeler dikey ekolojik gradyanlar sunar ve alçak bölgelerden daha az insan etkisi altındadır (Grabherr vd. 1994; Dullinger vd. 2007; Körner, 2007). Bitki ekolojisi üzerine yapılan araştırmalar genellikle Avrupa ve Kuzey Amerika'nın ılıman bölgelerinde yoğunlaşmış, son yıllarda ise Asya'nın ılıman bölgeleri ve Güney Yarımkürede artış göstermiştir. Ancak, bazı dağlık bölgeler, özellikle tropik, subtropik ve kurak/yarı kurak bölgeler, bitki ekolojisi literatüründe yeterince temsil edilmemektedir (Körner, 2002; 2003). Bu durum, Akdeniz iklimine sahip dağlık bölgeler için de geçerlidir; bu iklim yaz döneminde belirgin kuraklık dönemleri ile karakterizedir (Aschmann, 1973).

Akdeniz dağlarındaki öngörülen iklim ısınmasının büyüklüğü, diğer ılıman daę sıralarında rapor edilenlerle benzerdir. Ancak, Akdeniz dağlarının karakteristik bir özelliği, ısınmanın genellikle ilkbahar ve yaz dönemlerinde yağışlarda bir azalma ile birlikte gerçekleşmesidir (Nogués-Bravo vd. 2007, 2008; Giorgi vd. 2008; Sillmann vd. 2013), bu durum ayrıca ilkbahar kar örtüsünde bir azalma ve aşırı hava olaylarının artışıyla birlikte görülmektedir (Mote vd. 2005; Baldi vd. 2006; Della-Marta vd. 2007). Bu faktörler, Akdeniz daę sıralarını iklim değışikliğine karşı özellikle duyarlı hale getirmektedir (Giorgi, 2006; Ballester vd. 2010; Zamora vd. 2016).

Bu tez çalışmasında, Akdeniz havzasında yer alan İzmir ili, Ödemiş ilçesi sınırları içerisinde bulunan Bozdağ bölgesinde doğal olarak yetişen ve farklı vejetasyon tiplerine ait bitki türlerinin çimlenmesi üzerine iklim değişikliğinin olası etkileri araştırılmıştır. Bu amaç doğrultusunda alandan farklı yükseltilerden toplanan bitki tohumlarının çimlenme davranışları, farklı sıcaklık ve kuraklık koşulları altında incelenmiştir. Elde edilen veriler, çalışılan taksonların hem tür düzeyinde hem de komünite düzeyinde gelecekte belirli periyotlardaki iklim değişikliği senaryolarından nasıl etkileneceğinin tespiti için analiz edilmiştir.

Akdeniz türlerinin çimlenmesi üzerinde iklim değişikliğinin etkilerine ilişkin çalışmaların yeterli olmadığı (Luna vd., 2011) göz önünde bulundurulduğunda, bu çalışma uluslararası literatüre katkı sağlayacaktır. Yine bu araştırma ile, Anadolu'nun Akdeniz ekosistemine ait çeşitli bitki türlerinin çimlenmeleri üzerinde iklim değişikliğinin olası etkileri ilk kez araştırılmakta olduğundan, elde edilen bulgular ulusal ve uluslararası literatüre katkı sunulacaktır.

2. GENEL BİLGİ

IPCC'nin 2007 yılında yapmış olduğu iklim değişikliği senaryolarına göre en kötümser senaryo A1 senaryosu olup CO₂ emisyonunun 2080 yılında 800ppm'e ulaşacağı ve ortalama sıcaklığın 3 °C'lik artış göstereceği öne sürülmüştür. En iyimser senaryosu ise B1 senaryosu olup 2080 yılında emisyonun 580ppm olacağı ve sıcaklıkta 1.8°C'lik bir artış olacağı tahmin edilmiştir (IPCC, 2007; Özdemir vd., 2020).

Akdeniz tipi ekosistemlerde bitki türlerinin %35'inin tohumları fizyolojik, %9'unun tohumları ise fiziksel dormansiye sahiptir (Baskin ve Baskin, 2014). Akdeniz Havzasında sık sık yangınlar meydana gelmektedir. Yangınların meydana geldiği düşük rakımlı alanlarda fazlaca bitki türü fizyolojik ve fiziksel dormansiye sahip olup (Moreira vd., 2010; Kazancı ve Tavşanoğlu, 2019) yüksek dağlık bölgelerde birçok tür bu tarz dormansiye sahip olmadan hemen çimlenebilmektedir (Giménez-Benavides vd., 2005). Akdeniz ekosisteminde çimlenme 15°C ile 20°C arasında nispeten düşük sıcaklıklarda gerçekleşmektedir (Luna vd., 2011).

Sıcaklık, çimlenmeyi kontrol eden en önemli çevresel faktörlerden biridir (Probert, 2000). Çevresel sıcaklık, çimlenmenin gerçekleşebileceği sıcaklık aralığı aracılığıyla çimlenmenin zamanlamasını kontrol edebilir. Bu sıcaklık kontrollü çimlenme, sayısız türdeki doğal tohum popülasyonlarının dormansi durumunu düzenleyen bir mekanizma olarak bilinmektedir (Luna vd., 2011) ve dormansi kaybı için fizyolojik bir temeli olan tohumlarda çimlenmeyi düzenleyen ana çevresel etkenlerden birisidir (Bandara vd., 2019). Sıcaklıkla yapılan böyle bir düzenleme, tohumların fide oluşumu için zorlu çevresel koşullardan kaçınmasını sağlar (Luna vd., 2011). Fizyolojik dormansiye sahip tohumlarda dormansi kaybı genellikle düşük sıcaklık (1-10°C) ve nem ile veya kuru ve nemli yüksek sıcaklık (15°C'den yüksek) koşullarda meydana gelmektedir. Bu özellikler türe göre değişim göstermektedir (Bandara vd., 2019). Ayrıca, birçok farklı ekosistemde soğuk uygulama ile dormansi kırılması yaygın olarak görülürken, Akdeniz tipi ekosistemlerde bu durumla nadiren karşılaşılmaktadır (Luna vd., 2008; Tavşanoğlu, 2011). Tohumların dormansi kaybı ve çimlenmesinin optimum bir sıcaklığı ve minimum ve maksimum eşikleri bulunmaktadır, bunların aralığı bir türün çimlenme nişinin genişliğini veya tolerans aralığını belirlemektedir (Finch vd., 2018).

Kuraklık, yağış, sıcaklık, nem, buharlaşma ve terleme gibi belirli değişkenlerden kaynaklanan bir olgudur (Yiğit vd., 2016). Temel olarak kuraklık, çeşitli sistemler tarafından kullanılan doğal su varlıklarının belirli bir zaman diliminde bazı bölgelerde ortalamanın altında ortaya çıkması sonucu oluşan su açığını ifade etmektedir (Semerci vd., 2008). Kuraklık belirli bir bölgede yağışlarla sağlanan sudan daha yüksek düzeyde buharlaşma nedeniyle su kaybı olması olarak tanımlanabilmektedir (Kulaç vd., 2010).

Çalışmaların çoğunluğu, çimlenmenin iklim ısınmasından en çok etkilenmesi beklendiği dünyanın daha soğuk bölgelerinde olmaktadır (Hobbie ve Chapin, 1998; Wagner ve Mitterhofer, 1998; Graae, 2008; Milbau, 2009). Akdeniz türlerinin çimlenmesi üzerindeki ısınma etkilerine ilişkin çalışmalar oldukça sınırlıdır (Luna vd., 2011). Akdeniz bölgelerinde yetişen bitkiler için artan sıcaklıklarla birlikte çimlenmenin azalması beklense de (Thompson, 1970; Thanos ve Georgiou, 1988; Bell vd., 1995), farklı coğrafi dağılım aralıklarına sahip bitkilerin sıcaklık koşullarına karşı çimlenme tepkisi üzerine herhangi bir çalışma bulunmamaktadır (Luna vd., 2011).

Türlerin iklim değişikliğine tepkileri niş aralıklarına bağlıdır. Bitkilerin mevcut dağılımlarında bulunup bulunamayacağını, iklimlerin değişimine göre göç edip edemeyeceklerini, yeni koşullara uyum sağlayıp sağlayamayacaklarını veya yok olup olmayacaklarını belirler (Buckley vd., 2010). Geniş çimlenme nişine sahip türlerin, iklim değişikliği kapsamında tahmin edilen gelecekteki sıcaklık artışlarından en az etkilenmesi beklenir. Gelecekteki sıcaklıklar bu türler için niş genişliği aralığında olabilecektir. Öte yandan, dar niş genişliğine sahip türler iklim değişikliğine karşı en hassas türler olacaktır, çünkü gelecekteki ısınma, dormansinin kırılması ve çimlenme için gereken sıcaklık aralığı onlar için gerekli olanın dışında olacaktır (Bandara vd., 2019). Çimlenmeyi ortaya çıkaran sıcaklıklar olması gerekenden farklı dönemlerde olduğunda fenoloji değişebilir ve böylece yeni mevsimlerde fide çıkışına neden olabilir (Mondoni vd., 2012).

İspanya’da yapılan bir çalışmada filogenetik akrabalıkları bulunan türlerin sıcaklığa benzer tepki verdiğini bulmuşlardır. Aynı zamanda geniş yayımlı türlerin sıcaklık koşullarına daha az bağımlı olduklarını tespit etmişlerdir bu da bu türlerin iklim değişikliği senaryolarında yeni sıcaklık koşullarında gelişmek için avantaj sağlayabileceğini ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca dar yayılıma sahip türlerin fidelerin hayatta kalma olasılığı yüksek olduğunda çimlenmelerinin dar sıcaklığa tepki

vermelerinde dezavantaj değil kuraklıktan kaçınma mekanizması olduğunu düşünmüşlerdir (Luna vd., 2011).

Buna benzer başka bir çalışmada dar niş aralığına sahip bitkilerde çimlenmenin iki modlu olarak görüldüğü ve böylece de geniş niş dağılımına sahip türlere göre daha az etkileneceklerini ve bunun bir avantaj olabileceğini ortaya çıkarmışlardır (Bandara et al. 2019). İtalya’da yapılan bir çalışmada iklim değişikliği ile gelecekte daha fazla sıcaklığa maruz kalan bitkilerin daha kısa kış koşullarında daha düşük bahar sıcaklığına maruz kalacaklarını ve bunun çimlenme üzerinde küçük bir etkisinin olacağını söylemişlerdir. Ancak sorunun bitkiler daha erken ya da daha geç çimlenerek yaşamaya adapte olmadıkları mevsimlerde fidelerin ortaya çıkmasının olacağını ortaya koymuşlardır (Mondoni vd., 2012). Brezilya’da yapılan bir çalışmada ise sıcaklığın iklim değişikliği ile artmasıyla o bölgedeki türlerin çimlenme sürelerinin azaldığını keşfetmişlerdir. Ancak dar niş genişliğine sahip türlerin neslinin tükenmesinin muhtemel olduğunu öne sürmüşlerdir (Duarte vd., 2018). Başka bir çalışmada ise Türkiye’de *Lavandula stoechas* türünün sıcaklığın çimlenmeye etkisi araştırılmış olup farklı popülasyonlarda yapılan bu çalışmanın sonucu olarak popülasyonlar arasında çimlenmede önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir (Ghaderi-Far vd., 2021).

3. YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanı ve Bitki Materyallerinin Temini

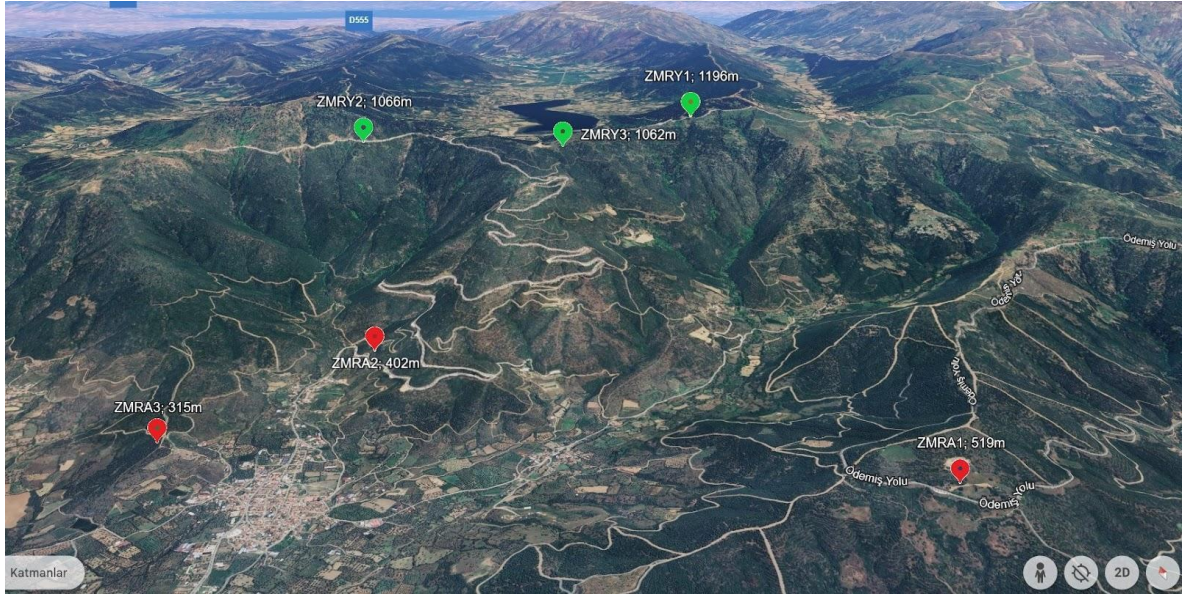
Çalışma alanı, İzmir ili sınırları içerisinde ve Ödemiş ilçesinin kuzeyinde yer alan, farklı doğal vejetasyon tiplerini ve farklı rakıma sahip alanları bir arada barındıran Bozdağ bölgesi olarak belirlenmiştir (Şekil 3.1). Bölgede iki farklı yükselti grubuna ait 6 farklı nokta seçilmiştir. Birinci grup düşük rakımlı 3 farklı noktayı içerirken (en düşük noktası 315 m) ikinci grup ise yüksek rakımlı 3 farklı noktayı (en yüksek noktası 1196 m) içermiştir (Çizelge 3.1 ve Şekil 3.2). Arazi çalışmaları, 2022 yılının Temmuz ve Ağustos aylarında, tohumların bu coğrafyada olgunlaştığı ve tohum dağılımından hemen önceki dönemde gerçekleştirilmiştir. Her bir alan yaklaşık 1 hektar büyüklüğündedir ve her alanda çalışılacak bitki taksonları bölgede doğal olarak yetişen ve farklı vejetasyon tipleri için karakteristik olan popülasyonlardan seçilmiştir. Toplamda 16 familyaya ait 33 farklı takson ve 47 popülasyondan en az 10'ar bireyden olacak şekilde meyve toplanmıştır.

Çizelge 3.1. Çalışma alanlarının koordinatları ve rakımları [ZMR; bu çalışmada İzmir'i temsilen kullanılan koddur. A harfi alçak (düşük) rakımlı alanları, Y harfi ise yüksek rakımlı alanları simgeler].

Lokasyon Kodu	Enlem	Boylam	Rakım (m)
ZMRA1	38.262694°	28.032388°	519
ZMRA2	38.282492°	28.009082°	402
ZMRA3	38.276213°	27.998047°	315
ZMRY1	38.302383°	28.036731°	1196
ZMRY2	38.305047°	28.009731°	1066
ZMRY3	38.300454°	28.025207°	1062



Şekil 3.1. Çalışma bölgesinin Akdeniz havzasındaki konumu. Harita Google Earth’de oluşturulmuştur.



Şekil 3.2. Çalışma alanlarının üç boyutlu harita üzerinde görünümü. Kırmızı işaretler “alçak” rakımlı alanları, yeşil işaretler ise “yüksek” rakımlı alanları göstermektedir. Harita Google Earth’de oluşturulmuştur.

3.1.1. Taksonların Teşhisi

Bitki örneklerinin teşhisi, arazi çalışmaları sırasında toplanan örnekler üzerinden, Ege Üniversitesi Herbaryumunda "Türkiye ve Doğu Ege Adaları Florası" (Davis, 1965-1985) ve herbaryum örneklerinin incelenmesi yoluyla gerçekleştirilmiştir. Çizelge 3.2'de taksonlar, familyaları ve bulundukları çalışma alanları belirtilmiştir.

Çizelge 3.2. Çalışma alanlarında örneklenen taksonlar, familyaları ve bulundukları alanlar.

Takson	Familya	A1	A2	A3	Y1	Y2	Y3
<i>Alcea biennis</i> Winterl	Malvaceae	X					
<i>Allium proponticum</i> Stearn & Özhatay	Amoryllidaceae	X					
<i>Anthemis</i> L. sp.	Asteraceae	X					
<i>Apiaceae</i> sp.1	Apiaceae			X			
<i>Apiaceae</i> sp.2	Apiaceae						X
<i>Avena</i> L. sp.	Poaceae						X
<i>Calicotome villosa</i> (Poir.) Link	Fabaceae		X	X			
<i>Caprifoliaceae</i> sp.	Caprifoliaceae				X		
<i>Cistus creticus</i> L.	Cistaceae		X	X		X	X
<i>Cistus salviifolius</i> L.	Cistaceae			X			
<i>Dactylis glomerata</i> L.	Poaceae		X		X	X	
<i>Dianthus zonatus</i> Fenzl	Caryophyllaceae				X		X
<i>Echium italicum</i> L.	Boraginaceae	X					
<i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagr.-Foss.	Brassicaceae	X					
<i>Hypericum</i> L. sp.	Hypericaceae				X		
<i>Lagurus ovatus</i> L.	Poaceae		X				
<i>Onopordum illyricum</i> L.	Asteraceae	X					
<i>Origanum</i> L. sp.	Lamiaceae					X	
<i>Papaver</i> L. sp.	Papaveraceae	X					
<i>Phleum</i> L. sp.	Poaceae						X
<i>Poaceae</i> sp.	Poaceae						X
<i>Rumex</i> L. sp.	Polygonaceae				X		
<i>Scabiosa argentea</i> L.	Caprifoliaceae				X		
<i>Silene</i> L. sp.	Caryophyllaceae				X	X	X
<i>Stipa</i> L. sp.	Poaceae				X		
<i>Thymus zygoides</i> Griseb.	Lamiaceae				X		X
<i>Torilis arvensis</i> (Huds.) Link	Apiaceae				X		
<i>Trifolium arvense</i> L.	Fabaceae	X	X				
<i>Trifolium</i> sp.1	Fabaceae	X					
<i>Trifolium</i> sp.2	Fabaceae			X		X	
<i>Verbascum parviflorum</i> Lam.	Scrophulariaceae	X			X		X
<i>Verbascum</i> L. sp.	Scrophulariaceae					X	
<i>Xeranthemum</i> L. sp.	Asteraceae				X		

3.1.2. Tohum Materyallerinin Hazırlanması ve Saklanması

Meyve örnekleri araziden toplandıktan sonra Hacettepe Üniversitesi Fonksiyonel Ekoloji Laboratuvarı'na getirilmiştir. Laboratuvar ortamında meyvelerin ve tohumların

morfolojilerine uygun ayıklama yöntemleri seçilmiştir. Ayıklama işlemleri için ilk önce örnekler, eğer varsa, gövde, yaprak ve kök kısımlarından ayrıştırılıp sadece meyve ve tohum kısmının kalması sağlanmıştır. Ardından taksonların tohum boyutlarına uygun elekler yardımı ile eleme işlemi yapıp, tohumlar meyve parçalarından ayrılmıştır. Poaceae familyasına ait taksonlar T.C. Tarım ve Orman Bakanlığına bağlı Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünde bulunan başak ayıklama cihazları kullanılarak ayıklanmıştır (Şekil 3.3). Ayıklanan tohumlar alüminyum folyodan yapılmış keseler içerisine konularak, keselerin üzerine taksonun adı ve alan kodu yazıldıktan sonra kuru ve karanlık bir ortamda oda sıcaklığında deneyler gerçekleştirilene kadar saklanmıştır.



Şekil 3.3. Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Bölümü Fonksiyonel Ekoloji Laboratuvarı'nda yapılan elle ayıklama işleminde kullanılan elekler ve işlemin sonuçları (üstte) ve Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünde bulunan başak ayıklama makinaları (altta). Başak ayıklama

makinalarından soldaki büyük başağa sahip taksonlara ait tohumların ayıklanması için, sağdaki makina ise daha küçük olanlar için kullanılmıştır.

3.2. Tohumların Tartımı

Tek bir tohumun ağırlığını belirlemek amacıyla her bir takson ve popülasyon için tohum tartımı yapılmıştır. Rastgelelik elde etmek amacıyla her bir popülasyon için boyut, şekil ve renk fark etmeksizin seçilmiş olan 10 adet tohum hassas terazide tartılmıştır. Seçim sırasında yalnızca morfolojik olarak içi boş olduğu anlaşılan ya da gelişmemiş tohumlar tartıma dahil edilmemiştir. Bazı taksonların boyutu küçük ve ağırlığı az olduğu için 10 adetten fazla tohum kullanılmıştır. *Origanum* sp., *Thymus zygoides*, *Verbascum parviflorum* ve *Verbascum* sp. taksonları için 20 şer adet tohum, *Papaver* sp. taksonu için 40 adet tohum tartılmıştır. Bu işlem her bir popülasyon için 10 tekrar şeklinde yapılmıştır (10 adet $\times$ 10 tekrar; n=100, 20 adet $\times$ 10 tekrar; n=200, 40 adet $\times$ 10 tekrar; n=400).

3.3. Zımpara ve Isı Şoku Uygulaması

Fiziksel dormansiye sahip olduğu önceden bilinen (Baskin vd., 2000) Cistaceae, Fabaceae ve Malvaceae familyalarına ait taksonların tohum dormansilerini kırmak için zımparalama ve ısı şoku yöntemleri uygulanmıştır. Zımpara yöntemi iki adet P320 zımpara kağıdının arasına tohumların yayılarak el ile hafif bastırılarak üç kere daireler çizmek şeklinde yapılmıştır. Zımpara uygulaması sonrasında yapılmış olan deney sonucunda Cistaceae familyasındaki taksonların uygulanan zımpara yöntemine yanıt vermemesi nedeni ile, Cistaceae familyasına ait ayrı bir grup tohuma ayrıca ısı şoku uygulanmıştır. Deneyler rastgele deney deseninde, her bir takson için dört tekrarlı planlanmış olup her tekrarda 25 adet tohum kullanılmıştır (4 petri $\times$ 25 tohum; n=100). Her petri için alüminyum folyolara 25-30 adet tohum konularak numara verilmiştir. Her taksonun aynı numaradaki alüminyum folyoları 100°C sıcaklıkta 5 dakika boyunca ısıya maruz bırakılmıştır (Şekil 3.4)



Şekil 3.4. Alüminyum folyoya yerleştirilmiş tohumların ısı şoku işleminden sonra petrilere ekilmesi.

3.4. Sıcaklık Uygulaması

Çalışma alanından toplanmış olan bitki taksonlarının tohum çimlenmesi üzerine farklı inkübasyon sıcaklıklarının etkisini ortaya koymak üzere, sabit ve değişken sıcaklık rejimleri 12s aydınlık/12s karanlık fotoperiyot koşullarında kontrollü iklim dolaplarında (NÜVE TK252 ve TK600) yürütülmüştür. Çimlenme deneylerinde sabit sıcaklık uygulamasında 15, 20, 25, 30°C ve değişken sıcaklık uygulanmasında 20/10, 25/15, 20/30°C olmak üzere 47 popülasyon üzerinde toplam 7 farklı sıcaklık deneyi gerçekleştirilmiştir. Ardından 30°C deneyinde çimlenme oranlarında istikrarlı ya da artış gösteren 22 popülasyona ek olarak 35°C deneyi kurulmuştur (Çizelge 3.3). 20/10°C sıcaklık uygulamasında teknik bir arıza gerçekleşmiş ve çimlenme kontrolü erken sonlandırılmıştır (Çizelge 3.4). Aydınlık (fotoperiyot) koşulunda uygulanan ışık, görünür absorpsiyon spektrumunda (390-760 nm) ve şiddeti ise yaklaşık $100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ olarak ayarlanmıştır.

Çizelge 3.3. Standart inkübasyon sıcaklığı uygulamalarına ek olarak 35°C sıcaklık uygulaması yapılmış taksonlar.

Familya	Takson	Lokasyon
Poaceae	<i>Dactylis glomerata</i>	A2, Y2, Y1
	<i>Avena sp.</i>	Y3
	<i>Phleum sp.</i>	Y3
	<i>Poaceae sp.</i>	Y3
Fabaceae	<i>Trifolium sp.1</i>	A1
	<i>Trifolium sp.2</i>	A3, Y2

Familiya	Takson	Lokasyon
Asteraceae	<i>Anthemis</i> sp.	A1
	<i>Xeranthemum</i> sp.	Y1
Lamiaceae	<i>Thymus zygoides</i>	Y1, Y3
Scrophulariaceae	<i>Verbascum parviflorum</i>	A1, Y1, Y3
	<i>Verbascum</i> sp.	Y2
Caryophyllaceae	<i>Dianthus zonatus</i>	Y1, *Y3
	* <i>Silene</i> sp.	Y2
Boraginaceae	<i>Echium italicum</i>	A1
Brassicaceae	<i>Hirschfeldia incana</i>	A1
Malvaceae	<i>Alcea biennis</i>	A1
Polygonaceae	<i>Rumex</i> sp.	Y1

* 35°C uygulamasına uygun, ancak tohum yetersizliğinden dolayı uygulama yapılamamış taksonlar.

Çizelge 3.4. 20/10°C sıcaklık uygulamasında teknik bir arıza sebebi ile çimlenme kontrolü erken sonlandırılan taksonlar

Familiya	Takson	Lokasyon
Cistaceae	<i>Cistus creticus</i>	A2, A3, Y2, Y3
	<i>Cistus salviifolius</i>	A3
Brassicaceae	<i>Hirschfeldia incana</i>	A1
Hypericaceae	<i>Hypericum</i> sp.	Y1
Lamiaceae	<i>Origanum</i> sp.	Y2
Papaveraceae	<i>Papaver</i> sp.	A1
Polygonaceae	<i>Rumex</i> sp.	Y1

3.4.1 Sıcaklık Uygulaması Tohum Ekimi

Deneylerde, tekrar tekrar sulama gereksinimini ortadan kaldırması, mikroskop altında sayımlarda pratiklik kazandırması ve tohumlar için tüm deney sürecinde standart bir ortam sağlanması amacıyla agar içeren petri kapları kullanılmıştır. Gerekli sayıda petriye, her petri için %0,7'lik agar dökülmüştür. Agar dökülmüş petrilerin üzerlerine popülasyonların kodları ve uygulanan sıcaklık dereceleri yazılmıştır. Her bir popülasyonun tek bir sıcaklık derecesi için 4 adet petriye ve her bir petri için rastgele deney deseni yaratmak amacıyla boyut, şekil ve renk farklılıkları gözetmeden 25 adet tohum pens yardımı ile 5×5 deseni üzerinden petrilere yerleştirilmiştir (4 Petri × 25 tohum; n=100) (Şekil 3.5). Ardından aynı sıcaklık derecelerinde çimlenmeye bırakılacak tohumları içeren petriler bir kutuya konulup, kontaminasyon oranının en aza indirmek

amacıyla kapağı kapatılmış ve kapağın etrafı streç film yardımı ile sarılmıştır. Son olarak da bu kutular ait oldukları sıcaklığa sahip ilkim dolaplarına yerleştirilmiştir.



Şekil 3.5. *Stipa* sp. tohumlarının 25°C için agarlı petriye ekilmiş hali.

3.4.2 Sıcaklık Uygulaması Çimlenme Kontrolü

Ekimin ardından çimlenme kontrolleri iki günde bir olacak şekilde yapılmıştır. Bir süre sonra çimlenmenin yavaşladığı gözlemlendiğinde ise kontroller haftada bire düşürülmüştür. Çimlenme kontrolü yapılırken kontaminasyonu en aza indirmek amacıyla cerrahi maske takılmıştır. Radikulanın stereo mikroskop altında bakıldığında görünecek şekilde (0.5-1.0 mm uzunluğunda) tohumdan çıkmış olması çimlenme olarak kabul edilmiştir. Çimlenen tohumlar petri üzerinden pens yardımı ile alınmış olup deney kağıtlarına not edilmiştir. Özellikle daha yüksek sıcaklıkta bulunan petrilere agar zamanla buharlaştığı için böyle bir durumun gözlemlenmesi sonucu petrilereki tohumlar yeni agarlı petrilere aktarılmıştır. Her bir taksona ait çimlenmeler 67 gün boyunca kontrol edilmiştir (Şekil 3.6)



Şekil 3.6. Sıcaklık deneyleri için çimlenme kontrolünün yapılması.

3.4.3 Sıcaklık Uygulaması Canlılık Testi

Çimlenme deneyi sonlandırıldıktan sonra, çimlenmemiş durumda petride kalmış olan tohumların dormant, boş ya da çürük olup olmadığını tespit etmek için kesme testi uygulanmıştır. Bir bistüri yardımı ile tohumlar kesilmiş ve değerlendirmeleri yapılmıştır. Embriyosu beyaz ve canlı görünen tohumlar dormant, kahverengi tonlarında bir renge ve yumuşak bir dokuya sahip olan tohumlar çürük, son olarak da içinde embriyoya ait parça bulunmayan tohumlar ise boş şeklinde belirlenip ilgili veri kayıt kağıdına not edilmiştir.

3.5. Kuraklık Uygulaması

Farklı şiddetteki kuraklık uygulamaları PEG 6000 (polietilen glikol)'le gerçekleştirilmiştir. İlk olarak, -0.25, -0.5, -0.75, -1 ve -1.5 MPa ozmotik potansiyel değerleri aralığında hazırlanan PEG 6000 çözeltileri ile kuraklık deneyi uygulanmıştır. Bu denemeler sonucunda uygulanan ozmotik potansiyel değerleri aralığının, çalışılan taksonların tohum çimlenmesi için uygun olmadığı tespit edilmiş ve değerler düşürülerek yeni değerler aralığında kuraklık deneyi kurgulanmıştır (Çizelge 3.5)

Çizelge 3.5. Kuraklık deneyinde ilk olarak denenen ozmotik potansiyel değerleri ve taksonların bu farklı kuraklık şiddetlerine verdiği çimlenme yanıtları

Takson	Alan	Kontrol grubu (20°C)	0.25 MPa %	0.5 MPa %	0.75 MPa %	1 MPa %	1.5 MPa %
<i>Anthemis</i> sp.	A1	88	3	0	0	0	0
<i>Allium proponticum</i>	A1	66	0	0	0	0	0
<i>Echium italicum</i>	A1	48	0	0	0	0	0
<i>Onopordum illyricum</i>	A1	43	0	0	0	0	0
<i>Trifolium</i> sp1.	A1	27	0	0	0	0	0
<i>Trifolium arvense</i>	A1	12	0	0	0	0	0
<i>Verbascum parviflorum</i>	A1	66	0	0	0	0	0
<i>Trifolium arvense</i>	A2	28	0	0	0	0	0
<i>Trifolium</i> sp2.	A3	59	0	0	0	0	0
Apiaceae sp1.	A3	60	0	0	0	0	0
<i>Torilis arvensis</i>	Y1	96	0	0	0	0	0
<i>Silene</i> sp.	Y1	97	4	0	0	0	0
<i>Thymus zygioides</i>	Y1	26	4	0	0	0	0
<i>Verbascum parviflorum</i>	Y1	45	0	0	0	0	0
<i>Verbascum</i> sp.	Y2	67	0	0	0	0	0
<i>Silene</i> sp.	Y2	92	2	0	0	0	0
<i>Trifolium</i> sp2.	Y2	43	0	0	0	0	0
Apiaceae sp2.	Y3	96	1	0	0	0	0
<i>Verbascum parviflorum</i>	Y3	52	1	0	0	0	0
<i>Silene</i> sp.	Y3	82	6	0	0	0	0
<i>Thymus zygioides</i>	Y3	41	0	0	0	0	0

PEG 6000 çözeltilerinin uygun ozmotik potansiyel değerleri aralığı yapılan ek denemeler sonucu -0.0625, -0.125, -0.25, -0.5, -0.75 MPa olarak belirlenmiştir. Optimal sıcaklıklarının elde edilmesi sonucu genel olarak 20°C ve 15°C dereceler kuraklık

deneyinde kontrol grubu için uygulanmıştır. 15°C’de dört popülasyon (*Caprifoliaceae* sp - Y1, *Lagurus ovatus* - A2, *Scabiosa argentea* - Y1, *Papaver* sp. - A1) ve 20°C’de 38 popülasyon ile deney gerçekleştirilmiştir. Deney için gerekli sayıda tohumu bulunmayan ya da tohumları tamamen bitmiş olan başka dört popülasyon (*Dianthus zonatus* - Y3, *Calicotome villosa* - A2 ve A3, *Poaceae* sp. - Y3) ve sıcaklık deneyinde tüm derecelerde %30’un altında düşük bir çimlenme oranı gösteren bir taksona (*Rumex* sp. - Y1) kuraklık uygulaması yapılmamıştır. İklim dolabı için aydınlık (fotoperiyot) koşulunda uygulanacak ışık, görünür absorpsiyon spektrumunda (390-760 nm) ve şiddeti ise yaklaşık 100 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ olarak ayarlanmıştır.

3.5.1. PEG 6000 Çözeltisinin Hazırlanması

Belirlenen kuraklık şiddeti değerleri Çizelge 3.5.’te yer almaktadır.

Çizelge 3.6. Kuraklık uygulamalarında kullanılan PEG 6000 çözeltilerinin ozmotik potansiyel değerler aralığı

PEG 6000
15°C ve 20°C
-0.0625MPa
-0.125MPa
-0.25MPa
-0.5MPa
-0.75MPa

Çözeltiler için gerekli hesaplamalar yapıldıktan sonra her bir ozmotik potansiyel değeri için erlenmeyere 100 ml distile su konulup içerisine PEG 6000 eklenmiştir. Ardından manyetik karıştırıcı ile karıştırılıp maddenin su içerisinde eritilmesi sağlanmıştır. Madde tamamen eridikten sonra çözeltiye toplam 500 ml olacak şekilde tekrar distile su eklenmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. PEG 6000 çözeltilerinin manyetik karıştırıcıda hazırlanması.

3.5.2. Kuraklık Uygulaması Tohum Ekimi

Agara PEG 6000 eklendiğinde viskozitesinde bir değişiklik meydana gelebileceğinden dolayı kuraklık deneyinde agar kullanılmamıştır. Bunun yerine petri boyutunda iki adet kurutma kağıdı petriye yerleştirilerek içerisine 2 ml PEG 6000 çözeltisi damlatılmıştır. Kontrol grubu için sadece distile su kullanılmıştır. Bir popülasyonda her bir ozmotik potansiyel değeri için toplam dört adet petri kullanılmıştır. Ardından her petriye rastgele ve tohumların boy, şekil ve rengi fark etmeksizin 25 adet tohum ekilmiştir (Şekil 3.8). Böylelikle 38 popülasyon 20°C'lik iklim dolabına ve dört popülasyon 15°C'lik iklim dolabına yerleştirilmiştir.



Şekil 3.8. 23 taksona ait tohumların, beş farklı ozmotik potansiyelde hazırlanan PEG 6000 çözeltilerinde ve kontrol grubunda ekim yapıp kaplara konulmuş hali.

3.5.3. Kuraklık Uygulaması Çimlenme Kontrolü

Ekimin ardından çimlenme kontrolleri iki günde bir olacak şekilde yapılmış olup ek olarak haftada bir petri değişimi yapılmıştır. Zaman geçtikçe petri içerisinde suyun buharlaşması sonucu PEG 6000'in biriktiği tespit edilmiştir. Birikme ise ozmotik potansiyelde değişiklik oluşturabileceğinden dolayı bu yöntem iptal edilmiştir. Yerine her hafta yeni petrilere tekrar iki adet kurutma kağıdı konulup ilgili çözeltiden 2 ml damlatılmış ve eski petrideki çimlenmemiş tohumlar yeni petriye aktarılmıştır. Kontroller zamanla çimlenmenin yavaşlaması sonucu iki günde bir yerine haftalık olarak incelenmeye başlanmıştır. Her hafta petri değişimi devam etmiştir. Stereo mikroskop altında incelenen tohumlarda radikulanın gözükmesi ile (0.5-1.0 mm uzunluğunda) tohumlar çimlenmiş kabul edilip petriden çıkarılmıştır ve sonuçlar rapora not edilmiştir. Çimlenme kontrolü toplamda 67 gün boyunca devam etmiştir.



Şekil 3.9. Anthemis sp. taksonunun kurutma kağıdına ekilmiş, 0.125 MPa ozmotik potansiyeldeki çimlenme görüntüsü.

3.5.4. Kuraklık Uygulaması Canlılık Testi

Çimlenmenin olmadığını gözlemledikten sonra tohumların dormant, boş ya da çürük olduğunu tespit etmek için canlılık testi uygulanmıştır. Bistüri yardımı ile tohumlar kesilmiş ve değerlendirmeleri yapılmıştır. Embriyosu kahverengi tonlarında olan tohumlar çürük, beyaz ve canlı görünen tohumlar dormant ve içerisinde embriyo bulunmayan taksonlar boş olarak kabul edilmiş ve rapora eklenmiştir.

3.6. İklim Değişikliği Senaryosu

Çalışma alanına ait iklimsel veriler, CHELSA (Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas) V2.1 (2018) küresel iklim veri tabanında bulunan ‘‘climatologies’’ dosyasına ait UKESM1-0-LL (UK Earth System Model) modeli üzerinden, SSP5 - Fosil Yakıt Odaklı Gelişim senaryosu seçilerek elde edilmiştir (Karger vd., 2018). Seçilen senaryoda çalışma alanına ait yağış-sıcaklık iklim diyagramlarını oluşturmak amacıyla aylık ortalama sıcaklık verileri (*tas*) ve aylık ortalama yağış (*pr*) verileri kullanılmıştır. Bu veriler, QGIS (Quantum GIS, 2024), açık kaynaklı bir coğrafi bilgi sistemi (CBS) yazılım programı (QGIS, 2024) üzerinden, her lokasyonun coğrafi koordinatları kullanılarak Excel programına aktarılmıştır. Excel'de düzenlenen veriler, R yazılım programı (R Core Team, 2022) kullanılarak işlenmiş ve ggplot2 paketi aracılığıyla grafiklere dönüştürülmüştür. Alanlara ait geçmiş, günümüz ve gelecekteki olası iklim değişikliği senaryoları ortaya konulmuştur. Bunun için 30 yıllık periyotlarla dört ayrı zaman dilimi içerisinde (1981-2010, 2011-2040, 2041-2070, ve 2071-2100) sıcaklık ve yağış verileri karşılaştırılmıştır.

3.7. Veri Analizi

Elde edilen veriler Excel ve R programları kullanılarak bir veri seti haline getirilmiştir. Çimlenme verilerinin analizinden önce, kesme testi sonucunda boş olduğu tespit edilen tohumlar veri setinden çıkarılmıştır. Daha sonra, düzeltilmiş olan bu veri seti kullanılarak, yüksek ve alçak rakım noktalarındaki sıcaklığa ve kuraklığa bağlı çimlenme deseni arasındaki olası farklar binom dağılımına dayanan bir genelleştirilmiş doğrusal model (Generalized Linear Model-GLM) kullanılarak sapma analizi (analysis of deviance) ile test edilmiştir (Moreira vd., 2010; Kazancı ve Tavşanoğlu, 2019). Deney gruplarında elde edilen nihai çimlenme değerleri, kontrol grubunun değerleri ile karşılaştırılmıştır. Bu ikili karşılaştırmalar, ‘‘emmeans’’ paketinde yer alan *emmeans* fonksiyonu kullanılarak marjinal ortalamaların karşılaştırılması ile yapılmıştır (Lenth, 2020). Çalışmadaki tüm istatistiksel analizler R istatistik programı ile gerçekleştirilmiştir (R Core Team, 2022).

4. BULGULAR

Arazide toplamda 16 familyaya ait 33 farklı takson ve 47 popülasyondan tohum toplanmıştır. Bunlardan 20 popülasyon ve 17 farklı takson “Alçak” grupta bulunurken (A1`de 10, A2 ve A3`te 5`er popülasyon), 27 popülasyon ve 20 farklı takson ise “Yüksek” grupta bulunmuştur (Y1`de 12, Y2`de 6 ve Y3`te 9 popülasyon)

Her iki grupta da ortak olarak yer alan takson sayısı dört olarak belirlenmiştir. Poaceae familyası 6 taksonla en fazla sayıya sahip olmuştur. Çizelge 4.1`de familyalara ait toplam takson sayıları yer almaktadır.

Çizelge 4.1. Taksonların ait olduğu familyalar ve taksonlara ait bazı bilgiler

Familya	Takson sayısı	Takson	Yaşam Formu** (Raunkier, 1934)	Dormansi tipi *** (Baskin&Bas kin, 2014)	Tohum ağırlığı (mg)		
Poaceae (Buğdaygiller)	6	<i>Dactylis glomerata</i> L.	Çok yıllık otsu; He	PD	A2 0.387	Y1 0.422	Y2 0.446
		<i>Avena</i> L. sp.	Tek yıllık otsu; Th	ND/PD	Y3 3.059		
		<i>Lagurus ovatus</i> L.	Tek yıllık otsu; Th	ND/PD	A2 0.55		
		<i>Phleum</i> L. sp.	Tek/ çok yıllık otsu; Th/He	ND/PD	Y3 0.2		
		<i>Poaceae</i> sp.	Tek/iki/çok yıllık otsu nadiren odunsu	ND/PD	Y3 5.942		
		<i>Stipa</i> L. sp.	Çok/ nadiren tek yıllık otsu; He/Th	PD	Y1 17.055		
Fabaceae (Baklagiller)	4	<i>Calicotome villosa</i> (Poir.) Link	Çalı; Ph	PY/PD	A2 4.862	A3 6.085	
		<i>Trifolium arvense</i> L.	Tek yıllık otsu; Th	PY	A1 1.187	A2 1.328	
		<i>Trifolium</i> sp.1	Tek/iki/çok yıllık otsu; Th/He	PY/PD	A1 0.761		
		<i>Trifolium</i> sp.2	Tek/iki/çok yıllık otsu; Th/He	PY/PD	A3 0.316	Y2 0.401	
Asteraceae (Papatyagiller)	3	<i>Onopordum illyricum</i> L.	İki yıllık otsu; He	PD	A1 10.609		
		<i>Anthemis</i> L. sp.	Tek/iki/çok yıllık otsu; Th/He	ND/PD	A1 0.283		
		<i>Xeranthemum</i> L. sp.	Tek yıllık otsu; Th	ND/PD	Y1 0.923		
Apiaceae (Maydanozgiller)	3	<i>Apiaceae</i> sp.1	Tek/ çok yıllık otsu/ çalımsı; Th/He/Ph	MD/MPD	A3 1.17		
		<i>Apiaceae</i> sp.2	Tek/çok yıllık otsu/çalımsı; Th/He/Ph	MD/MPD	Y3 0.953		
		<i>Torilis arvensis</i> (Huds.) Link	Tek yıllık otsu; Th	MD/MPD	Y1 0.926		

Familiya	Takson sayısı	Takson	Yaşam Formu** (Raunkier, 1934)	Dormansi tipi *** (Baskin&Bas kin, 2014)	Tohum ağırlığı (mg)			
Cistaceae (Ladengiller)	2	<i>Cistus creticus</i> L.	Çalı; Ph	PY	A2 0.61	A3 0.641	Y2 0.713	Y3 0.751
		<i>Cistus salviifolius</i> L.	Çalı; Ph	PY	A3 0.844			
Lamiaceae (Ballıbabagiller)	2	<i>Origanum</i> L. sp.	Çok yıllık otsu; Ch	ND/PD	Y2 0.087			
		<i>Thymus zygoides</i> Griseb.	Odunsu dallar, çok yılılık; Ch	ND/PD	Y1 0.0835		Y3 0.0825	
Scrophulariaceae (Sıracautugiller)	2	<i>*Verbascum parviflorum</i> Lam.	İki yıllık otsu; He	CD/ND /PD	A1 0.1235	Y1 0.1465		Y3 0.141
		<i>Verbascum</i> L. sp.	Tek/iki/çok yıllık otsu; Th/He	CD/ND /PD	Y2 0.965			
Caprifoliaceae (Hanımeligiller)	2	<i>Caprifoliaceae</i> sp.	Çok yıllık otsu, çalı; Ch/Ph/He	MD/MPD /PD	Y1 1.682			
		<i>Scabiosa argentea</i> L.	Çok yıllık otsu; He	PD	Y1 2.581			
Caryophyllaceae (Karanfilgiller)	2	<i>Dianthus zonatus</i> Fenzl	Çok yıllık otsu; He	ND/PD	Y1 0.698		Y3 0.646	
		<i>Silene</i> L. sp.	Tek/iki/çok yıllık otsu; Th/He/Ch	ND/PD	Y1 0.571	Y2 0.302	Y3 0.52	
Amaryllidaceae (Nergisgiller)	1	<i>*Allium proponticum</i> Stearn & Özhatay	Çok yıllık bulbous; Geo	PD/ MPD	A1 0.728			
Boraginaceae (Hodangiller)	1	<i>Echium italicum</i> L.	İki yıllık otsu; He	PD	A1 4.3725			
Brassicaceae (Turpgiller)	1	<i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagr.- Foss.	İki yıllık otsu; He	ND/PD	A1 0.263			
Hypericaceae (Kantarongiller)	1	<i>Hypericum</i> L. sp.	Çok yıllık otsu; He/Ch	ND/PD	Y1 0.314			
Malvaceae (Ebegümeçigiller)	1	<i>Alcea biennis</i> Winterl	Çok yıllık otsu; He	PY/PD	A1 4.067			
Papaveraceae (Hashağgiller)	1	<i>Papaver</i> L. sp.	Tek/iki/çok yıllık otsu; Th/He	MD/MPD	A1 0.0445			
Polygonaceae (Madımakgiller)	1	<i>Rumex</i> L. sp.	Tek/iki/çok yıllık otsu; Th/He/Cr	ND/PD	Y1 0.191			

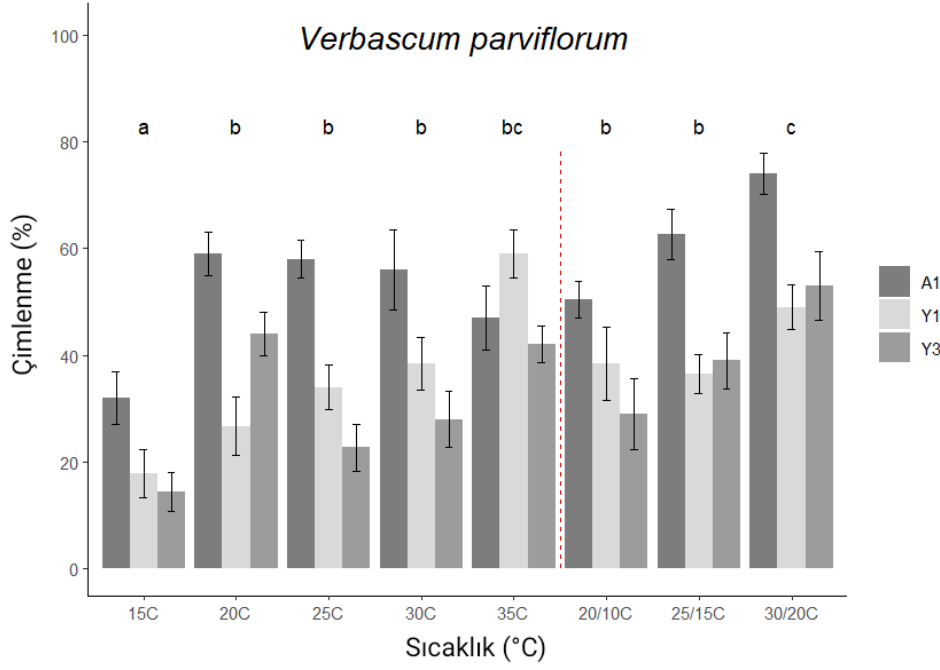
*Endemik. **Ph: Fanerofit, Ch: Kamefit, Th: Terofit, He: Hemikriptofit, Geo: Geofit, Cr: Kriyofit. ***ND: Dormant olmayan, PD: Fizyolojik dormansi, PY: Fiziksel dormansi, MD: Morfolojik dormansi, MPD: Morfofizyolojik dormansi, CD: Koşullu dormansi.

4.1. Yükseklik Farkının Popölasyon Dölzeyinde Çimlenme Üzerine Etkisi

Yalnızca *Cistus creticus*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium sp2* ve *Verbascum parviflorum* taksonlarına ait popölasyonlar hem alçak hem de yüksek alanlarda bulunmuştur. Bu bölümde taksonların çeşitli sıcaklık dereceleri ve kuraklık değeri üzerinden alçak ve yüksek bölgelerde göstermiş oldukları çimlenme oranları üzerinden bir karşılaştırma yapılmıştır.

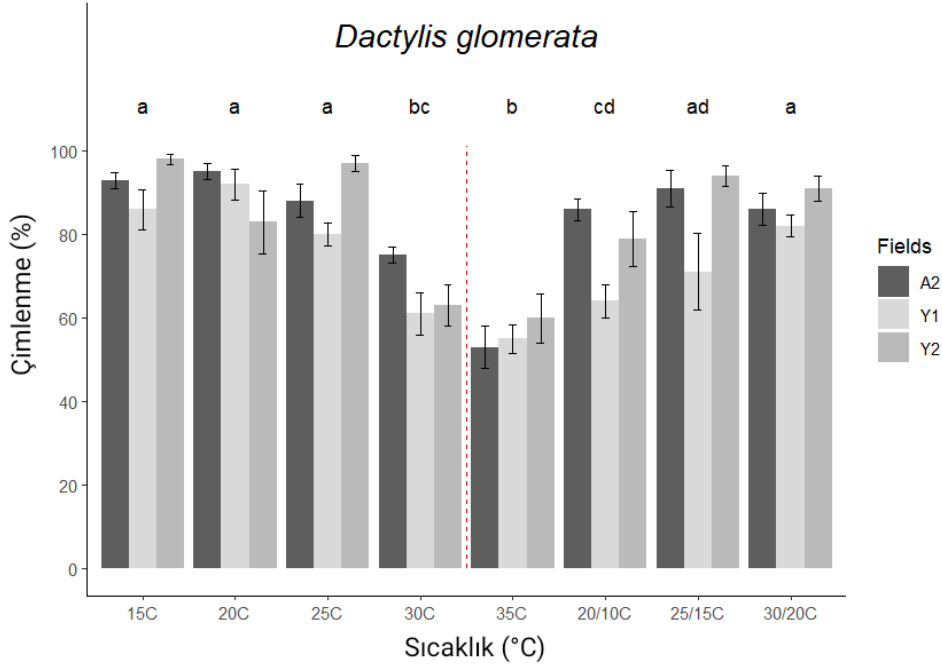
4.1.1. Sıcaklık Deneyi

4 takson ele alındığında *Verbascum parviflorum* taksonunda değışken ve sabit sıcaklıklarda 35°C hariç tüm sıcaklıklarda alçak popölasyon yüksekteki popölasyonlara göre daha fazla çimlenme göstermiştir (Şekil 4.1). *Dactylis glomerata* taksonunda yüksek bir çimlenme oranı görölmektedir ve bu taksonda alçak ve yüksek alanlar sıcaklık derecelerine göre farklı tepkiler göstermiştir (Şekil 4.2). *Cistus creticus* taksonunda ise diğeri taksonlardan farklı olarak en çok çimlenme yüksek alandan olan Y3 popölasyonunda gerçekleşmiştir. Genel olarak Y3 popölasyonu; A2, A3 ve Y2 ile tüm sıcaklıklarda fark göstermiştir (Şekil 4.3). *Trifolium sp.2* taksonunda yalnızca 35°C’de alçak popölasyondaki çimlenme yüksek popölasyondaki çimlenmeye oranla daha yüksek bir oran göstermiş olup; genel olarak alçak ve yüksek popölasyonlar arasında belirli bir fark bulunmamıştır (Şekil 4.4). Bu taksonlara ait sıcaklık ve alçak ile yüksek alanların sıcaklığa vermiş olduğı çimlenme yanıtları detaylı bir şekilde Şekil 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4’te incelenmiştir.



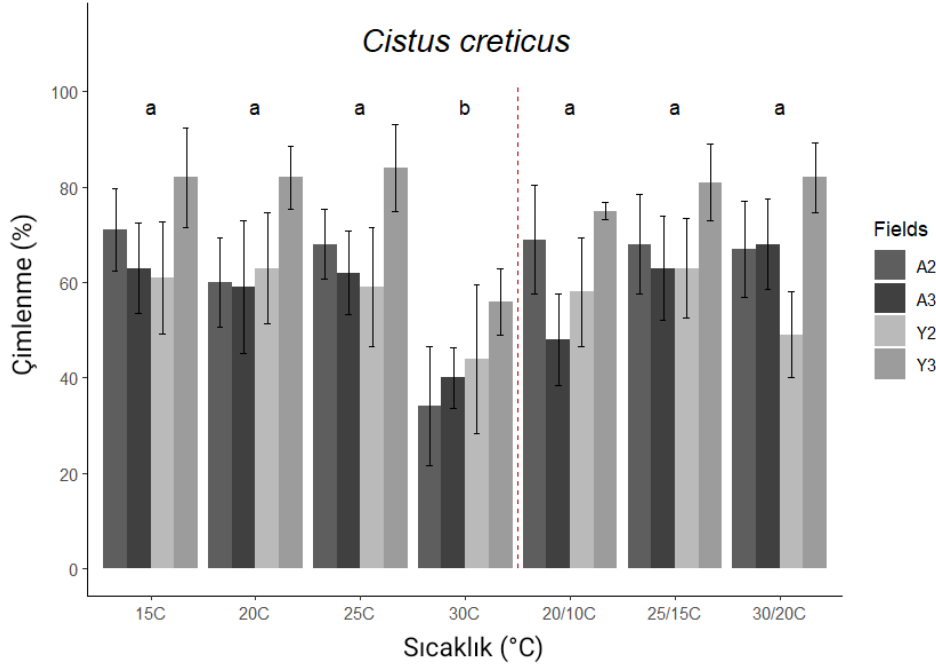
Şekil 4.1. *Verbascum parviflorum* - A/Y

Sıcaklıklar karşılaştırıldığında *Verbascum parviflorum* taksonunun tohumları 15°C hariç tüm sabit sıcaklıklarda benzer tepki göstermekle birlikte 15°C’de çimlenmenin diğerlerine göre az olduğu bulunmuştur. Değişken sıcaklıklar da ise sıcaklık arttıkça çimlenmenin arttığı ve 30/20°C’nin diğer sıcaklıklara göre belirgin artış gösterdiği görülmektedir. Alçak yüksek popülasyonları ele alındığında 35C dışındaki tüm sıcaklıklar arasında alçak popülasyonlar yüksek popülasyonlara göre hep daha yüksek bir tohum çimlenmesi sergilemiş olup, 35°C’de en yüksek alanda bulunan Y1 bölgesindeki tohumların en yüksek çimlenme gösterdiği sıcaklık olmuştur. 35 ve 20°C hariç Y1 ile Y3 popülasyonları arasında belirgin fark bulunmamaktadır ($P > 0.05$). 15 ve 35°C’de A1 ve Y1 arasında fark bulunmazken ($P > 0.05$), 20 ve 35°C’de A1 ile Y3 arasında fark bulunmamış olup ($P > 0.05$) bu dereceler dışındaki tüm derecelerde alçak ve yüksek alandaki popülasyonlar arasında fark bulunmuştur ($P < 0.05$) (Şekil 4.1).



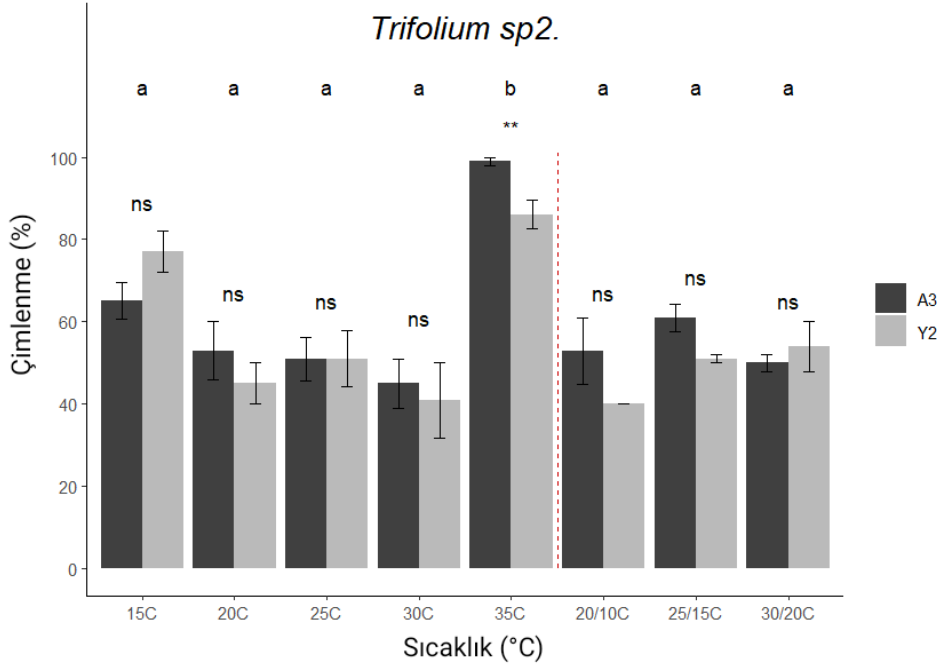
Şekil 4.2. *Dactylis glomerata* - A/Y

Genel olarak yüksek çimlenmenin görüldüğü *Dactylis glomerata* taksonunda sabit sıcaklıklarda 30°C'ye kadar benzer oranlar görülürken ($P > 0.05$) 30°C'de bir düşüş meydana gelmektedir ve bu düşüşteki değerler 35°C'de de benzer görülmektedir ($P > 0.05$). Aynı zamanda sabit sıcaklıklarda yüksek ve alçak popülasyonlar arasında 15, 25 ve 35°C'de belirli bir fark görülmezken ($P > 0.05$) 20 ve 30°C'de alçak popülasyonda bir yükselme görülmektedir ($P < 0.05$). Değişken sıcaklıklara gelecek olursak 25/15 ve 30/20°C'de hem yüksek alçak popülasyonlar arasında ($P > 0.05$) hem de bu iki sıcaklık arasında bir fark bulunmamaktadır ($P > 0.05$). 15, 25 ve 25/15°C sıcaklıklarda iki yüksek alan arasında fark bulunmuştur. Bu alanlardan daha yüksek rakıma sahip olan Y1 popülasyonu daha az çimlenme göstermiştir. Alçak bölge olan A2 ile yüksek bölgeden olan Y2 popülasyonlarında ise sadece 20°C'de fark bulunmuştur. Buna ek olarak 20/10C ve 25/15°C arasında bir fark bulunmamış olup ($P > 0.05$), lakin 20/10°C'de alçak ve yüksek popülasyonlar arasında fark bulunmuş ve alçak popülasyon sıcaklığa daha olumlu tepki vermiştir ($P = 0.006$) (Şekil 4.2).



Şekil 4.3. *Cistus creticus* - A/Y

Cistus creticus taksonunda sabit ve değişken sıcaklıklar arasında çimlenme yüzdesi genel olarak benzer bulunmuş olup, yalnızca 30°C’de bir düşüş olmuş ve bu derece ile diğer sıcaklık dereceleri arasında anlamlı fark bulunmuştur ($P < 0.0001$). Alçak ve yüksek alanları karşılaştıracak olursak; alçak alanlardan A2 ve A3 arasında yalnızca 20/10°C’de anlamlı bir fark görülmüş olup ($P < 0.05$), diğer derecelerde benzer değerler göstermişlerdir. Yüksek alanlardan olan Y2 ve Y3 arasında ise yalnızca 30 ve 20/10°C’de anlamlı bir fark bulunmamış ($P > 0.05$), diğer tüm derecelerde aralarında istatistiksel açıdan fark bulunmuş olup ($P < 0.05$), Y3 alanındaki tohumlar Y2 alanındaki tohumlara göre daha yüksek bir çimlenme yüzdesi göstermiştir. Alçak ve yüksek karşılaştırmalarında ise Y2 bölgesi ile A2 ve A3 karşılaştırıldığında yalnızca 30/20°C’de anlamlı bir fark vardır ($P < 0.05$). Y3 alanındaki tohumlar ile A2 alanındaki tohumlar karşılaştırıldığında; 20, 25 ve 30°C’lerde aralarında anlamlı bir fark bulunmuş olup ($P < 0.05$), değişken sıcaklıklar ile aralarında bir fark bulunmamıştır ($P > 0.05$). Ancak A3 ile Y3 karşılaştırıldığında 30 ve 30/20°C dışındaki tüm dereceler arasında aralarında belirgin fark görülmüştür ($P < 0.05$) (Şekil 4.3).



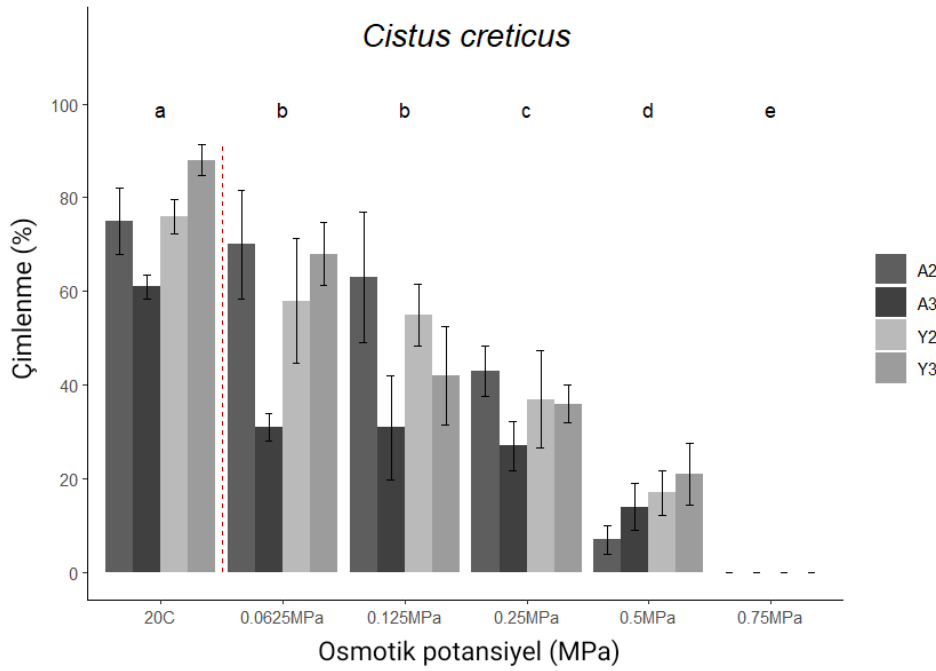
Şekil 4.4. *Trifolium sp.2* - A/Y

Sabit sıcaklıklar karşılaştırıldığında *Trifolium sp.2* taksonunda 35°C'ye kadar olan sıcaklıklarda benzer çimlenme dereceleri bulunurken 35°C'de diğerlerine göre ($P < 0.001$) önemli derecede bir artış gözlemlenmiştir. Değişken sıcaklıklarda hem yüksek alçak popülasyonlar arasında hem de sıcaklıklar arasında bir karşılaştırma yapıldığında arada bir fark bulunmamıştır ($P > 0.05$). Yüksek ve alçak popülasyonlar karşılaştırıldığında ise 35°C'de alçak alan yüksek alandan ($P = 0.008$) daha fazla çimlenme göstermiştir (Şekil 4.4).

4.1.2. Kuraklık Deneyi

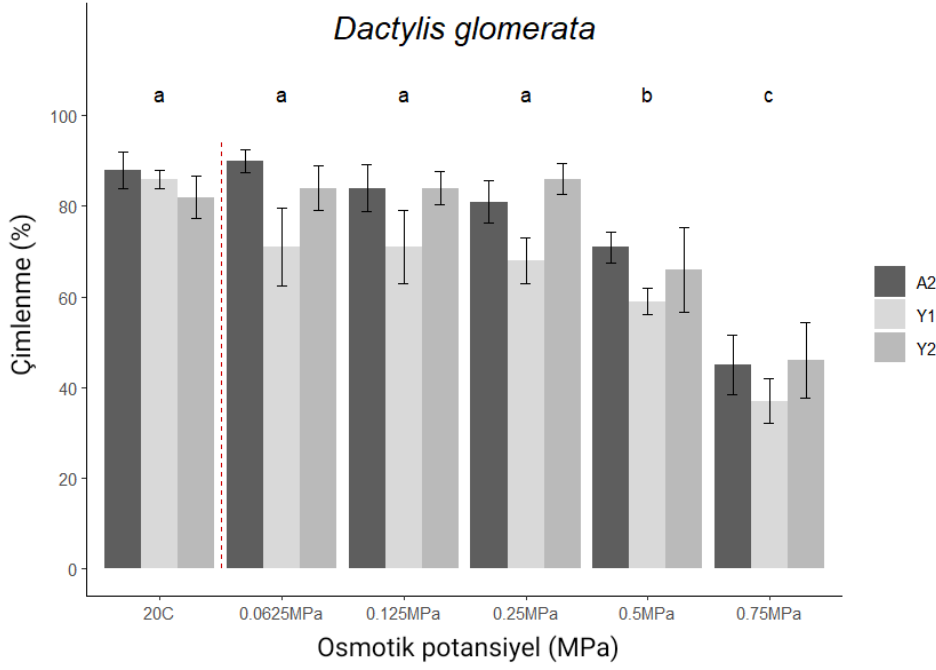
Kuraklık deneylerinde genel olarak kuraklık şiddetinin artması ile çimlenme oranlarının azalması beklenir. *Cistus creticus* taksonunda belirli bir ozmotik potansiyele kadar yüksek rakımlı popülasyonlarda çimlenme oranı daha fazla görülmüştür (Şekil 4.5). *Dactylis glomerata* taksonunda genel olarak alçak ve yüksek popülasyonlar arasında fark görülmemiştir (Şekil 4.6). *Trifolium sp.2* taksonunda ise çimlenme deseni diğer taksonlara göre biraz farklı gerçekleşmiş, alçak ve yüksek popülasyon karşılaştırmalarında bazı ozmotik potansiyel değerlerinde alçak alanda daha yüksek tohum çimlenmesi görülmüştür (Şekil 4.7). *Verbascum parviflorum* taksonunda da alçak

ve yüksek popülasyonlar arasında fark bulunamamıştır (Şekil 4.8). Bu kısımlar Şekil 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8’de daha detaylı açıklanmıştır.



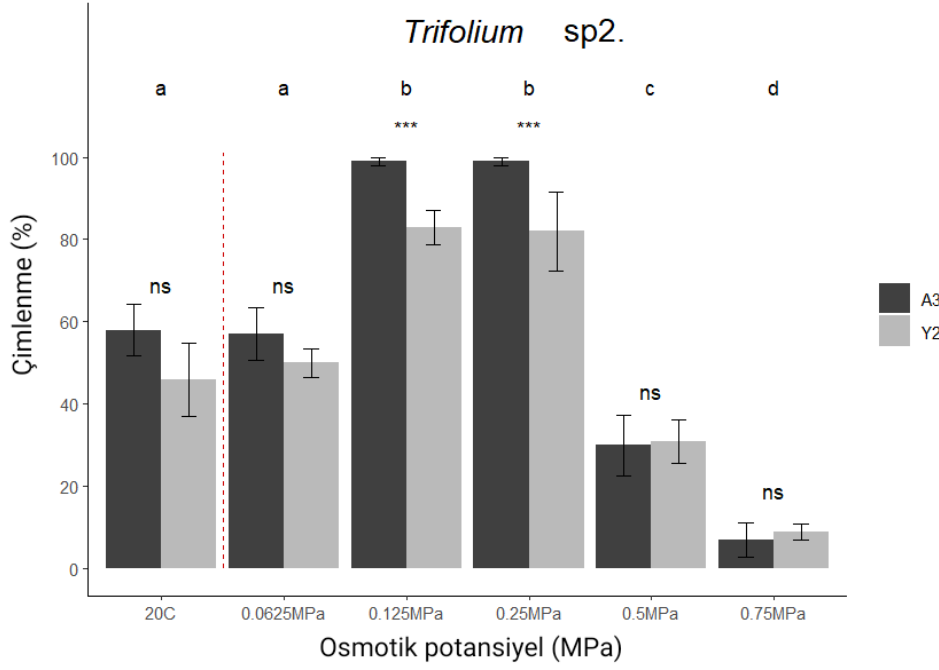
Şekil 4.5. *Cistus creticus* - A/Y

Cistus creticus taksonunda kuraklık şiddetleri ele alındığında -0.0625 ve -0.125 MPa ozmotik potansiyelinde tohum çimlenmesi açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır ($P > 0.05$). Ozmotik potansiyel arttıkça tohum çimlenmesinde azalma görülmüştür. -0.25 MPa’da görülen azalma -0.5 MPa’da artmış ve -0.75 MPa’da ise hiç çimlenme gözlemlenmemiştir. Kontrol grubunda ise en yüksek çimlenme görülmüş olup, bütün kuraklık şiddetleri ile çimlenme açısından aralarında anlamlı farklılık bulunmuştur ($P < 0.0001$). Popülasyonlar arası karşılaştırma yapıldığında kontrol grubunda en yüksek çimlenme Y3 popülasyonunda görülmüş olup, yalnızca A3 ile Y3 popülasyonu arasında anlamlı fark vardır ($P = 0.0003$). A3 popülasyonu ile diğer tüm popülasyonlar arasında -0.0625 MPa’da istatistiksel açıdan belirgin fark bulunmuştur ($P < 0.0001$) ve bu ozmotik potansiyelde en az tohum çimlenmesi A3 popülasyonunda gerçekleşmiştir. -0.125 MPa’da da A3 popülasyonunda en az ve A2 popülasyonunda en çok çimlenme görülmüştür. -0.125 MPa’da A2 ile A3 ve Y3 arasında, A3 ile de Y3 arasında istatistiksel açıdan fark bulunmuştur ($P < 0.05$). Ozmotik potansiyelin artması ile -0.25, -0.5 ve -0.75 MPa’da tohum çimlenmesinde popülasyonlar arası bir fark bulunmamıştır ($P > 0.05$) (Şekil 4.5).



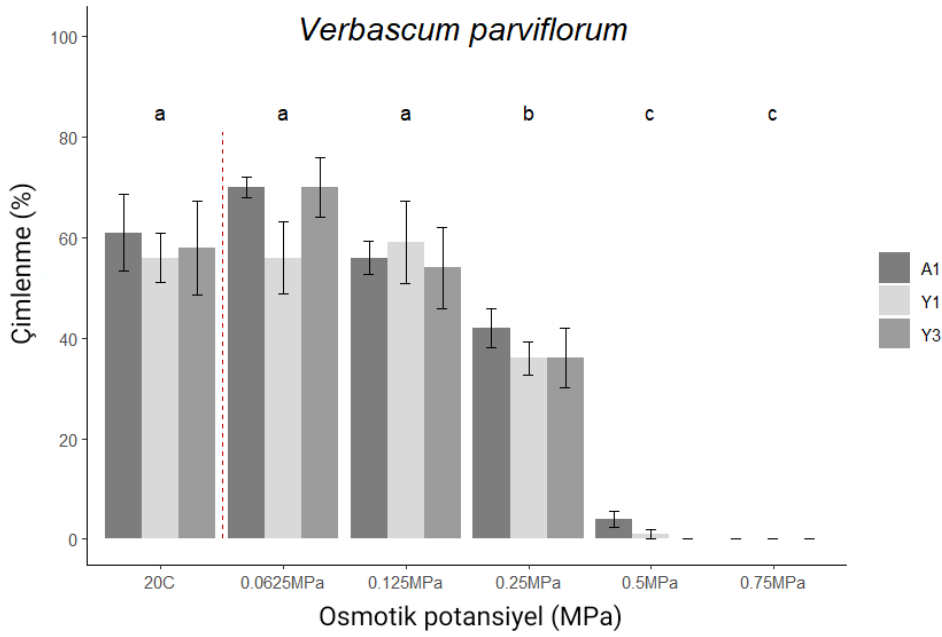
Şekil 4.6. *Dactylis glomerata* - A/Y

Dactylis glomerata taksonu kontrol grubu ve kuraklık şiddetlerinde -0.5 MPa'ya kadar olan ozmotik potansiyelde tohum çimlenmesi üzerine benzer bir oran göstermiştir ($P > 0.05$). Buna karşın, -0.5 MPa'da ise tohum çimlenme oranı azalmış ve bu azalma -0.75 MPa'da devam etmiştir. Kontrol grubu ve -0.125, -0.5, -0.75 MPa'da tohum çimlenmesinde popülasyonlar benzer tepkiler göstermiştir ($P > 0.05$). A2 popülasyonu ile Y1 popülasyonu arasında 0.0625 MPa değerinde aralarında anlamlı bir fark bulunmuş olup ($P = 0.01$), bu ozmotik potansiyelde en çok çimlenme A2 alanında gerçekleşmiştir. -0.25 MPa değerinde ise Y1 ile Y2 popülasyonu arasında anlamlı fark bulunmuştur ($P = 0.019$) ve yüksek çimlenme Y2 bölgesindeki tohumlarda görülmüştür (Şekil 4.6).



Şekil 4.7. *Trifolium* sp.2 - A/Y

Osmotik potansiyeller ele alındığında en yüksek tohum çimlenmesi -0.125 ve -0.25 MPa’da görülmüştür. Bu iki osmotik potansiyel değeri ile kontrol grubu ve diğer osmotik potansiyel değerleri arasında istatistiksel açıdan belirgin fark vardır ($P < 0.0001$). Kontrol grubu ile -0.0625 MPa değeri benzer bir çimlenme oranı göstermiştir. -0.5 MPa’da tohum çimlenmesinde bir azalma görülmüştür ve bu azalma -0.75 MPa’da devam etmiştir. En düşük tohum çimlenmesi ise en yüksek osmotik potansiyelde görülmüştür. Popülasyonlar arası karşılaştırma yapıldığında yalnızca -0.125 ve -0.25 MPa’da alçak alanda yüksek alana oranla daha fazla tohum çimlenmesi görülmüş olup aralarında anlamlı farklılıklar olduğu bulunmuştur ($P = 0.0036$, $P = 0.0027$). Bu osmotik potansiyel değeri dışında kontrol grubu ve diğer tüm osmotik potansiyel değerlerinde alçak ve yüksek bölgede benzer çimlenmeler görülmüştür (Şekil 4.7).



Şekil 4.8. *Verbascum parviflorum* - A/Y

Verbascum parviflorum taksonunun tohumları ozmotik potansiyeller açısından -0.25 MPa'ya kadar olan değerler ve kontrol grubunda benzer çimlenme oranları göstermiştir. -0.25 MPa'da çimlenme oranı azalmış, -0.5 MPa değerinde çok az bir çimlenme görülmüş ve -0.75 MPa'da çimlenme görülmemiştir. Popülasyonlar arası karşılaştırma yapıldığında da alçak bölgeden olan A1 ile yüksek bölgeden olan Y1 ve Y3 popülasyonları arasında kontrol grubu ve bütün ozmotik potansiyellerde tohum çimlenmeleri benzer değerler göstermiştir ($P > 0.05$) (Şekil 4.8).

4.2. İklim değişikliğinin takson ve popülasyon düzeyinde çimlenme üzerindeki olası etkileri

Bu bölümde 16 familyaya ait 33 takson ve 47 popülasyonun sıcaklık ve kuraklık deneylerinin sonuçları verilmiştir. Ek olarak iklim değişikliği senaryolarının çimlenmeye etkisi komünite düzeyinde belirlenmiştir. Ssp585 iklim değişikliği senaryosunun 2011 yılından itibaren 2100 yılına kadar 30 senelik aralıklarla toplamda 3 farklı senaryo üzerinden 6 noktada göstermiş olduğu sıcaklık-yağış değerleri sunulmuştur.

4.2.1. Sıcaklık Deneyi

Bu bölümde 33 takson ve 47 popülasyona ait tohumların çimlenmeleri üzerine ait sıcaklık ve kuraklık deneylerinin sonuçları yer almaktadır. Başlıklar familyalar üzerinden

ilerlemektedir ve ilk olarak en çok takson içeren familyadan başlanmış olup, bu sıralama familyalardaki taksonların azalması üzerine devam etmiştir. Çizelge 4.2’de sıcaklık deneylerinde taksonların farklı sıcaklık değerlerine göstermiş oldukları çimlenme tepkileri yer almaktadır.

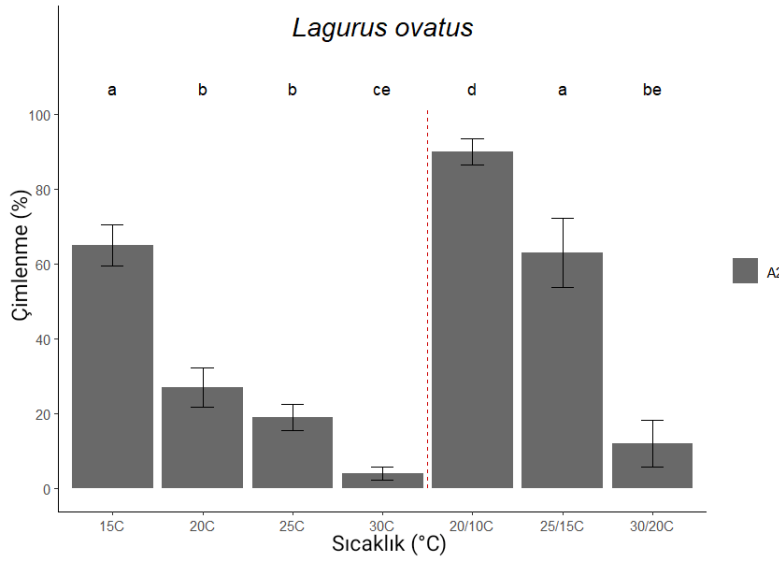
Çizelge 4.2. Sıcaklık deneyinde taksonların farklı sıcaklık derecelerine olan tepkileri

15°C'de Az Çimlenme Gösteren Taksonlar		
Takson	Alan	Familya
<i>Alcea biennis</i>	A1	Malvaceae
<i>Echium italicum</i>	A1	Boraginaceae
<i>Rumex</i> sp.	Y1	Polygonaceae
<i>Verbascum parviflorum</i>	A1, Y1, Y3	Scrophulariaceae
20°C'de Az Çimlenme Gösteren Taksonlar		
Takson	Alan	Familya
<i>Papaver</i> sp.	A1	Papaveraceae
25°C'de Çimlenme Göstermeyen Taksonlar		
Takson	Alan	Familya
<i>Allium proponticum</i>	A1	Amaryllidaceae
Caprifoliaceae sp.	Y1	Caprifoliaceae
25°C'de Az Çimlenme Gösteren Taksonlar		
Takson	Alan	Familya
<i>Onopordum illyricum</i>	A1	Asteraceae
30°C'de Çimlenme Göstermeyen Taksonlar		
Takson	Alan	Familya
<i>Allium proponticum</i>	A1	Amaryllidaceae
<i>Papaver</i> sp.	A1	Papaveraceae
30°C'de Çok Az Çimlenme Gösteren Taksonlar		
Takson	Alan	Familya
Apiaceae sp.1	A3	Apiaceae
Apiaceae sp.2	Y3	
<i>Torilis arvensis</i>	Y1	
Caprifoliaceae sp.	Y1	Caprifoliaceae
30°C'de Az Çimlenme Gösteren Taksonlar		
Takson	Alan	Familya
<i>Anthemis</i> sp.	Y1	Asteraceae
<i>Onopordum illyricum</i>	A1	
<i>Cistus creticus</i>	A2, A3, Y3	Cistaceae
<i>Dactylis glomerata</i>	A2, Y1, Y2	Poaceae
<i>Lagurus ovatus</i>	A2	
<i>Phleum</i> sp.	Y3	
<i>Stipa</i> sp.	Y1	
<i>Origanum</i> sp.	Y2	Lamiaceae
<i>Scabiosa argentea</i>	Y1	Caprifoliaceae
<i>Silene</i> sp.	Y1, Y3	Caryophyllaceae
35°C'de Az Çimlenme Gösteren Taksonlar		
Takson	Alan	Familya

<i>Anthemis</i> sp.	A1	Asteraceae
<i>Dactylis glomerata</i>	A2, Y1, Y2	Poaceae
<i>Phleum</i> sp.	Y3	
<i>Thymus zygoides</i>	Y1	Lamiaceae
30°C’de Yüksek Çimlenme Gösteren Taksonlar		
Takson	Alan	Familya
<i>Thymus zygoides</i>	Y1	Lamiaceae
35°C’de Yüksek Çimlenme Gösteren Taksonlar		
Takson	Alan	Familya
<i>Trifolium</i> sp1.	A1	Fabaceae
<i>Trifolium</i> sp2.	A3, Y2	
<i>Verbascum parviflorum</i>	Y1	Scrophulariaceae
<i>Verbascum</i> sp.	Y2	
Sıcaklık Dereceleri Arttıkça Çimlenme Yüzdesi Azalan Taksonlar		
Takson	Alan	Familya
<i>Allium proponticum</i>	A1	Amaryllidaceae
<i>Anthemis</i> sp.	A1	Asteraceae
<i>Papaver</i> sp.	A1	Papaveraceae
<i>Caprifoliaceae</i> sp.	Y1	Caprifoliaceae
<i>Scabiosa argentea</i>	Y1	
<i>Dactylis glomerata</i>	A2, Y1, Y2	Poaceae
<i>Laqurus ovatus</i>	A2	
<i>Phleum</i> sp.	Y3	
Sıcaklık Dereceleri Arttıkça Çimlenme Yüzdesi Artan Taksonlar		
Takson	Alan	Familya
<i>Echium italicum</i>	A1	Boraginaceae
<i>Rumex</i> sp.	Y1	Polygonaceae
<i>Verbascum parviflorum</i>	Y1	Scrophulariaceae
<i>Verbascum</i> sp.	Y2	
Tüm Sıcaklık Derecelerinde Benzer Çimlenme Gösteren Taksonlar		
Takson	Alan	Familya
** <i>Avena</i> sp.	Y3	Poaceae
** <i>Poaceae</i> sp.	Y3	
* <i>Calicotome villosa</i>	A2, A3	Fabaceae
* <i>Trifolium arvense</i>	A1, A2	
<i>Cistus creticus</i>	Y2	Cistaceae
* <i>Cistus salviifolius</i>	A3	
<i>Dianthus zonatus</i>	Y1, Y3	Caryophyllaceae
** <i>Silene</i> sp.	Y2	
<i>Hirschfeldia incana</i>	A1	Brassicaceae
<i>Hypericum</i> sp.	Y1	Hypericaceae
<i>Thymus zygoides</i>	Y3	Lamiaceae
** <i>Xeranthemum</i> sp.	Y1	Asteraceae

*%50'nin altında çimlenme gösteren taksonlar, **%80'nin üstünde çimlenme gösteren taksonlar

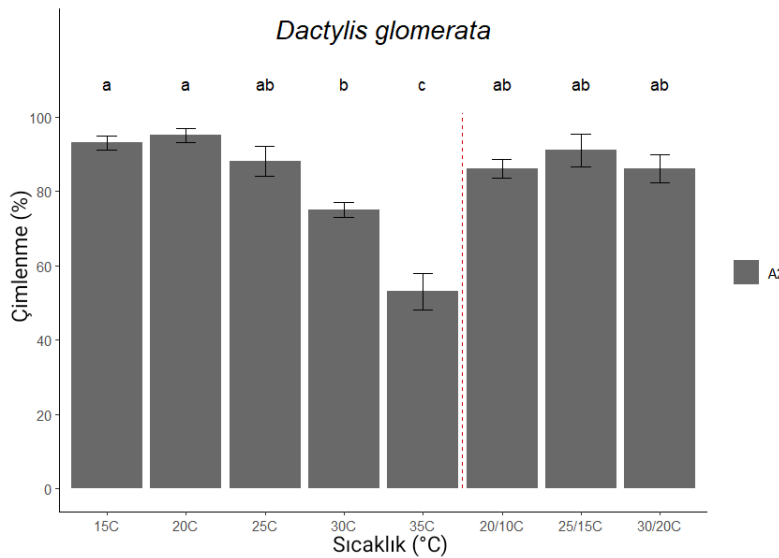
4.2.1.1. Poaceae



Şekil 4.9. *Lagurus ovatus* – A2

Sıcaklık derecesi arttıkça çimlenme yüzdesinde düşüş görülmeye başlanmıştır. 15°C ile 20, 25 ve 30°C arasında çimlenme üzerinde istatistiksel

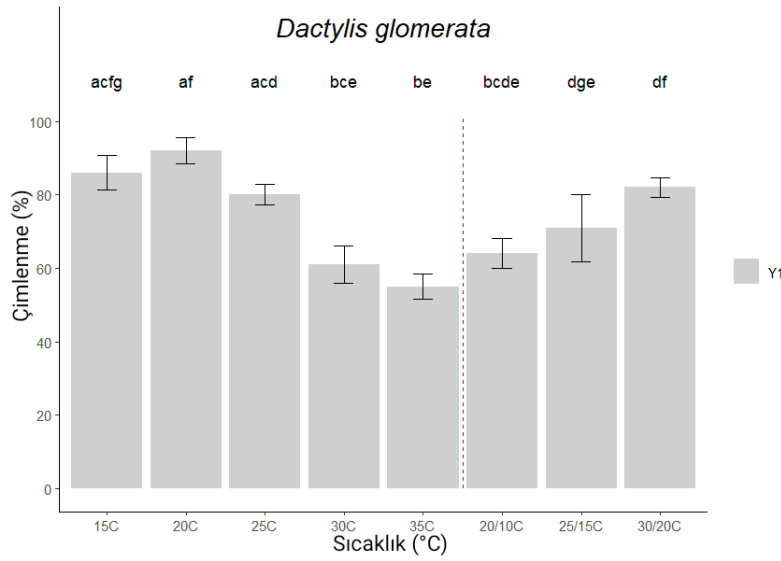
açıdan anlamlı bir farklılık saptanmıştır ($P < 0.0001$). Ayrıca 30°C’de azalma devam etmiş ve bu derece ile 20°C ve 25°C arasında da belirgin bir fark bulunmuştur ($P < 0.01$). Değişken sıcaklıklardan 20/10°C’de en yüksek tohum çimlenmesi görülmüştür. 25/15°C ile 15°C benzer tohum çimlenmesi göstermiştir ($P > 0.05$). 30/20°C ise düşük bir tohum çimlenmesi göstermiş ve 20, 25 ve 30°C ile de benzer bir oran sergilemiştir ($P > 0.05$) (Şekil 4.9).



Şekil 4.10. *Dactylis glomerata* – A2

Genel olarak sıcaklıklar arasında çimlenme oranında bir fark ($P > 0.5$) bulunmazken, 30°C’den sonra bir azalma görülmektedir. Bu azalma 35°C’de

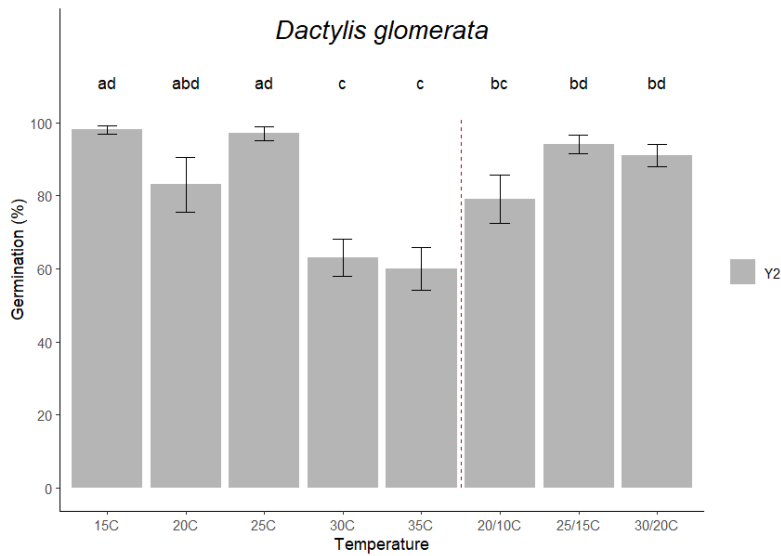
devam etmekte olup, bütün sıcaklık dereceleri ile aralarında anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($P < 0.0001$) (Şekil 4.10).



Şekil 4.11. *Dactylis glomerata* – Y1

En yüksek tohum çimlenmesi 20°C’de görülmüş olup; 15, 25 ve 30/20°C ile benzer çimlenme göstermiştir ($P > 0.05$). 30°C’de azalan çimlenme değeri, 35°C’de benzer

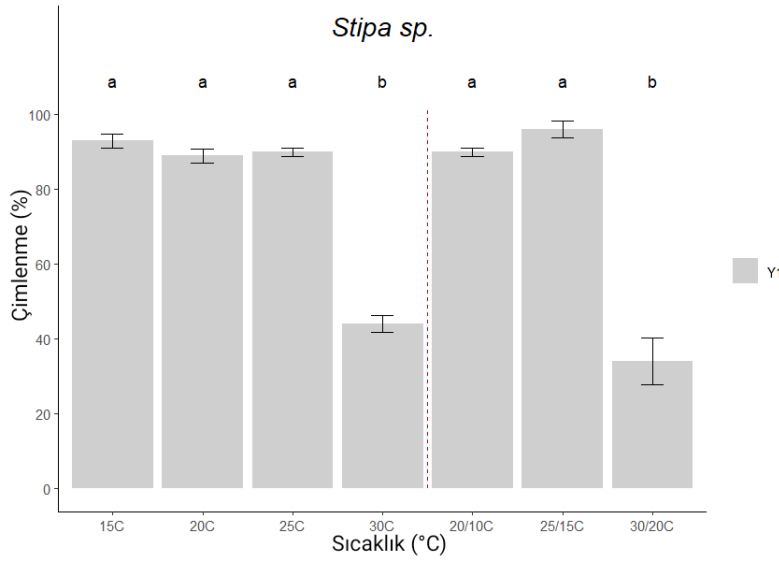
bir oranda görülmüştür. Değişken sıcaklıklarda çimlenme sıcaklık artışı ile artış göstermiş olsa da aralarında anlamlı bir fark olmadığı saptanmıştır ($P > 0.05$) (Şekil 4.11).



Şekil 4.12. *Dactylis glomerata* – Y2

30°C’ye kadar benzer tohum çimlenmesi görülmürken, 30 ve 35°C’de bir azalma meydana gelmiş ve bu iki sıcaklık derecesi benzer oranlar göstermiştir ($P > 0.05$).

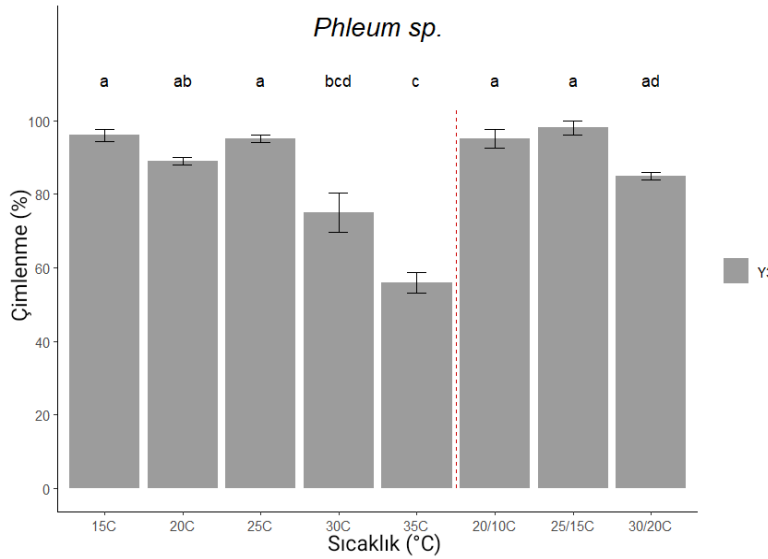
20/10°C ile de 30 ve 35°C arasında anlamlı bir farklılık bulunmamış ($P > 0.05$), ancak 25/15 ve 30/20°C sıcaklıklarda çimlenme artmış ve bu iki sıcaklık 20/10°C ile anlamlı bir fark göstermezken, 30 ve 35°C ile anlamlı bir farklılık göstermiştir ($P < 0.0001$) (Şekil 4.12).



Şekil 4.13. *Stipa sp.* – Y1

Sıcaklık dereceleri artmasına rağmen çimlenmede bir fark bulunmazken ($P > 0.05$) 30 ve 30/20°C’de bir düşüş meydana gelmiştir. Ayrıca, 30 ve 30/20°C ile diğer bütün

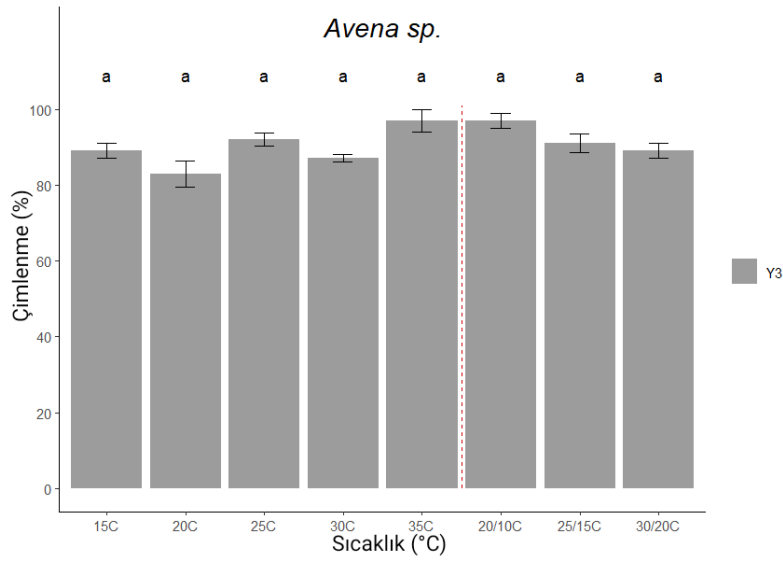
sıcaklık dereceleri arasında istatistiksel anlamda önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($P < 0.0001$) (Şekil 4.13).



Şekil 4.14. *Phleum sp.* – Y3

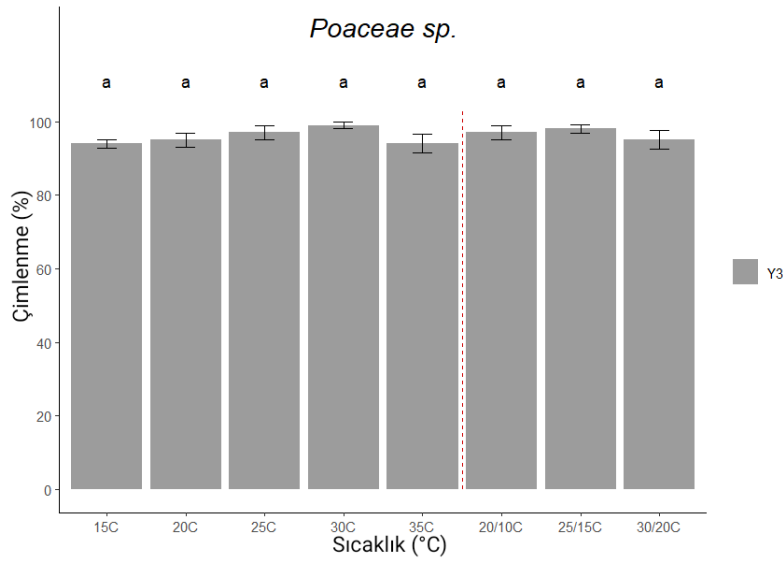
Bu taksonun tohumları 25°C’ye kadar benzer çimlenme değeri gösterirken, 30°C’ de düşüş meydana gelmiş olup 35°C’de düşüş devam etmiştir. Ancak 30 ve 35°C arasında

benzer çimlenme görülmüştür ($P > 0.05$). Aynı zamanda sabit sıcaklıklardan 15, 20 ve 25°C ile bütün değişken sıcaklıklar benzer çimlenme oranı göstermiş olup ($P > 0.05$), 30/20°C ile 30°C’ de benzer tepkiler göstermiştir (Şekil 4.14).



Şekil 4.15. *Avena sp.* - Y3

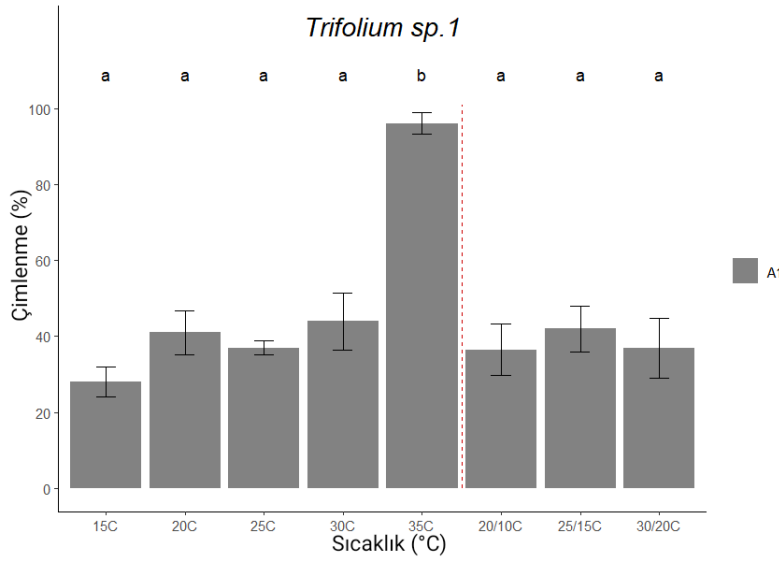
Tohum çimlenmesinde tüm sıcaklıklar yüksek ve benzer çimlenme oranı göstermiş olup, bütün sıcaklıklar benzer çimlenme oranı sergilemiştir ($P > 0.05$) (Şekil 4.15).



Şekil 4.16. *Poaceae sp.* -Y3

Tüm sıcaklıklarda tohum çimlenmesi açısından %90'ın üstünde yüksek ve benzer değerler görülmüştür ($P > 0.05$) (Şekil 4.16).

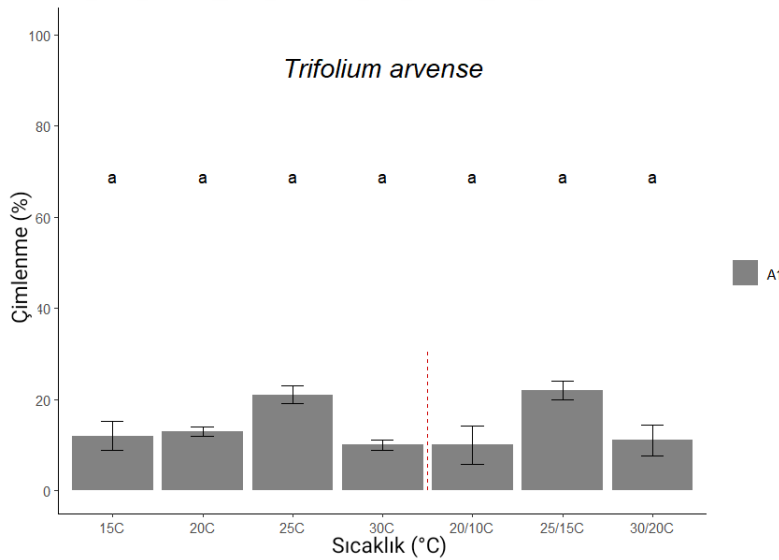
4.2.1.2. Fabaceae



Şekil 4.17. *Trifolium* sp.1 – A1

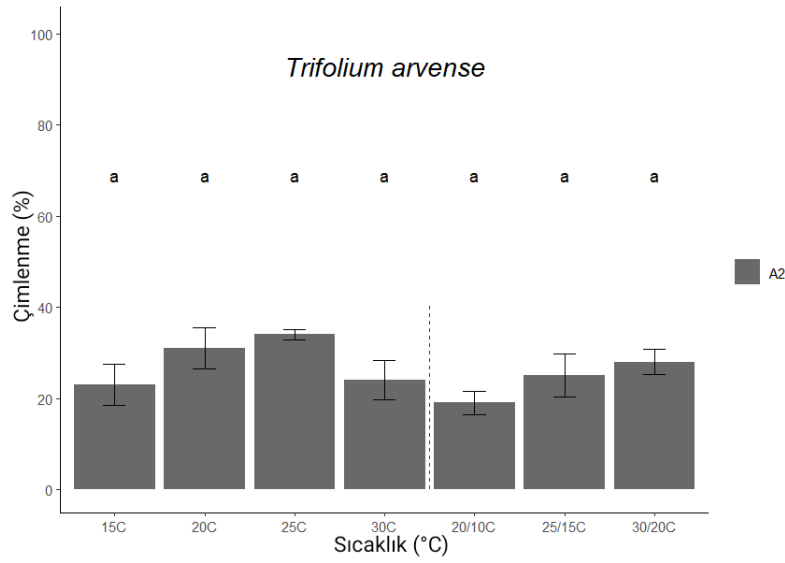
Çimlenme yüzdelерinde sıcaklıklar arasında genel olarak bir değışiklik olmazken, 35°C diğer sıcaklık değерlerine göre oldukça yüksek bir

çimlenme yüzdesi göstermiş olup, aralarında istatistiksel açıdan belirgin bir fark tespit edilmiştir ($P < 0.0001$) (Şekil 4.17).



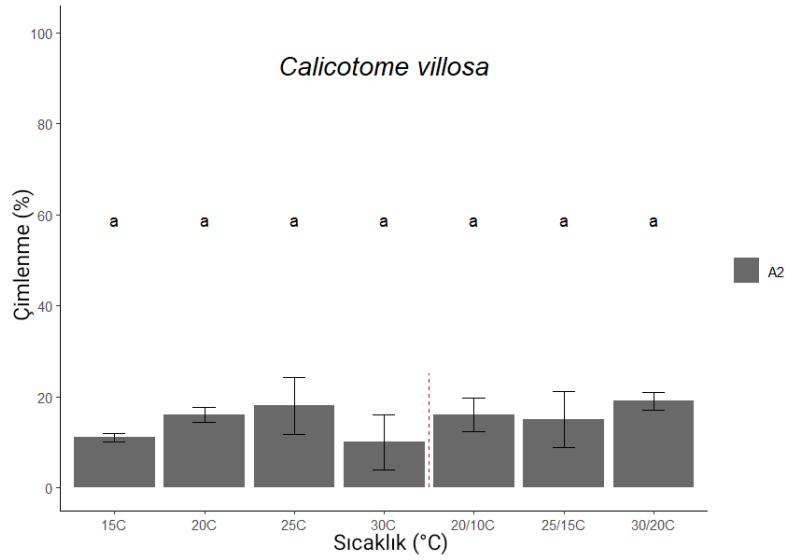
Şekil 4.18. *Trifolium arvense* – A1

Farklı sıcaklık değерleri arasında benzer bir değер görölmüş ($P > 0.05$) ve tohum çimlenmeleri %50'nin altında düşük bir oran göstermiştir (Şekil 4.18).



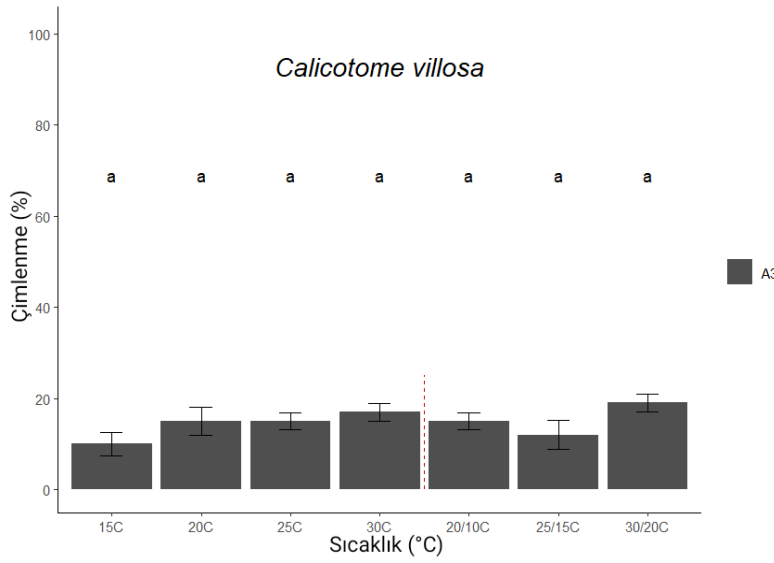
Şekil 4.19. *Trifolium arvense* – A2

Bütün sıcaklık değerlerinde benzer ve %50'nin altında düşük bir tohum çimlenmesi görülmüştür ($P > 0.05$) (Şekil 4.19).



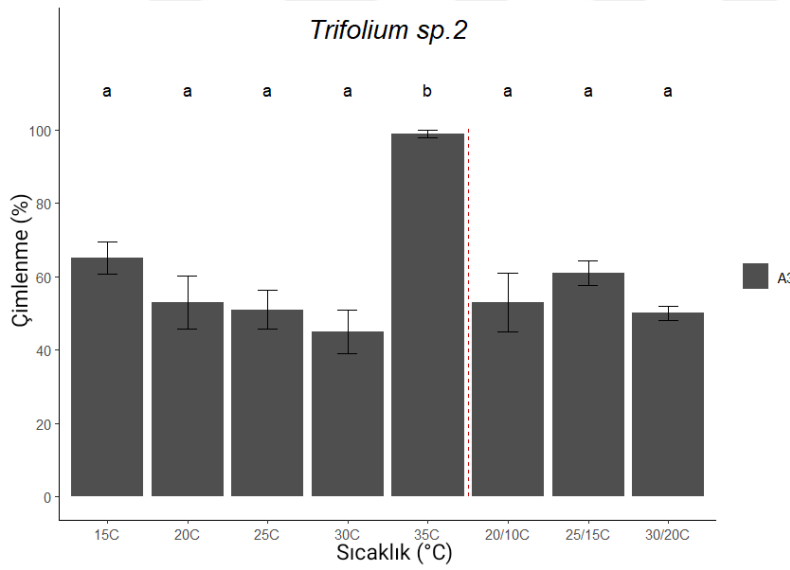
Şekil 4.20. *Calicotome villosa* – A2

Sıcaklık dereceleri arasında çimlenme yüzdelerinde benzer değerler görülmüş olup ($P > 0.05$), çimlenme yüzdeleri genel olarak %30'un altında kalmıştır (Şekil 4.20).



Şekil 4.21. *Calicotome villosa* – A3

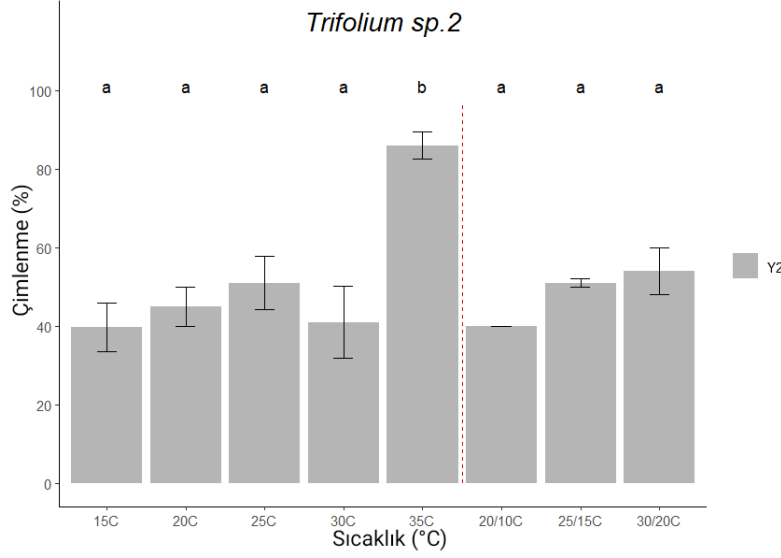
Tohum çimlenme yüzdeleri genel olarak %50'nin altında olmakla birlikte farklı sıcaklıklar arasında benzer çimlenme oranları tespit edilmiştir ($P > 0.05$) (Şekil 4.21).



Şekil 4.22. *Trifolium sp.2* – A3

Tohum çimlenmesi açısından farklı sıcaklıklar arasında 35°C hariç benzer oranlar görülmüştür ($P > 0.05$). 35°C diğer derecelere göre yüksek bir çimlenme

oranı göstermiş ve diğer dereceler ile aralarında belirgin bir farklılık bulunmuştur ($P < 0.05$) (Şekil 4.22).

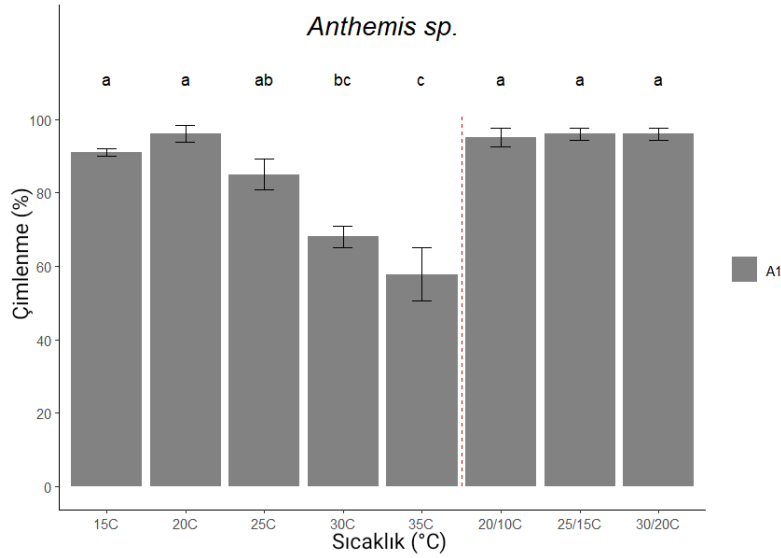


Şekil 4.23. *Trifolium* sp.2 – Y2

Sıcaklıklar arasında yalnızca 35°C diğerlerinden istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık sergilemiş ($P < 0.0001$) ve yüksek bir tohum çimlenme yüzdesi

göstermiştir (Şekil 4.23).

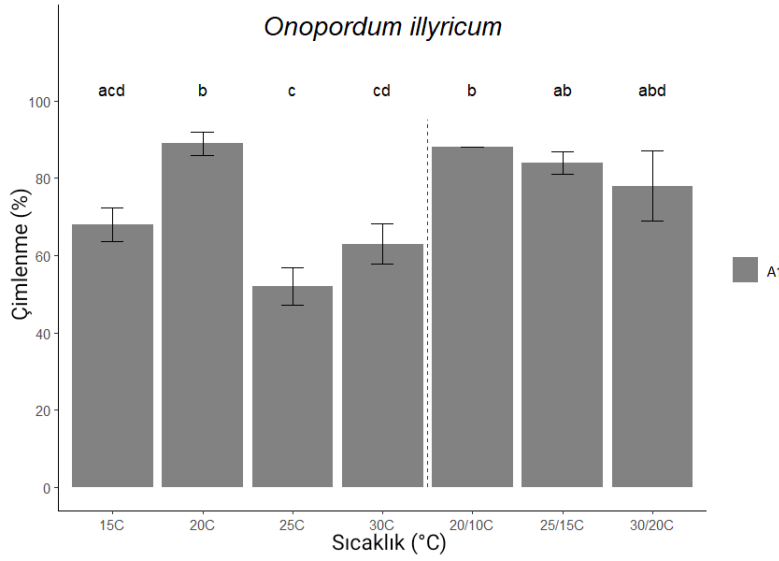
4.2.1.3. Asteraceae



Şekil 4.24. *Anthemis* sp. – A1

Sabit sıcaklıklar arasında çimlenme yüzdeleri arasında sıcaklık artışı ile 25°C’de azalma başlarken, değişken sıcaklıklar neredeyse aynı çimlenme

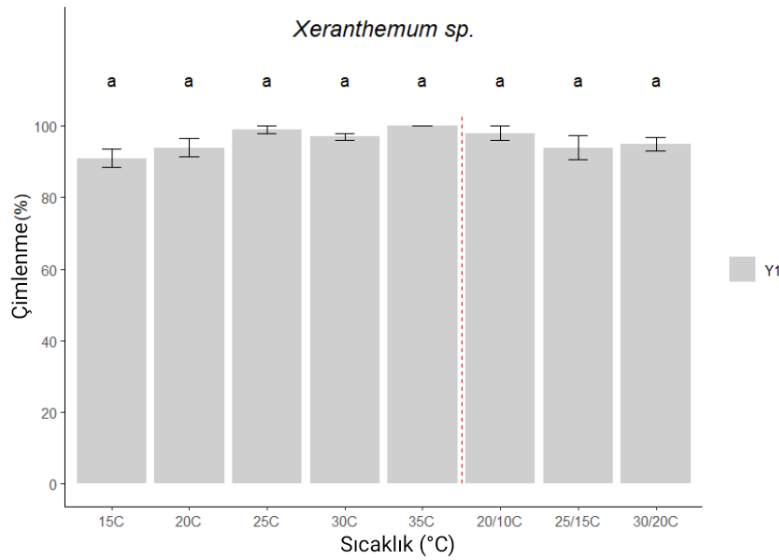
yüzdesine sahiptir. 25°C ile başlayan azalma 30 ve 35°C’ de artmıştır. Bunların arasında 35°C ile 30°C arasında kayda değer bir fark olmamakla birlikte ($P > 0.05$), 35°C diğer tüm sıcaklıklarla anlamlı bir farklılık göstermiştir ($P < 0.001$). Ek olarak 30°C ile 25°C benzer çimlenme oranları gösterirken diğer sıcaklıklar ile aralarında anlamlı bir istatistiksel fark bulunmuştur (Şekil 4.24).



Şekil 4.25.
Onopordum illyricum - A1

Değişken sıcaklıklar kendi aralarında benzer çimlenme sergilemiştir ($P > 0.05$). Aynı zamanda 20°C’de bütün değişken sıcaklıklar ile benzer

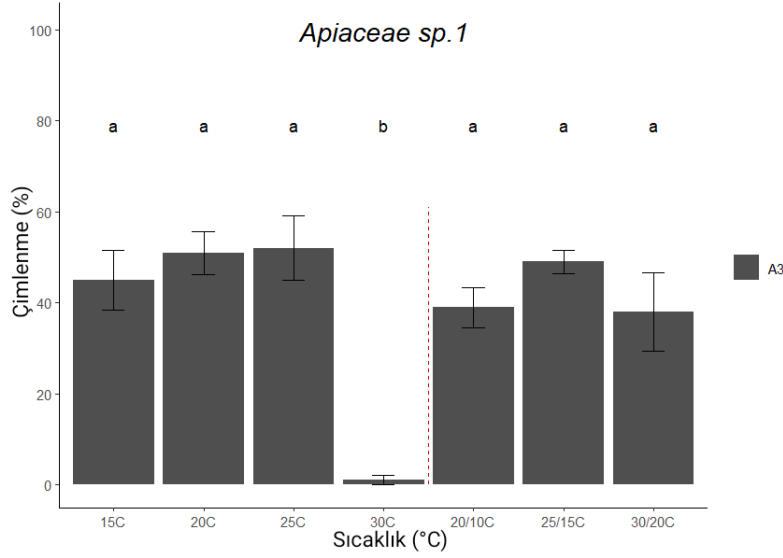
bir oran göstermiştir ($P > 0.05$). En düşük tohum çimlenmesi yüzdesi 25°C’de görülmüş olup, bu sıcaklık ile 15 ve 30°C arasında benzer oranlar bulunmuştur ($P > 0.05$). Ayrıca 15, 30 ve 30/20°C arasında da benzer çimlenme değerleri görülmüştür ($P > 0.05$) (Şekil 4.25).



Şekil 4.26.
Xeranthemum sp. – Y1

Bütün sıcaklıklarda %90’ın üstünde yüksek bir çimlenme yüzdesi görülmekle birlikte tüm sıcaklıklarda benzer çimlenme değerleri görülmüştür ($P > 0.05$) (Şekil 4.26).

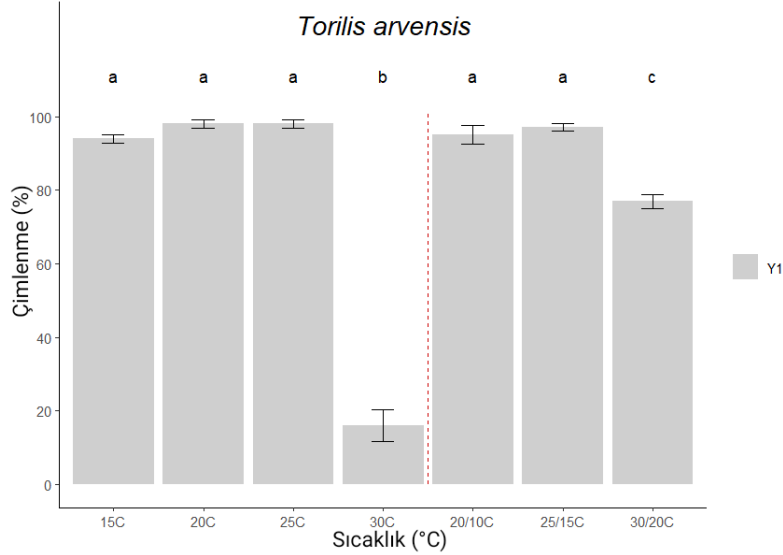
4.2.1.4. Apiaceae



Şekil 4.27. *Apiaceae* sp.1 – A3

Farklı sıcaklık dereceleri arasında çimlenme yüzdeleri açısından yalnızca 30°C diğer tüm sıcaklıklarla kayda değer bir fark göstermiş olup ($P < 0.001$), 30°C’de

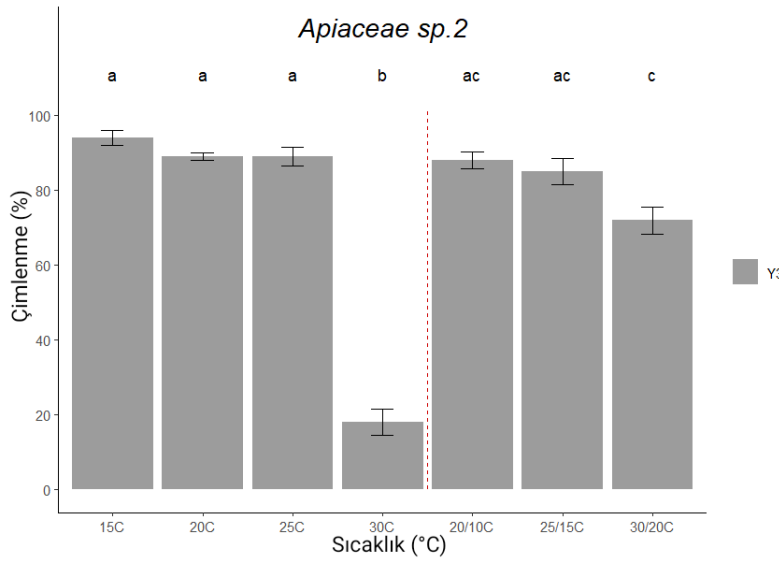
neredeyse hiç çimlenme gözlemlenmemiştir (Şekil 4.27).



Şekil 4.28. *Torilis arvensis* – Y1

Genel olarak çimlenme yüzdelğinde farklı sıcaklıklar arasında bir fark gözlemlenmezken değişken sıcaklıklardan olan 30/20°C’ de diğerlerine göre bir

azalma gözlemlenmiş olup ($P < 0.05$), 30°C’ de yüksek oranda bir azalma gözlemlenmiş ve diğer tüm sıcaklıklarla ile arasında belirgin bir farklılık bulunmuştur ($P < 0.0001$) (Şekil 4.28).

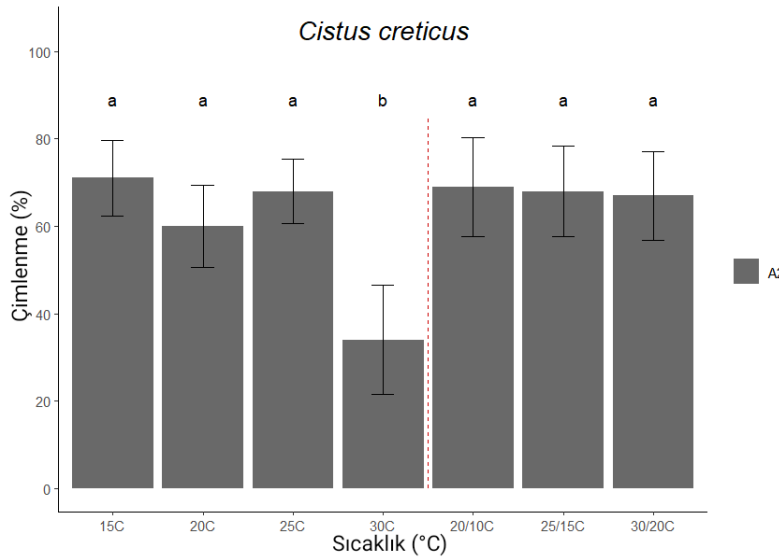


Şekil 4.29. *Apiaceae* sp.2 – Y3

Sabit sıcaklıklar arasında 30°C diğer bütün sıcaklıklardan daha az bir çimlenme sergilemiş ve diğer dereceler ile aralarında belirgin bir farklılık tespit edilmiştir ($P < 0.0001$).

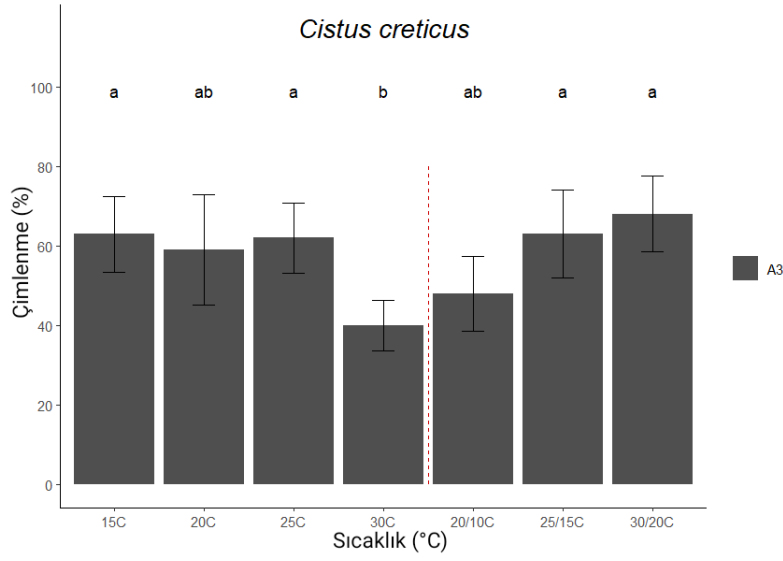
Aynı zamanda değişken sıcaklıklardan 30/20°C ise değişken sıcaklıklar ile istatistiksel olarak kayda değer bir farklılık göstermez iken ($P > 0.05$), sabit sıcaklıklardan 15 ve 30°C ile anlamlı bir fark göstermiştir ($P < 0.01$) (Şekil 4.29).

4.2.1.5. Cistaceae



Şekil 4.30. *Cistus creticus* - A2

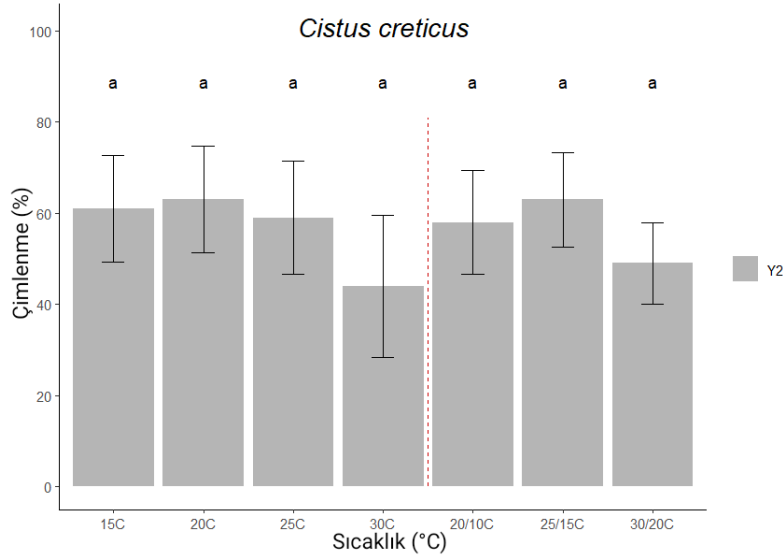
Genel olarak farklı sıcaklık dereceleri benzer tohum çimlenmesi sergilemiş olup, yalnızca 30°C ile diğer sıcaklıklar arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($P < 0.01$) (Şekil 4.30).



Şekil 4.31. *Cistus creticus* - A3

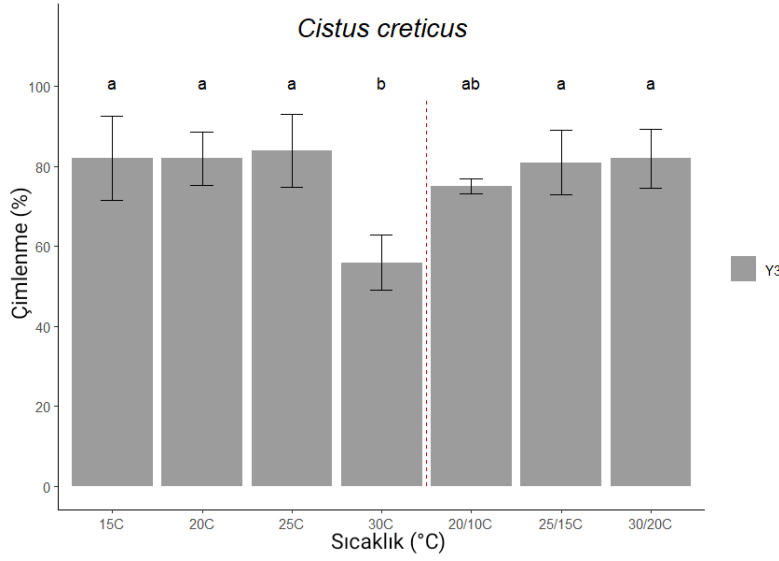
Tohum çimlenmesinde 30°C diğer sıcaklık derecelerine göre daha az çimlenmiş olup, bu derece ile 20 ve 20/10°C benzer oranlar sergilemiştir ($P > 0.05$). Ancak diğer

sıcaklık dereceleri ile anlamlı bir fark bulunmuştur ($P < 0.05$) (Şekil 4.31).



Şekil 4.32. *Cistus creticus* - Y2

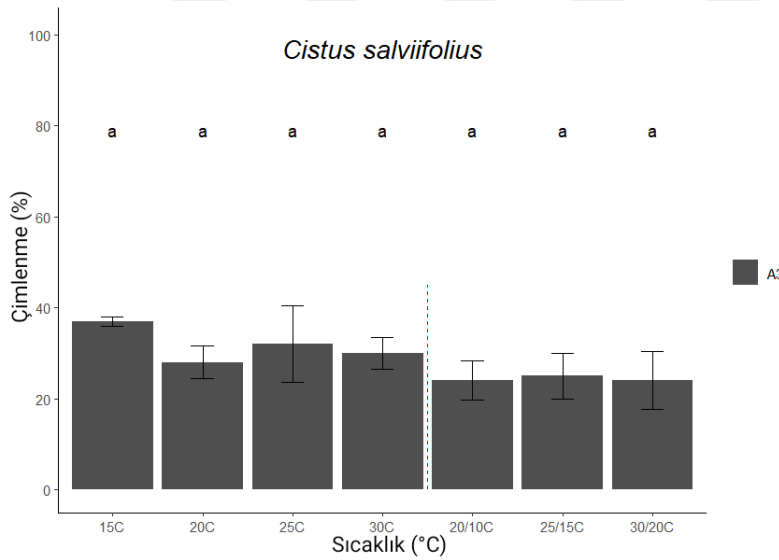
Farklı sıcaklık derecelerinin tümü genel olarak aynı çimlenme yüzdesi göstermiş olup aralarında istatistiksel açıdan bir farklılık bulunmamıştır ($P > 0.05$) (Şekil 4.32).



Şekil 4.33. *Cistus creticus* – Y3

Çimlenme yüzdesi az olan 30°C hariç diğer bütün sıcaklık derecelerinde benzer çimlenme oranı görülmüştür ($P > 0.05$). Aynı şekilde 30°C ile 20/10°C’de de benzer

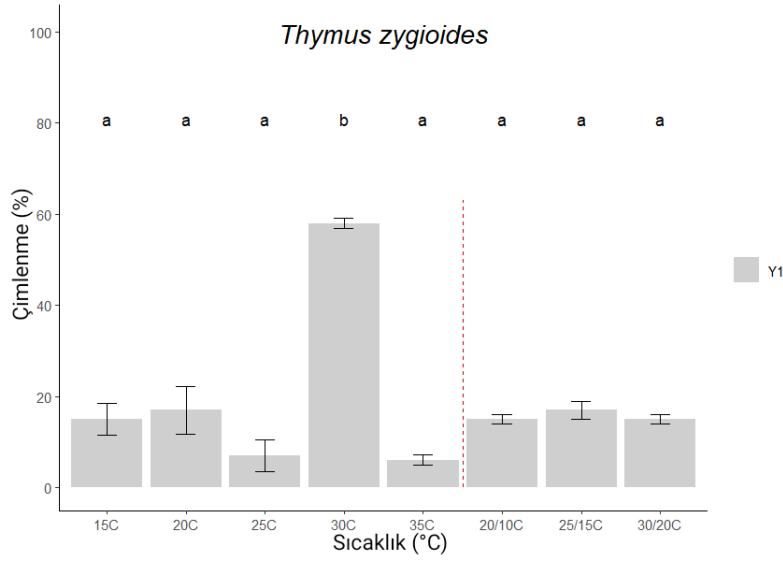
çimlenme oranı bulunmuştur (Şekil 4.33). 30°C ile 20/10°C arasında anlamlı bir fark olmamasının nedeni 20/10°C deneyinin teknik aksaklıklardan dolayı erken sonlandırılmış olduğu varsayılabilir (Çizelge 3.4).



Şekil 4.34. *Cistus salviifolius* – A3

Bütün sıcaklık derecelerinde %40’ın altında düşük ve benzer çimlenme yüzdeleri görülmüştür ($P > 0.05$) (Şekil 4.34).

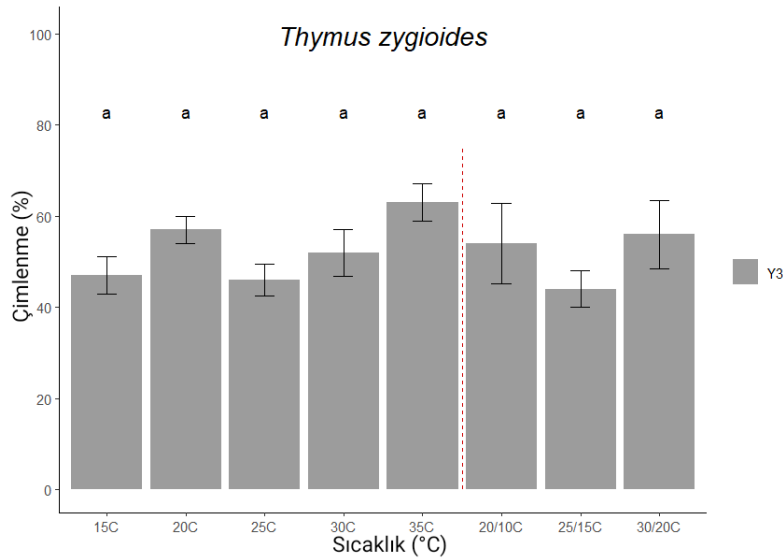
4.2.1.6. Lamiaceae



Şekil 4.35. *Thymus zygioides* – Y1

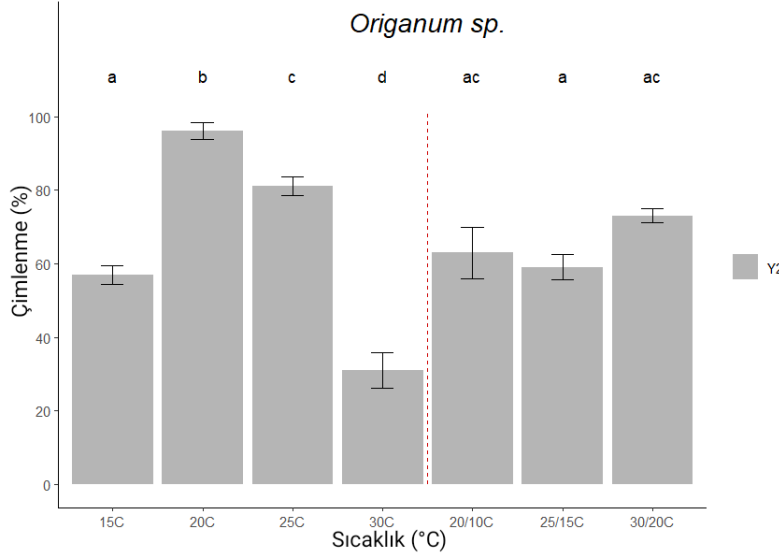
Sıcaklık değerlerindeki çimlenme yüzdeleri genel olarak düşük bir oran sergilerken 30°C’de bu oranda yüksek bir artış meydana gelmiş olup 30°C ile diğer

sıcaklıklar ile arasında istatistiksel açıdan belirgin farklılık bulunmuştur ($P < 0.0001$) (Şekil 4.35).



Şekil 4.36. *Thymus zygioides* -Y3

Bütün sıcaklıklardaki çimlenme yüzdeleri yaklaşık olarak benzer değerlere sahiptir ($P > 0.05$) (Şekil 4.36).

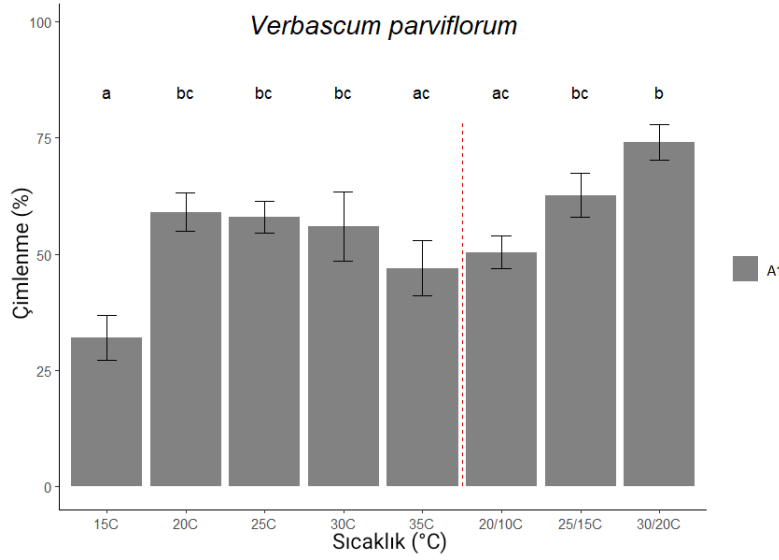


Şekil 4.37. *Origanum* sp. – Y2

Bütün sabit sıcaklıklardaki tohum çimlenmesi yüzdeleri birbirinden farklı olup aralarında anlamlı bir fark vardır ($P < 0.05$). 15°C ile 20 ve 25°C arasında anlamlı bir

farklılık bulunmuş olup 15°C bu iki sıcaklığa göre daha az bir çimlenme yüzdesi göstermiştir. Ayrıca en yüksek çimlenme oranına sahip olan 20°C ile diğer tüm sıcaklıklar arasında bir fark bulunmuştur ($P < 0.05$). Çimlenme yüzdesinde en çok çimlenen ikinci derece olan 25°C ile diğer tüm sıcaklıklar arasında da anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($P < 0.05$). En az çimlenme yüzdesine sahip olan 30°C ile diğer sıcaklıklar arasında istatistiksel açıdan kayda değer bir fark bulunmuştur ($P < 0.01$). Değişken sıcaklıklar kendi aralarında karşılaştırıldığında benzer çimlenme yüzdeleri göstermiştir ($P > 0.05$). 20/10 ve 30/20°C ise 15 ve 25°C dışındaki diğer sabit sıcaklıklarla anlamlı bir fark göstermiş olup ($P < 0.01$) 25/15°C ise sabit sıcaklıklar arasından yalnızca 15°C ile istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P > 0.05$) (Şekil 4.37).

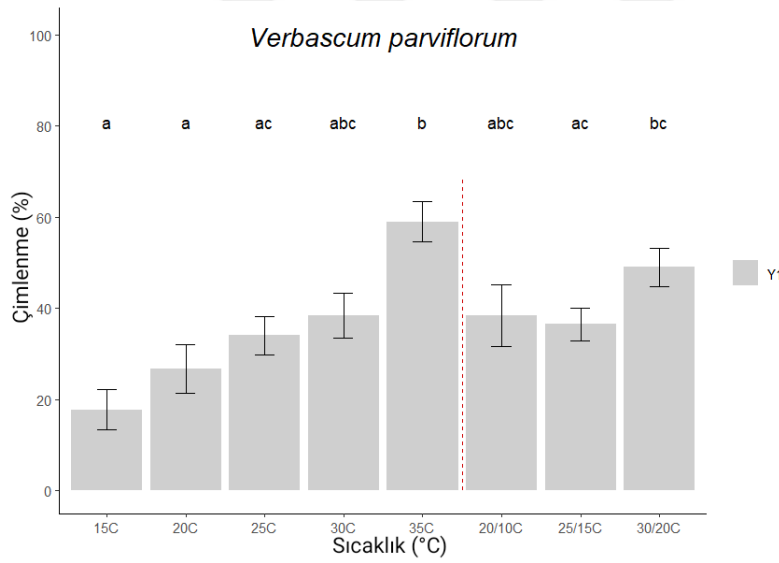
4.2.1.7. Scrophulariaceae



Şekil 4.38. *Verbascum parviflorum* – A1

Bu taksona ait tohumlardan en az çimlenme 15°C’de olmuştur, lakin 15°C ile 35 ve 20/10°C benzer çimlenme oranları göstermiştir ($P > 0.05$). En yüksek

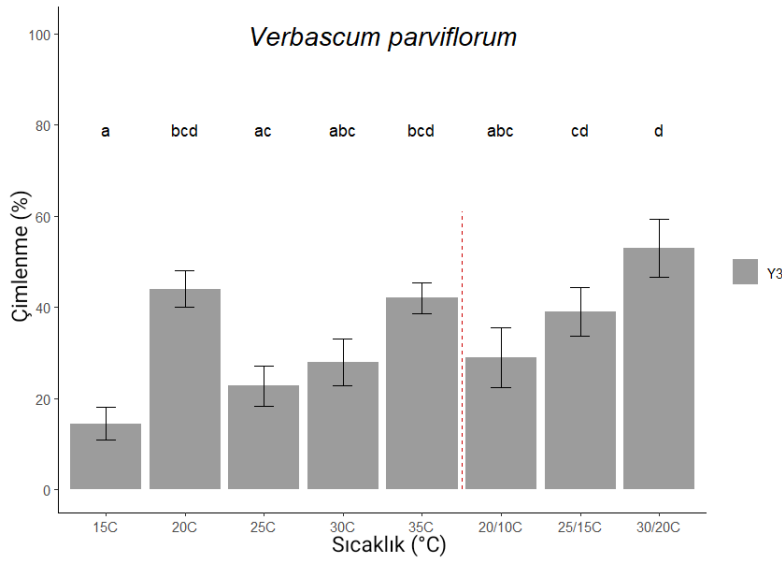
çimlenme 30/20°C’de gözlemlenmiştir ve bu derece ile yalnızca 15, 35 ve 20/10°C arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($P < 0.05$) (Şekil 4.38).



Şekil 4.39. *Verbascum parviflorum* – Y1

Genel olarak sıcaklıklar arttıkça tohum çimlenmesi artan bu taksonda en düşük çimlenme 15°C’de görülmüş olsa da, yalnızca 35 ve 30/20°C ile aralarında

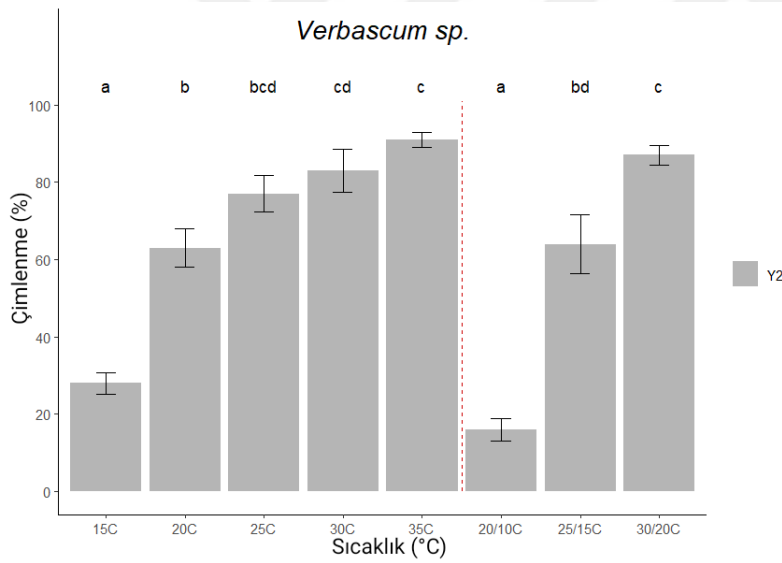
anlamlı bir fark bulunmuştur ($P < 0.001$). En yüksek çimlenme ise 35°C’de gözlemlenmiştir (Şekil 4.39).



Şekil 4.40. *Verbascum parviflorum* - Y3

En düşük tohum çimlenmesi 15°C’de gerçekleşmiştir. En yüksek çimlenme ise 30/20°C’de görülse de 25 ve 35°C ile benzer çimlenme değerleri sergilemiştir ($P > 0.05$)

(Şekil 4.40).

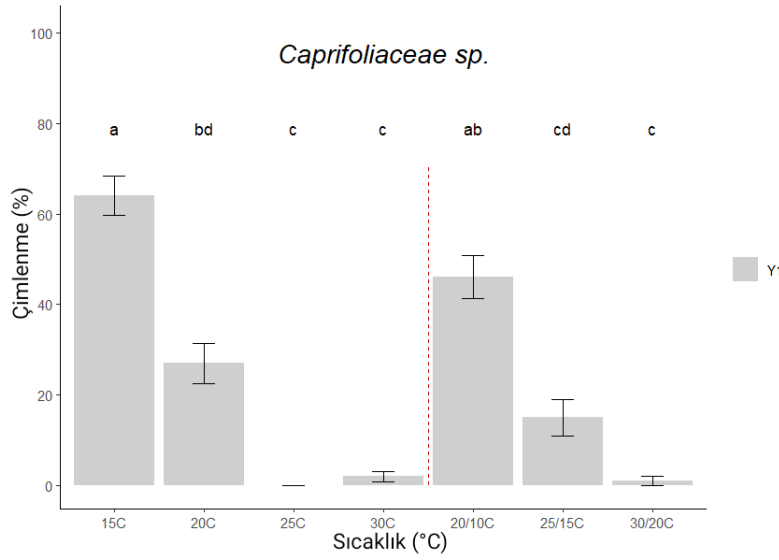


Şekil 4.41. *Verbascum sp.* - Y2

En düşük tohum çimlenmesi sabit sıcaklıklarda 15°C’de gerçekleşmiş olup, sıcaklık derecesi arttıkça tohum çimlenmesinde artış görülmüştür ve en

yüksek çimlenme 35°C’de olmuştur. Değişken sıcaklıklarda da aynı durum gözlemlenmiş olup, en düşük çimlenme 20/10°C’de gerçekleşmiş ve derece arttıkça çimlenme yüzdesi artmıştır. Aynı zamanda 35 ve 30/20°C benzer çimlenme değeri göstermiş olup ($P > 0.05$) ayrıca 25 ve 30°C ile de aralarında kayda değer bir fark görülmemiştir ($P > 0.05$) (Şekil 4.41).

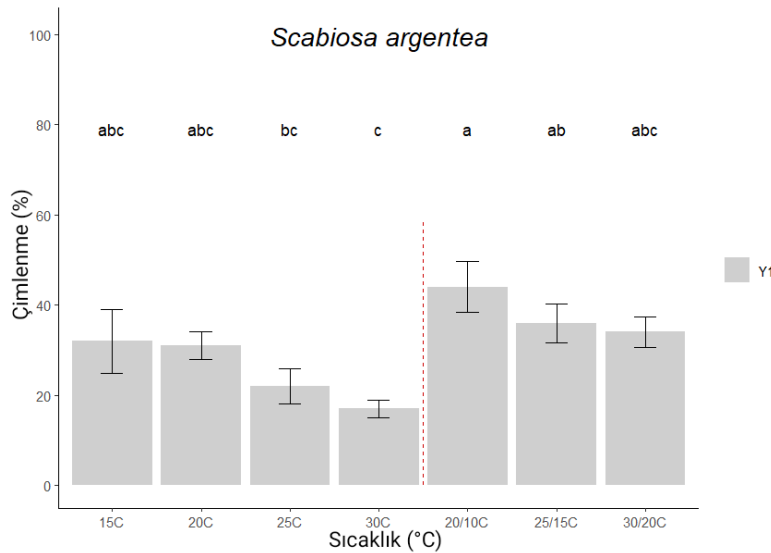
4.2.1.8. Caprifoliaceae



Şekil 4.42.
Caprifoliaceae sp. - Y1

En yüksek çimlenme yüzdesine sahip olan 15°C ile 20/10°C dışındaki bütün derecelerde belirgin bir farklılık bulunmuştur ($P < 0.0001$). Buna ek olarak 20/10°C ile

20°C arasında da bir fark olmayıp ($P > 0.05$), 20°C ile de 25/15°C benzer çimlenme yüzdeleri göstermiştir ($P > 0.05$). Neredeyse hiç çimlenme görülmeyen 25, 30 ve 30/20°C ile diğer sıcaklıklar arasında belirgin farklılıklar gözlenmiş olup ($P < 0.01$) yalnızca 25/15°C ile anlamlı farklılık bulunmamıştır ($P > 0.05$) (Şekil 4.42).

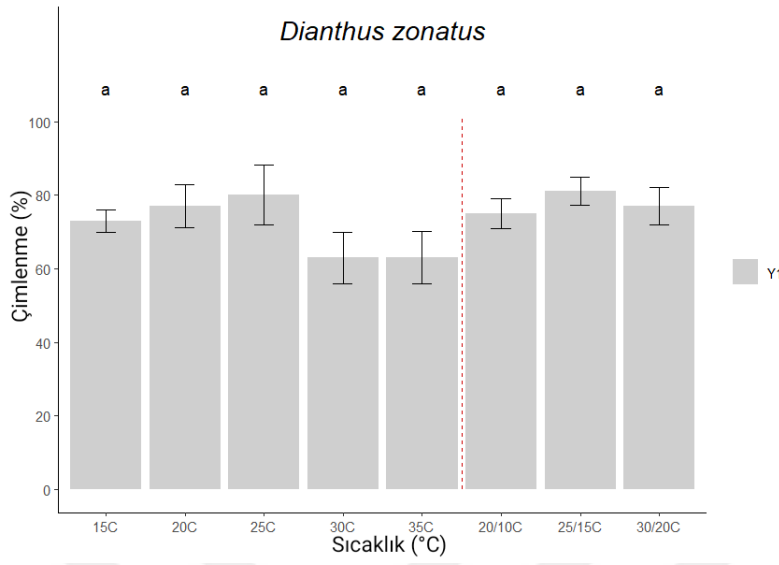


Şekil 4.43. *Scabiosa argentea* – Y1

Sabit sıcaklıklar arasında karşılaştırma yapıldığında 30°C ile diğer dereceler arasında belirgin bir fark bulunmayıp, 30°C ve değişken sıcaklıklar arasından yalnızca

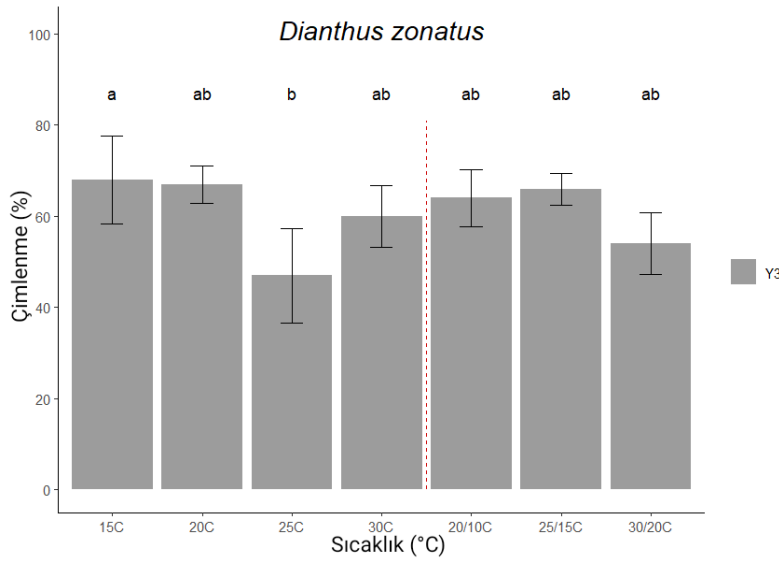
30/20°C ile benzer çimlenme yüzdesi görülmüştür ($P > 0.05$). Değişken sıcaklıklara bakıldığında, kendi aralarında çimlenme yüzdesinde belirgin fark gözlemlenmezken tüm değişken sıcaklıklar ile sabit sıcaklıklardan yalnızca 25 ve 30°C arasında kayda değer farklılık bulunmuştur ($P < 0.05$) (Şekil 4.43).

4.2.1.9. Caryophyllaceae



Şekil 4.44. *Dianthus zonatus* – Y1

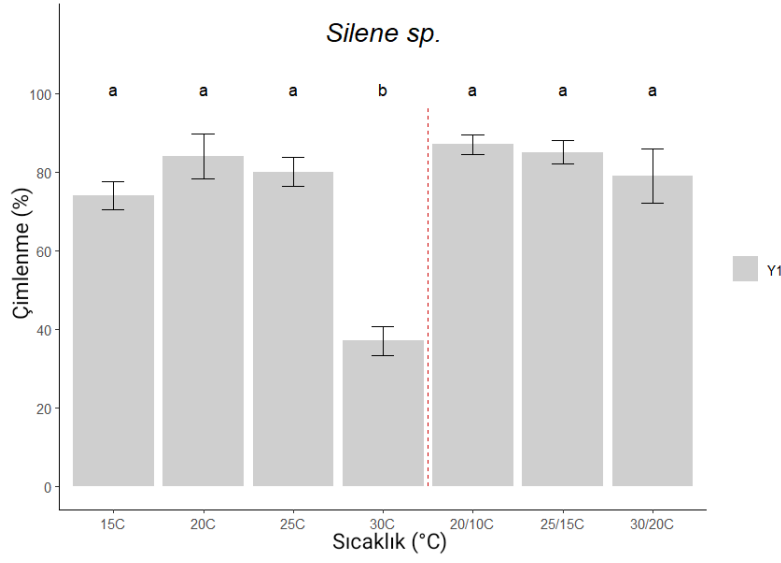
Bütün dereceler yaklaşık olarak benzer çimlenme yüzdelere sahip bulunmuştur ($P > 0.05$) (Şekil 4.44).



Şekil 4.45. *Dianthus zonatus* – Y3

En düşük çimlenme oranına sahip 25°C ile yalnızca 15°C arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmuştur ($P < 0.05$). Diğer tüm sıcaklık derecelerinde

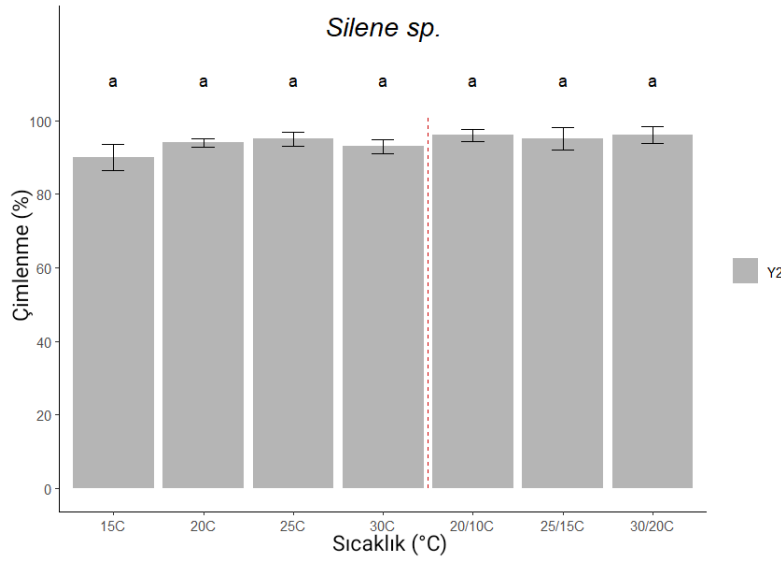
tohum çimlenme oranları benzer bulunmuştur ($P > 0.05$) (Şekil 4.45).



Şekil 4.46. *Silene sp.* - Y1

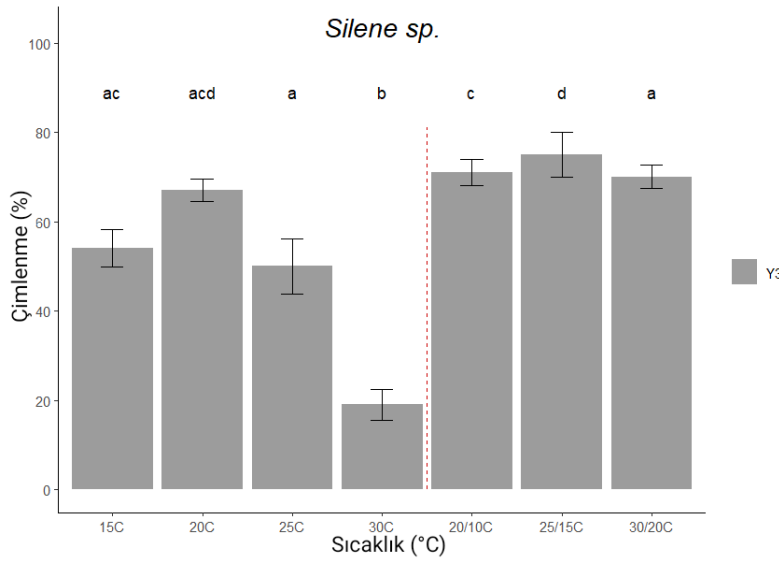
Yalnızca 30°C ile diğer tüm sıcaklıklar arasında belirgin farklılık bulunmuştur ($P < 0.0001$). Onun dışında diğer tüm sıcaklıkların çimlenme yüzdeleri arasında

benzerlik vardır ($P > 0.05$) (Şekil 4.46).



Şekil 4.47. *Silene sp.* - Y2

Yüksek çimlenmenin görüldüğü bu taksonda bütün sıcaklık dereceleri benzer çimlenme oranı göstermiştir ($P > 0.05$) (Şekil 4.47).

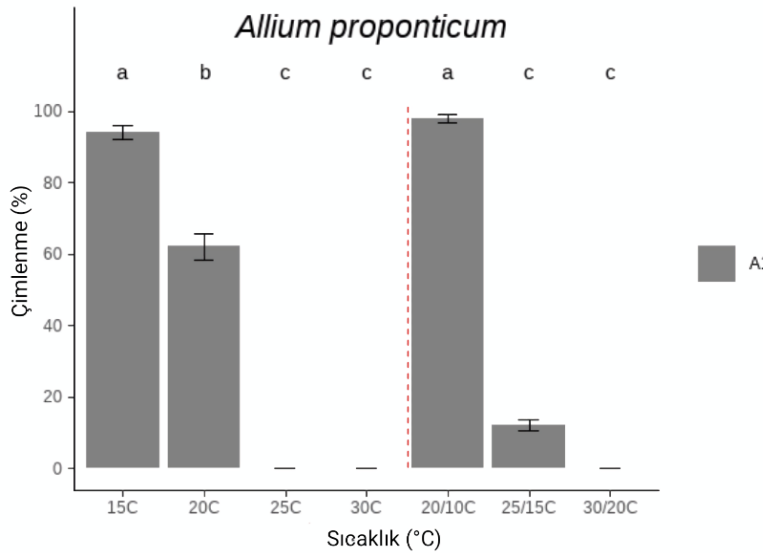


Şekil 4.48. *Silene sp.* – Y3

Sabit sıcaklıklardan 30°C ile bütün sıcaklıklar arasında tohum çimlenmesinde belirgin bir farklılık vardır ($P < 0.001$). 30°C dışında bütün sabit sıcaklıklar benzer

tohum çimlenmesi göstermiştir. 20/10°C ile 15 ve 20°C arasında, 25/15°C ile 20°C arasında ve 30/20°C ile 15, 20 ve 25°C arasında benzer çimlenme oranları görülmüştür ($P > 0.05$) (Şekil 4.48).

4.2.1.10. Amaryllidaceae

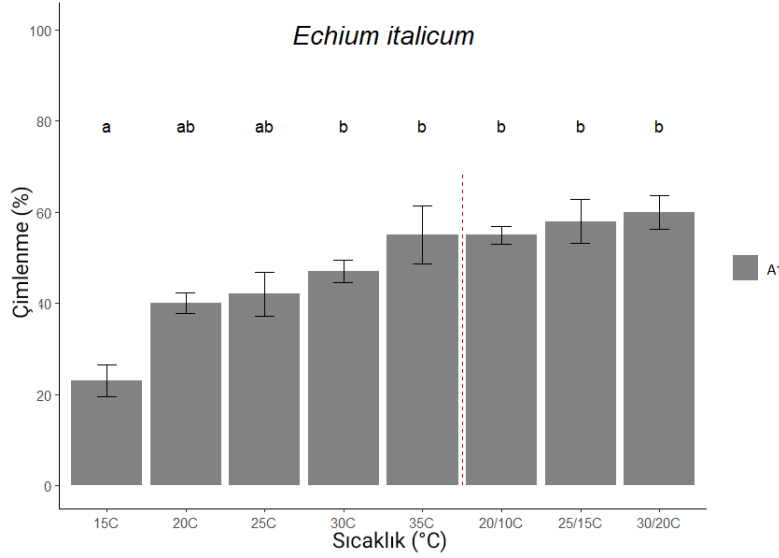


Şekil 4.49. *Allium proponticum* – A1

Sıcaklık dereceleri arttıkça çimlenme yüzdeleri düşüş göstermiş olup, 25, 30 ve 30/20°C’de çimlenme olmamıştır. 25/15°C’de düşük bir çimlenme oranı

gözlemlenmiş olup; 25, 30 ve 30/20°C ile aralarında benzer çimlenme oranları görülmüştür ($P > 0.05$). 15 ve 20/10°C %90 üzerinde ve benzer çimlenme oranı göstermiş olup, diğer tüm derecelerden anlamlı olarak farklı bulunmuştur ($P < 0.0001$). Ayrıca 20°C diğer tüm dereceler ile belirgin bir fark göstermiştir ($P < 0.001$) (Şekil 4.49).

4.2.1.11. Boraginaceae

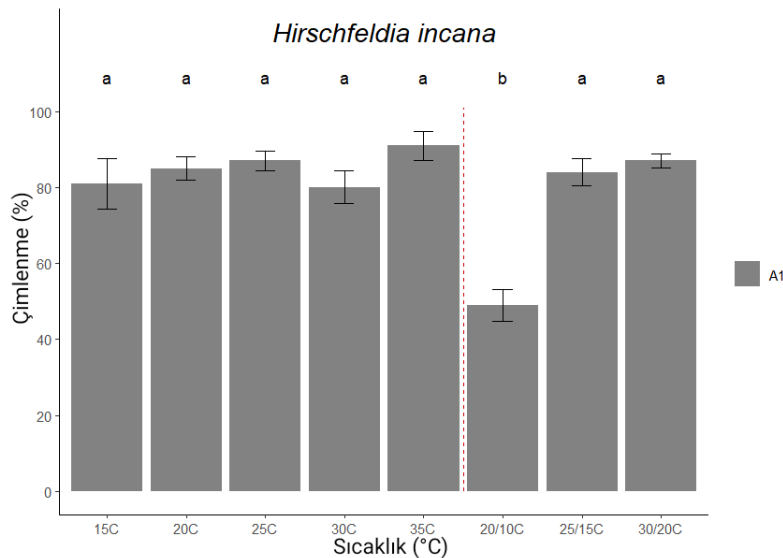


Şekil 4.50. *Echium italicum* – A1

En düşük çimlenme oranı 15°C’de görülmüş olup, sıcaklık derecesi arttıkça çimlenme yüzdesi artmıştır. 15°C’den 25°C’ye kadar çimlenme yüzdelerinde

anlamli bir fark bulunmazken ($P > 0.05$), 30 ve 35°C’de çimlenme oranı artmış ve daha düşük derecelere aralarında farklılık bulunmuştur ($P < 0.05$). Değişken sıcaklıklar da 30 ve 35°C ile benzer çimlenme oranları göstermiştir (Şekil 4.50).

4.2.1.12. Brassicaceae

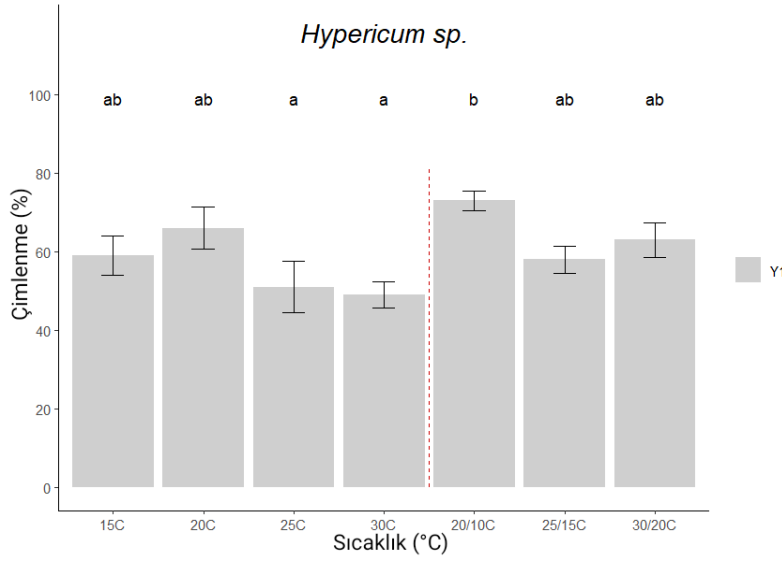


Şekil 4.51. *Hirschfeldia incana* – A1

Genel olarak yüksek bir tohum çimlenmesi görülmüştür. Yalnızca 20/10°C, diğer tüm sıcaklıklarla anlamli bir fark göstermiştir ($P < 0.001$) (Şekil 4.51).

Bu farkın nedeni, 20/10°C deneyinin çeşitli sebeplerden dolayı yaklaşık bir ay erken sonlandırılmış olması olabilir (Çizelge 3.4). Bu durumun, sonuçların doğruluğunu etkileyebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

4.2.1.13. Hypericaceae

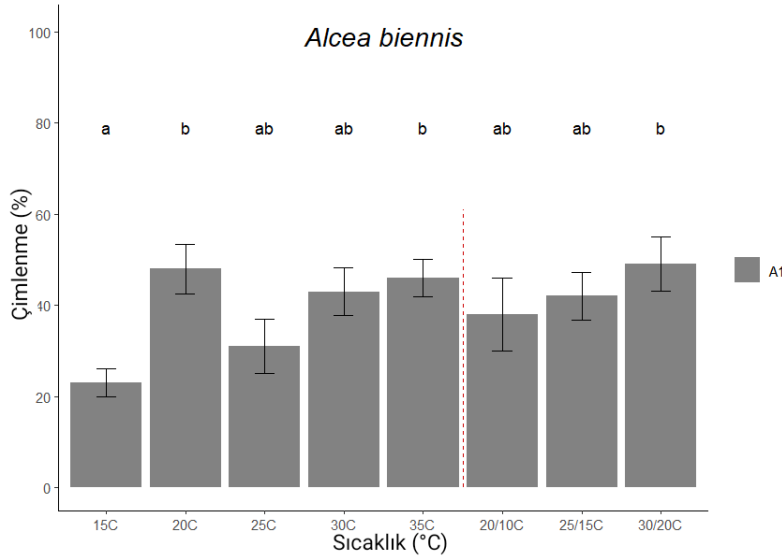


Şekil 4.52. *Hypericum* sp. - Y1

Bu taksonun tohumlarında yalnızca 20/10°C ile 25 ve 30°C arasında anlamlı fark bulunmuştur ($P < 0.05$). Diğer bütün sıcaklık derecelerinde tohum çimlenmesinde

benzer oranlar görülmüştür ($P > 0.05$) (Şekil 4.52).

4.2.1.14. Malvaceae

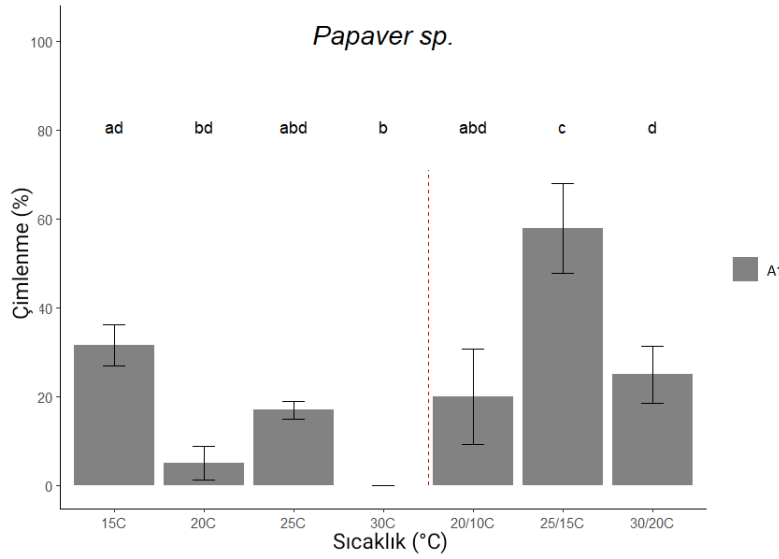


Şekil 4.53. *Alcea biennis* – A1

Çimlenme yüzdeleri açısından 20 ve 35°C ile 15°C arasında anlamlı bir fark bulunmuş olup ($P < 0.05$), diğer tüm sıcaklıklar karşılaştırıldığında

tohum çimlenmesi üzerinde benzer oranlar görülmüştür ($P > 0.05$) (Şekil 4.53).

4.2.1.15. Papaveraceae



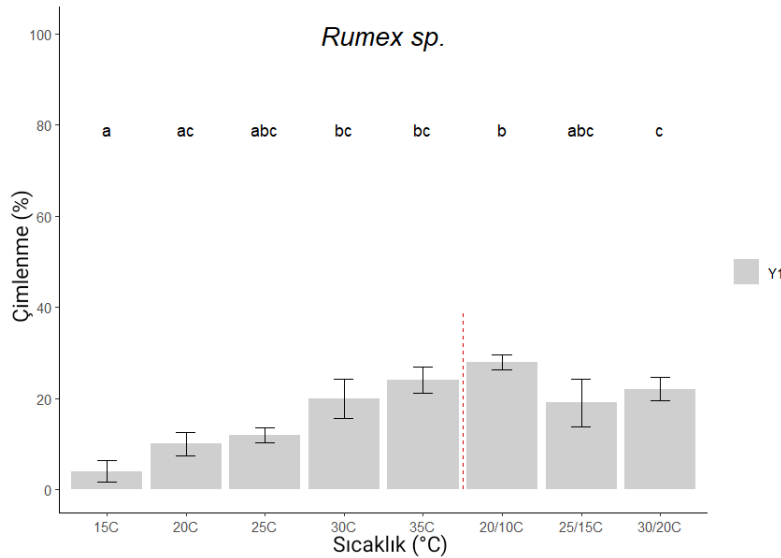
Şekil 4.54. *Papaver* sp.

– A1

Hiç çimlenme göstermemiş 30°C ile 20°C arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P > 0.05$). En yüksek tohum çimlenmesi görülen 25/15°C ile diğer tüm sıcaklıklar

arasında anlamlı bir fark vardır ($P < 0.01$). 15, 25 ve 20/10°C arasında da çimlenme yüzdesinde anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P > 0.05$) (Şekil 4.54).

4.2.1.16. Polygonaceae



Şekil 4.55. *Rumex* sp. -

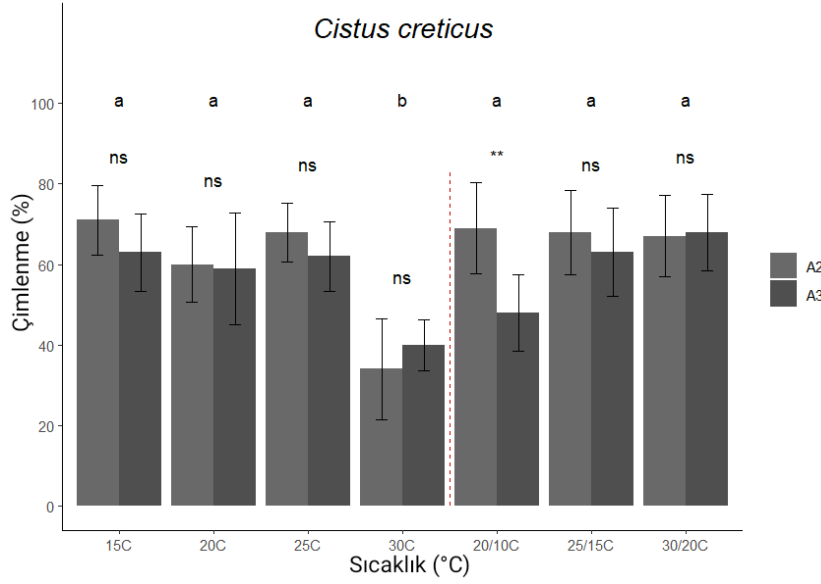
Y1

Sabit sıcaklıklar açısından tohum çimlenmesinde 30°C'ye kadar olan sıcaklıklar arasında anlamlı bir fark bulunmasa da ($P > 0.05$) sıcaklık derecesi

arttıkça çimlenme yüzdesinde bir artış görülmüştür. En yüksek çimlenme yüzdesi 20/10°C'de görülmüş olup, 25, 30, 35 ve 25/15°C ile aralarında belirgin farklılık bulunmamıştır ($P > 0.05$) (Şekil 4.55).

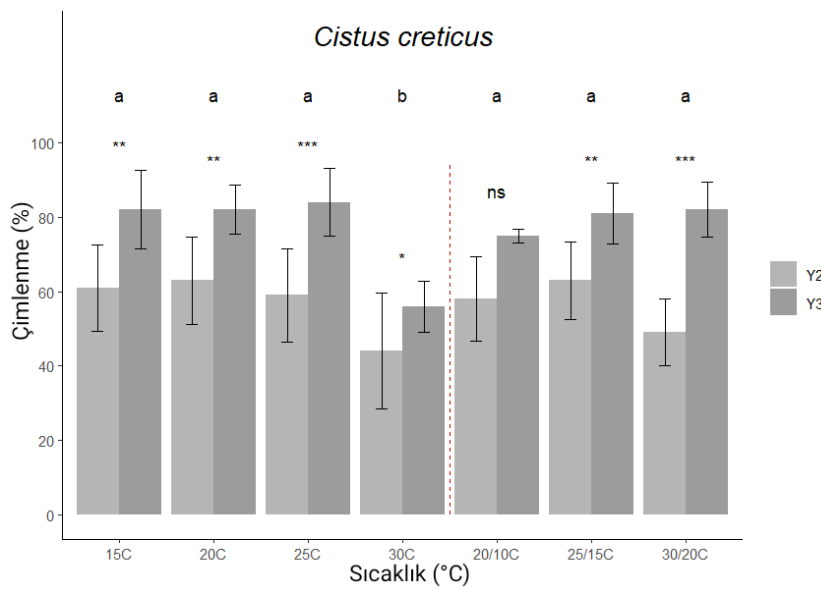
4.2.2. Popölasyonlar Arası Karşılaştıırma

Bu bölümde yalnızca birden fazla alanda bulunan taksonların alçak/alçak ve yüksek/yüksek popölasyonları arasında karşılaştıırma yapılmıştır. Sıcaklık dereceleri arasındaki detaylar “4.2.1 Sıcaklık Deneyi” kısmında ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.



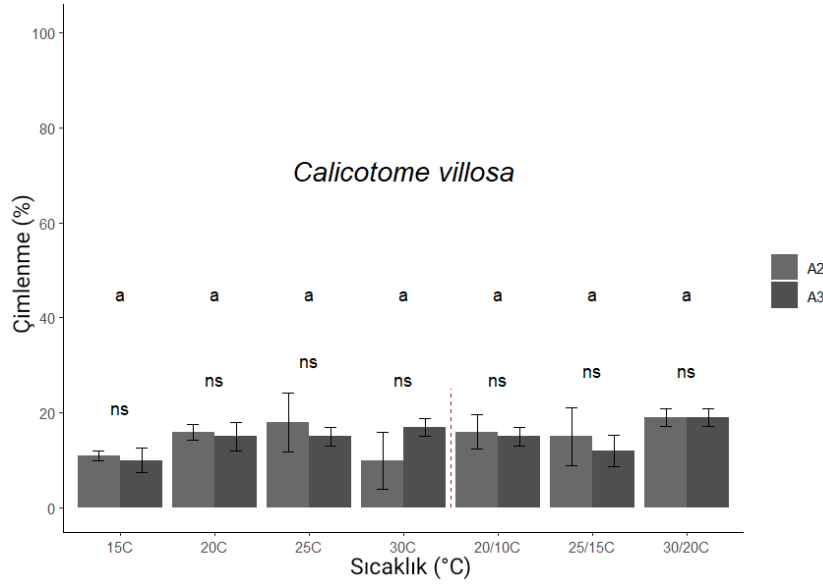
Şekil 4.56. *Cistus creticus* - A2/A3

İki alçak alan karşılaştıırıldığında tohum çimlenmesinde yalnızca 20/10°C’de A2 ve A3 popölasyonları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($P = 0.0033$) (Şekil 4.56).



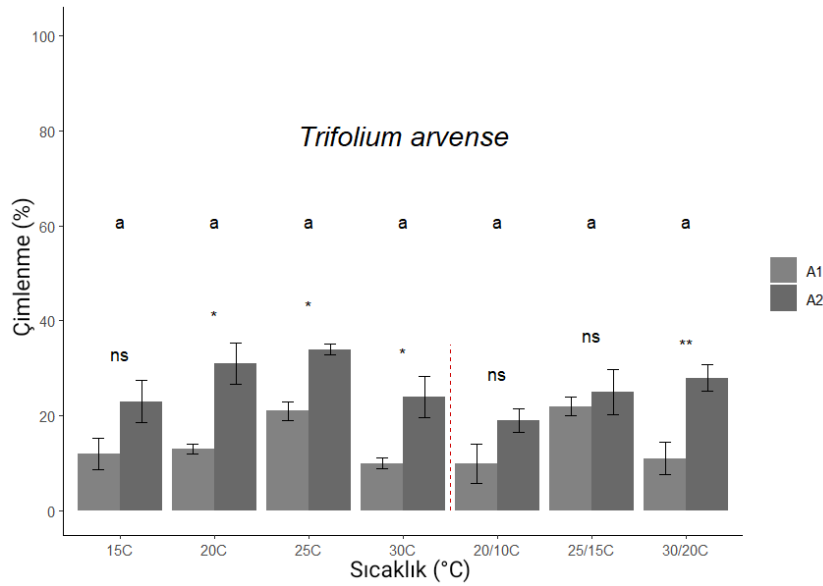
Şekil 4.57. *Cistus creticus* - A2/A3

Y2 ve Y3 popülasyonu karşılaştırıldığında yalnızca 20/10°C’de aralarında benzer çimlenme oranları görülmüştür ($P > 0.05$). Diğer bütün sıcaklıklarda bu iki popülasyon karşılaştırıldığında tohum çimlenmesinde aralarında anlamlı farklılık bulunmuş olup ($P < 0.01$), Y3 popülasyonu daha yüksek bir çimlenme yüzdesi göstermiştir (Şekil 4.57).



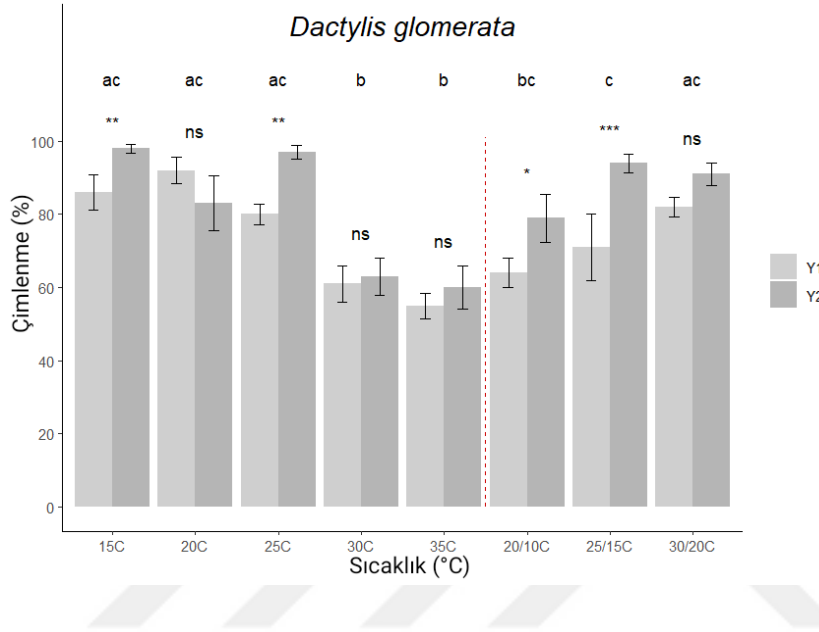
Şekil 4.58.
Calicotome villosa
- A2/A3

Bütün derecelerde A2 ve A3 popülasyonları arasında tohum çimlenmesinde benzer oranlar görülmüştür ($P > 0.05$) (Şekil 4.58).



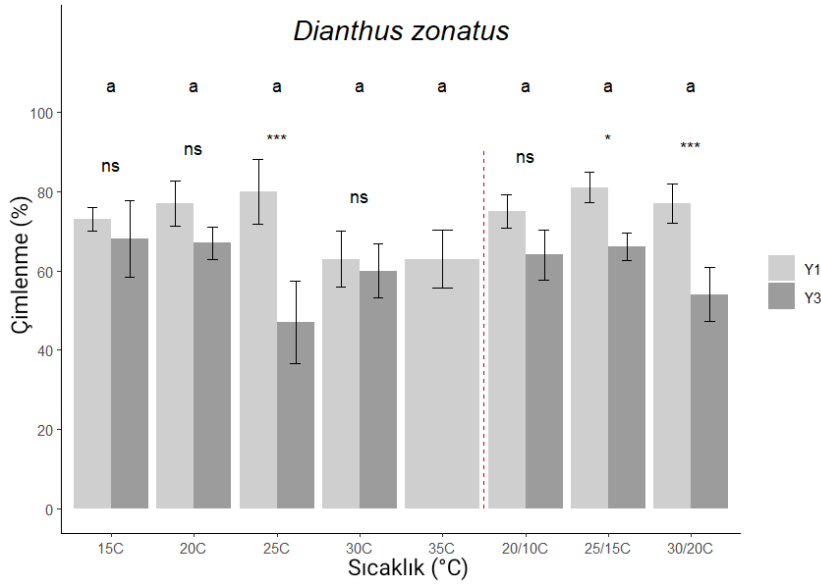
Şekil 4.59
Trifolium arvense -
A1/A2

İki alçak popülasyon arasında tohum çimlenmeleri açısından 15, 20/10 ve 25/15°C arasında anlamlı bir fark bulunmamış ($P > 0.005$) ve diğer sıcaklık derecelerinde A1 ve A2 arasında anlamlı farklar bulunmuştur ($P < 0.05$). Fark bulunan sıcaklık derecelerinde A2 popülasyonu A1 popülasyonuna göre daha yüksek bir çimlenme yüzdesi göstermiştir (Şekil 4.59).



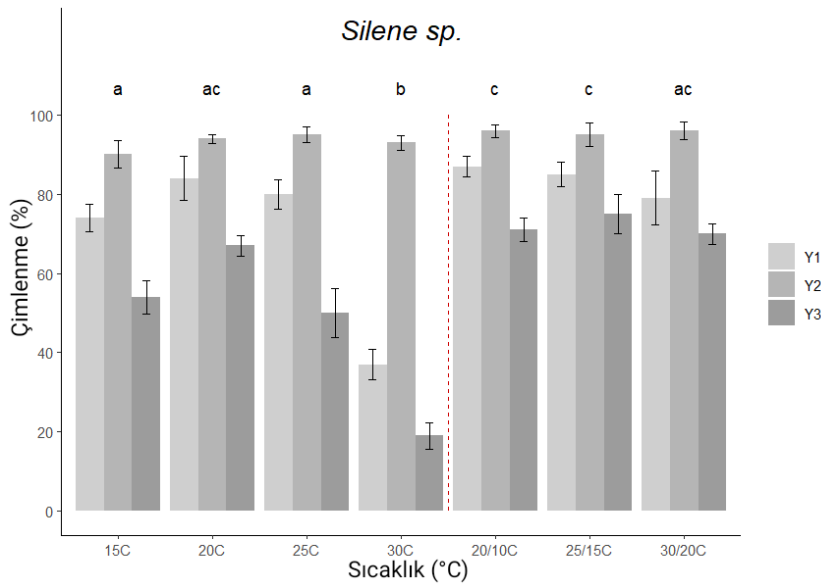
Şekil 4.60. *Dactylis glomerata* - Y1/Y2

Y1 ve Y2 popülasyonu karşılaştırıldığında 20, 30, 35 ve 30/20°C sıcaklıklar arasında benzer çimlenme değerleri görülmüştür ($P > 0.05$). Diğer sıcaklık derecelerinde ise Y2 popülasyonu Y1 popülasyonuna göre daha yüksek bir çimlenme değeri göstermiştir ve aralarında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark vardır ($P < 0.01$) (Şekil 4.60).



Şekil 4.61.
Dianthus zonatus -
Y1/Y3

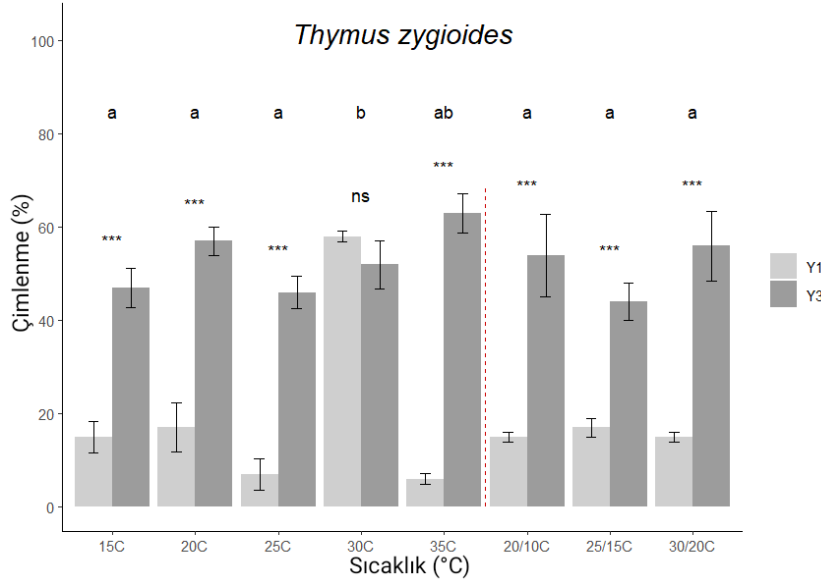
Genel olarak Y1 ve Y3 popülasyonları arasında benzer tohum çimlenmesi görülmüş olup, 25, 25/15 ve 30/20°C sıcaklıklarında daha yüksek alanda bulunan Y1 popülasyonu Y3 popülasyonuna göre tohum çimlenmesinde yüksek bir değer göstermiştir. 35°C'de Y3 popülasyonuna ait sıcaklık deneyi kurulamadığından dolayı yalnızca Y1 popülasyonun değeri bulunmaktadır (Çizelge 3.3.) (Şekil 4.61).



Şekil 4.62. *Silene*
sp. - Y1/Y2/Y3

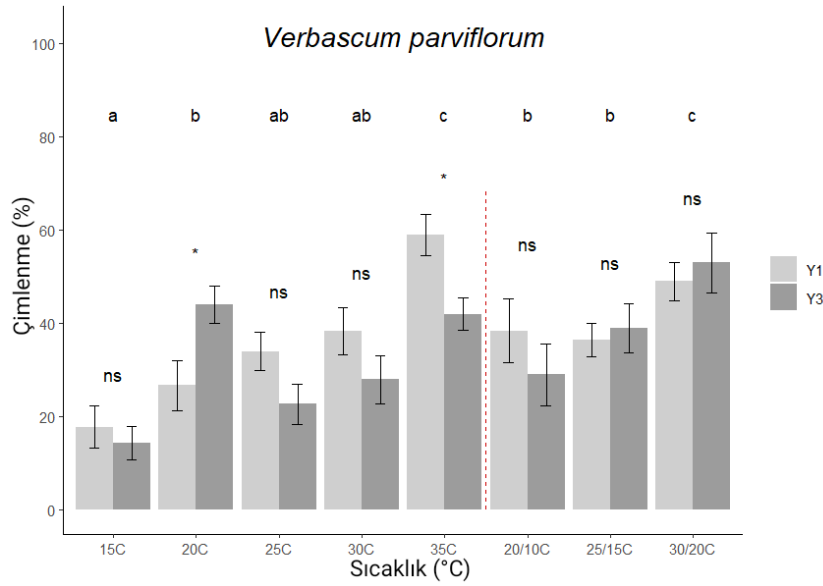
Genel olarak her sıcaklıkta en yüksek tohum çimlenmesi Y2 popülasyonunda, en düşük tohum çimlenmesi ise Y3 popülasyonunda görülmüştür. Y1 popülasyonu ile Y3 popülasyonu arasında yalnızca 25/15 ve 30/20°C değişken sıcaklıklarda benzer çimlenme

oranları görülmüştür ($P > 0.05$). Y1 popülasyonu ile Y2 popülasyonu arasında yalnızca 20 ve 20/10°C sıcaklıklarda anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P > 0.05$). Y2 popülasyonu ile Y3 popülasyonu arasında ise bütün sıcaklık derecelerinde anlamlı farklılık bulunmuştur ($P < 0.001$) (Şekil 4.62).



Şekil 4.63. *Thymus zygoides* - Y1/Y3

Yalnızca 30°C’de Y1 ile Y3 popülasyonları arasında benzer bir tohum çimlenmesi görülmüştür ($P > 0.05$). Diğer bütün sıcaklık dereceleri arasında Y1 ile Y3 popülasyonları istatistiksel açıdan anlamlı bir fark göstermiştir ($P < 0.001$). Ayrıca Y3 popülasyonu daha yüksek rakımda bulunan Y1 popülasyonundan daha yüksek oranda bir tohum çimlenmesi göstermiştir (Şekil 4.63).



Şekil 4.64.

Verbascum parviflorum - Y1/Y3

Y1 ve Y3 popülasyonu karşılaştırıldığında yalnızca 20 ve 35°C’de aralarında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık bulunmuştur ($P < 0.05$). 20°C sıcaklıkta Y3 popülasyonu, 35°C sıcaklıkta ise Y1 popülasyonu daha yüksek bir tohum çimlenmesi göstermiştir. Diğer bütün sıcaklık derecelerinde Y1 ve Y3 popülasyonu benzer çimlenme değerleri göstermiştir ($P > 0.05$) (Şekil 4.64).

4.2.3. Kuraklık Deneyi

Bu kısımda 29 takson ve 42 popülasyona ait tohumların farklı kuraklık şiddet değerlerine göstermiş oldukları çimlenme tepkileri incelenmiştir. Başlıklar familyalar üzerinden ilerlemektedir ve sıralama en çok taksona ait olan familyadan en az taksona ait olan şeklinde ilerlemektedir. Çizelge 4.3’te taksonların kontrol grubu ve belirlenen farklı ozmotik potansiyel değerlerine karşı göstermiş oldukları çimlenme tepkileri yer almaktadır.

Çizelge 4.3. Kuraklık deneyinde taksonların, belirlenen farklı ozmotik potansiyel (kuraklık şiddeti) değerlerine karşı göstermiş oldukları çimlenme tepkileri

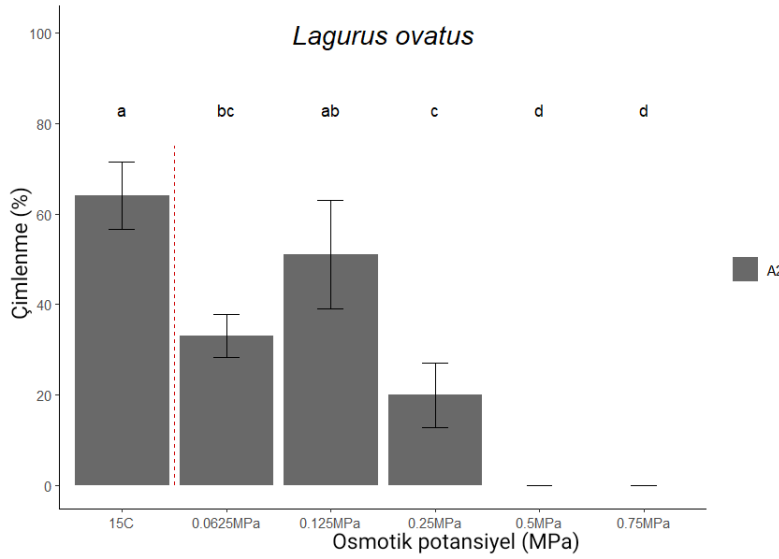
Kontrol Grubunda En Yüksek Çimlenme Gösteren Taksonlar		
Takson	Alan	Familya
<i>Apiaceae</i> sp1	A3	<i>Apiaceae</i>
<i>Cistus creticus</i>	A3, Y2, Y3	<i>Cistaceae</i>
<i>Cistus salviifolius</i>	A3	
<i>Lagurus ovatus</i>	A2	<i>Poaceae</i>
<i>Dactylis glomerata</i>	Y1	

Onopordum illyricum	A1	Asteraceae
-0.125 ve -0.25 MPa Değerlerinde En Yüksek Çimlenme Gösteren Taksonlar		
Takson	Alan	Familya
Trifolium arvense	A1, A2	Fabaceae
Trifolium sp.1	A1	
Trifolium sp.2	A3, Y2	
-0.25, -0.5 ve -0.75 MPa Değerleri Dışında Benzer Çimlenme Gösteren Taksonlar		
Takson	Alan	Familya
Allium proponticum	A1	Amaryllidaceae
Echium italicum	A1	Boraginaceae
Verbascum sp.	Y2	Scrophulariaceae
-0.5 ve- 0.75 MPa Değerleri Dışında Benzer Çimlenme Gösteren Taksonlar		
Takson	Alan	Familya
Anthemis sp.	A1	Asteraceae
Xeranthemum sp.	Y1	
Allium proponticum	A1	Amaryllidaceae
Apiaceae sp.1	A3	Apiaceae
Apiaceae sp.2	Y3	
Torilis arvensis	Y1	
Verbascum parviflorum	A1, Y1, Y3	Scrophulariaceae
Alcea biennis	A1	Malvaceae
Caprifoliaceae sp.	Y1	Caprifoliaceae
Cistus creticus	A2, Y2, Y3	Cistaceae
Cistus salviifolius	A3	
Hirschfeldia incana	A1	Brassicaceae
Hypericum sp.	Y1	Hypericaceae
Papaver sp.	A1	Papaveraceae
Silene sp.	Y1, Y3	Caryophyllaceae
Thymus zygioides	Y1	Lamiaceae
-0.75 MPa Değeri Dışında Benzer Çimlenme Gösteren Taksonlar		
Takson	Alan	Familya
Apiaceae sp.2	Y3	Apiaceae
**Cistus creticus	A3	Cistaceae
Dactylis glomerata	A2, Y1, Y2	Poaceae
Stipa sp.	Y1	
Dianthus zonatus	Y1	Caryophyllaceae
Scabiosa argentea	Y1	Caprifoliaceae
Origanum sp.	Y2	Lamiaceae
Thymus zygioides	Y3	
-0.5 MPa Değerinde Az Çimlenme Gösteren ve Hiç Çimlenme Göstermeyen Taksonlar		
Takson	Alan	Familya
Anthemis sp.	A1	Asteraceae
*Onopordum illyricum	A1	
*Xeranthemum sp.	Y1	
Cistus creticus	A2	Cistaceae
*Cistus salviifolius	A3	
Torilis arvensis	Y1	Apiaceae
*Apiaceae sp.1	A3	
Verbascum parviflorum	A1, *Y1, *Y3	Scrophulariaceae
Verbascum sp.	Y2	

<i>*Echium italicum</i>	A1	Boraginaceae
<i>*Papaver sp.</i>	A1	Papaveraceae
<i>*Silene sp.</i>	Y1, Y3	Caryophyllaceae
-0.75 MPa Değerinde Az Çimlenme Gösteren ve Hiç Çimlenme Göstermeyen Taksonlar		
Takson	Alan	Familya
<i>*Lagurus ovatus</i>	A2	Poaceae
<i>Phleum sp.</i>	Y3	
<i>*Stipa sp.</i>	Y1	
<i>Trifolium arvense</i>	A1, A2	Fabaceae
<i>Trifolium sp.1.</i>	A1	
<i>Trifolium sp.2</i>	A3, Y2	
<i>*Anthemis sp.</i>	A1	Asteraceae
<i>*Onopordum illyricum</i>	A1	
<i>*Xeranthemum sp.</i>	Y1	
<i>*Apiaceae sp.1</i>	A3	Apiaceae
<i>*Apiaceae sp.2</i>	Y3	
<i>*Torilis arvensis</i>	Y1	
<i>*Cistus creticus</i>	A2, A3, Y2, Y3	Cistaceae
<i>*Cistus salviifolius</i>	A3	
<i>*Origanum sp.</i>	Y2	Lamiaceae
<i>Thymus zygoides</i>	Y1, Y3	
<i>*Verbascum parviflorum</i>	A1, Y1, Y3	Scrophulariaceae
<i>*Verbascum sp.</i>	Y2	
<i>*Caprifoliaceae sp.</i>	Y1	Caprifoliaceae
<i>*Scabiosa argentea</i>	Y1	
<i>Dianthus zonatus</i>	Y1	Caryophyllaceae
<i>*Silene sp.</i>	Y1, Y3	
<i>*Allium proponticum</i>	A1	Amaryllidaceae
<i>*Echium italicum</i>	A1	Boraginaceae
<i>*Hirschfeldia incana</i>	A1	Brassicaceae
<i>*Hypericum sp.</i>	Y1	Hypericaceae
<i>*Alcea biennis</i>	A1	Malvaceae
<i>*Papaver sp.</i>	A1	Papaveraceae
Kontrol grubunda başlayarak, Kuraklık Şiddeti Arttıkça Çimlenmenin Azaldığı Taksonlar		
Takson	Alan	Familya
<i>Cistus creticus</i>	Y2, Y3	Cistaceae
<i>Lagurus ovatus</i>	A2	Poaceae
<i>Onopordum illyricum</i>	A1	Asteraceae
Kontrol Grubu ve Kuraklık Şiddetlerinde Aynı Çimlenme Gösteren Taksonlar		
Takson	Alan	Familya
<i>Avena sp.</i>	Y3	Poaceae
<i>Silene sp.</i>	Y2	Caryophyllaceae

*Hiç çimlenme olmayan taksonlar, **Kontrol grubu dışında

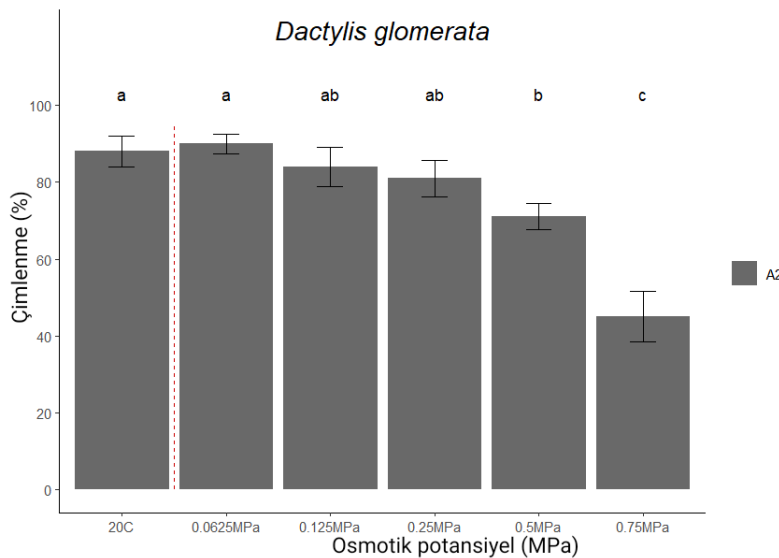
4.2.3.1. Poaceae



Şekil 4.65. *Lagurus ovatus* – A2

Bu taksonun tohumlarında en yüksek çimlenme kontrol grubunda görülmüş olup, aynı zamanda -0.125 MPa ile kontrol grubu benzer çimlenme oranı

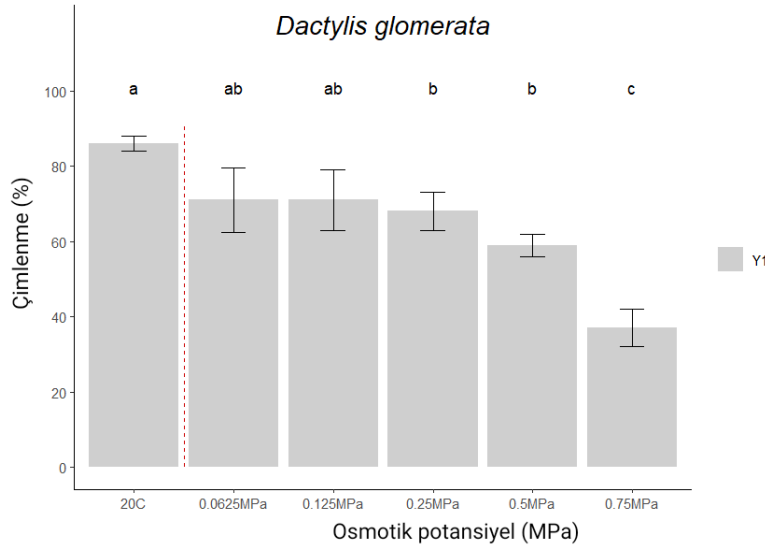
sergilemiştir ($P > 0.05$). Kontrol grubuna kıyasla -0.0625 MPa kuraklık şiddetinde çimlenmede bir düşüş meydana gelmiş olup aralarında anlamlı farklılık bulunmuştur ($P < 0.0008$). Ancak -0.025 MPa ile -0.125 MPa kuraklık şiddetlerinde anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P > 0.05$). -0.25 MPa kuraklık şiddetinde çimlenmede bir azalma meydana gelmiş olup, yalnızca -0.0625 MPa ile aralarında bir fark bulunmamıştır ($P > 0.05$). Çimlenmenin meydana gelmediği -0.5 ve -0.75 MPa kuraklık şiddetleri bütün kuraklık şiddetleri ve kontrol grubu ile anlamlı bir fark göstermiştir ($P < 0.05$) (Şekil 4.65).



Şekil 4.66. *Dactylis glomerata* – A2

Genel olarak tohum çimlenmesinin yüksek olduğu bu taksonda -0.25 MPa dahil olmak üzere buraya kadar olan bütün ozmotik potansiyel değerleri ve

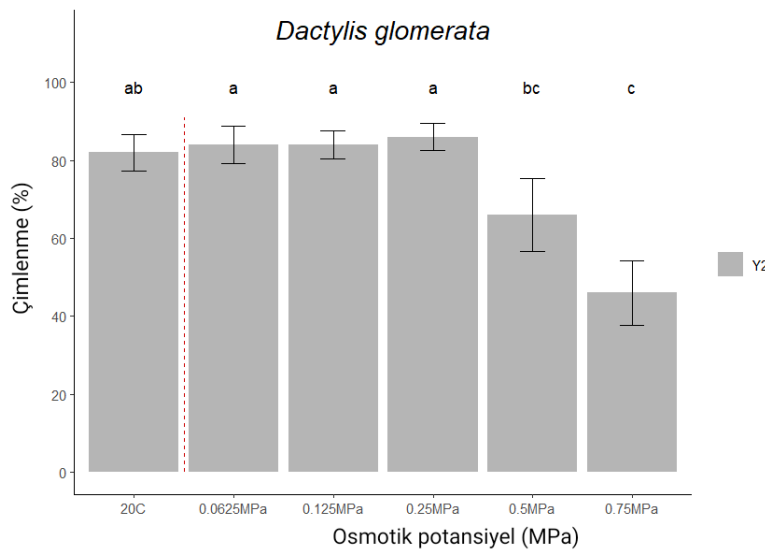
kontrol grubu benzer çimlenme oranları göstermiştir ($P > 0.05$). Çimlenme oranı -0.5 MPa'da biraz azalmış olsa da -0.125 ve -0.25 MPa ile aralarında belirgin bir fark bulunmamıştır ($P > 0.05$). En düşük çimlenme ise -0.75 MPa ozmotik potansiyelde görülmüş olup, diğer bütün ozmotik potansiyel değerleri ve kontrol grubu ile aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($P < 0.001$) (Şekil 4.66).



Şekil 4.67. *Dactylis glomerata* – Y1

En yüksek tohum çimlenmesi bu taksonda kontrol grubunda olsa da, 0.125MPa dahil olmak üzere buraya kadar olan tüm kuraklık şiddetleri ile kontrol

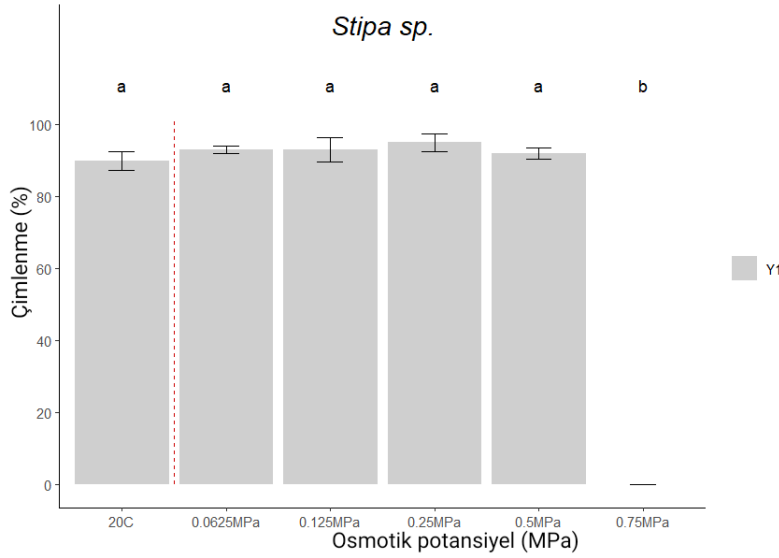
grubu arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P > 0.05$). -0.0625, -0.125, -0.25 ve -0.5 MPa kuraklık şiddetleri arasında da anlamlı bir fark yoktur ($P > 0.05$). En düşük çimlenme oranına sahip -0.75 MPa ile diğer bütün kuraklık şiddetleri ve kontrol grubu arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($P < 0.0001$) (Şekil 4.67).



Şekil 4.68. *Dactylis glomerata* – Y2

En yüksek tohum çimlenmesi -0.25 MPa ozmotik potansiyelde görülmüş olup, kontrol grubu, -0.0625 ve -0.125 MPa ozmotik potansiyeller ile benzer çimlenme oranları

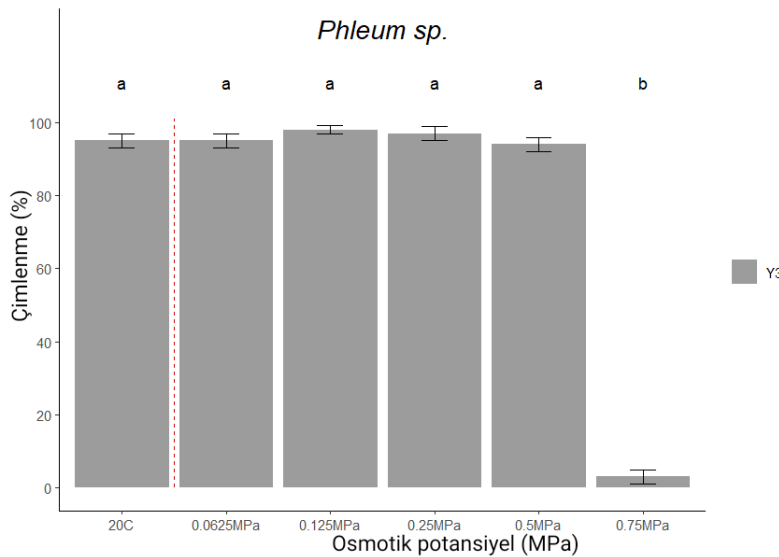
göstermiştir ($P > 0.05$). Kontrol grubu ile -0.5 MPa ozmotik potansiyel arasında anlamlı bir fark görülmemiştir ($P > 0.05$). Tohum çimlenmesinde -0.5 MPa ozmotik potansiyel ile -0.75 MPa arasında da fark bulunmamış, ancak -0.75 MPa ozmotik potansiyel ile diğer bütün ozmotik potansiyel değerleri ve kontrol grubu arasında anlamlı bir fark görülmüştür ($P < 0.0001$) (Şekil 4.68).



Şekil 4.69. *Stipa sp.* - Y1

Kontrol grubu dahil, kuraklık şiddetleri arttıkça -0.5 MPa dahil olmakla birlikte çimlenme oranlarında istatistiksel bir fark gözlenmemiştir ($P > 0.05$). -0.75 MPa’ da

ise çimlenme olmamış ve bütün kuraklık şiddetleri ve kontrol grubu ile aralarında istatistiksel açıdan belirgin bir fark bulunmuştur ($P < 0.0001$) (Şekil 4.69).

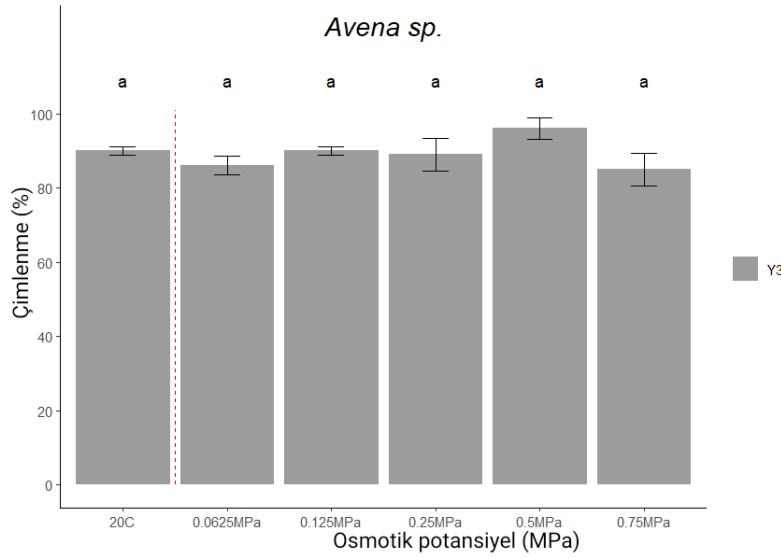


Şekil 4.70. *Phleum sp.* – Y3

Ozmotik potansiyel arttıkça, kontrol grubu ile -0.5 MPa dahil olmak üzere, buraya kadar olan bütün kuraklık şiddeti değerlerinde çimlenme yüzdelерinde bir fark

bulunmamış ve yüksek bir çimlenme gözlemlenmiştir. Lakin -0.75 MPa’da çimlenme

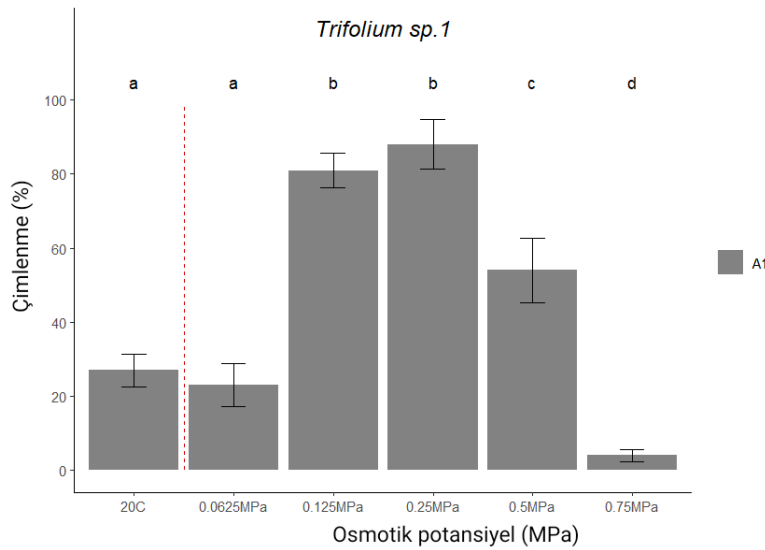
yüzdesi diğer derecelere göre çok az olup aralarında anlamlı bir fark bulunmuştur ($P < 0.0001$) (Şekil 4.70).



Şekil 4.71. *Avena sp.* – Y3

Kontrol grubu ve diğer bütün kuraklık şiddetleri %90'ın üstünde yüksek ve benzer çimlenme oranları göstermiştir ($P > 0.05$) (Şekil 4.71).

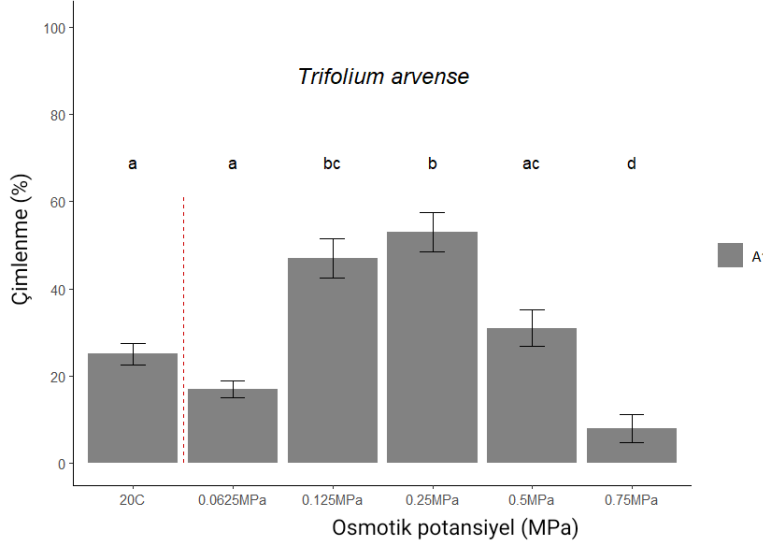
4.2.3.2. Fabaceae



Şekil 4.72. *Trifolium sp.1* – A1

En yüksek tohum çimlenmesi -0.125 ve -0.25 MPa ozmotik potansiyelde olmuştur ve bu iki ozmotik potansiyel değeri ile diğer ozmotik potansiyel değerleri ve

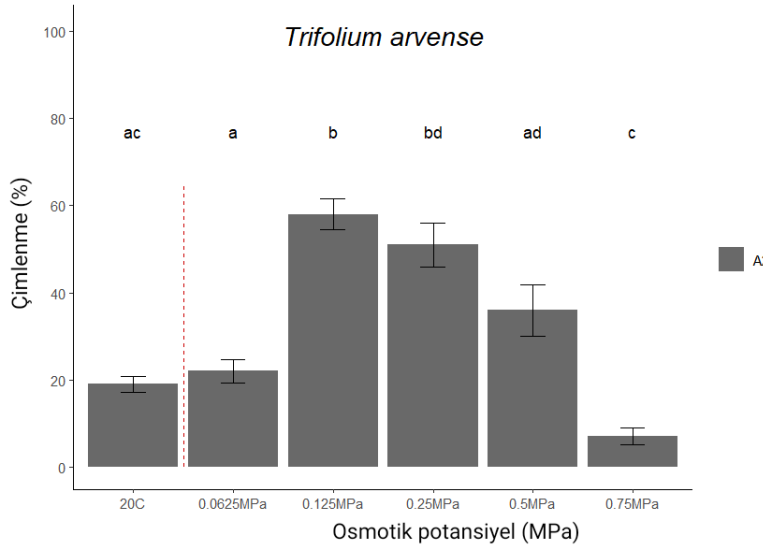
kontrol grubu arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($P < 0.001$). Kontrol grubu ve -0.0625 MPa benzer çimlenme göstermiştir ve diğer ozmotik potansiyel değerleriyle aralarında anlamlı bir fark bulunmuştur ($P < 0.001$). En düşük çimlenme ise -0.75 MPa'da gerçekleşmiş ve diğer bütün ozmotik potansiyel değerleri ve kontrol grubu ile aralarında anlamlı bir fark görülmüştür ($P > 0.05$) (Şekil 4.72).



Şekil 4.73. *Trifolium arvense* – A1

En yüksek tohum çimlenmesi -0.25 MPa kuraklık şiddetinde gerçekleşmiş ve -0.125 MPa ile aralarında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P > 0.05$). Kontrol grubu, -

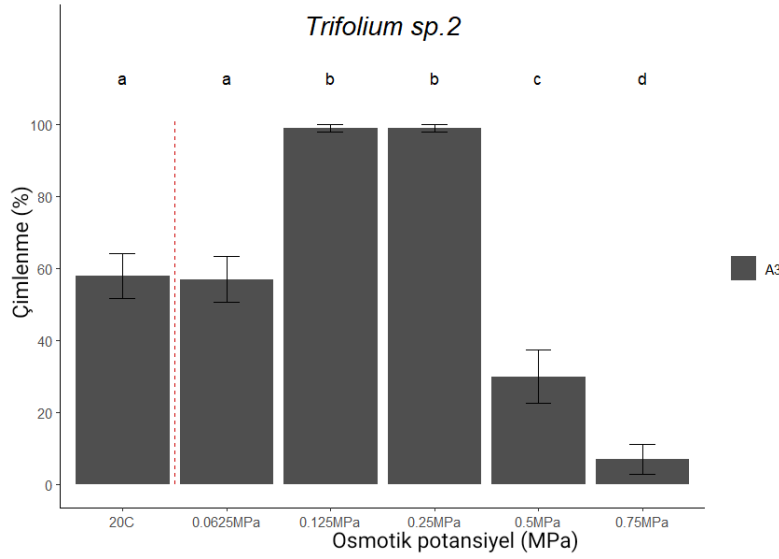
0.0625 ve -0.5 MPa'da benzer çimlenme oranları görülmüştür ($P > 0.05$). En düşük çimlenme ise -0.75 MPa'da gerçekleşmiş olup, diğer bütün kuraklık şiddetleri ve kontrol grubu ile aralarında çimlenme oranlarında anlamlı bir fark bulunmuştur ($P < 0.01$) (Şekil 4.73).



Şekil 4.74. *Trifolium arvense* - A2

Kontrol grubu, -0.0625 ve -0.5 MPa ozmotik potansiyellerin tohum çimlenmeleri benzer orandadır. En yüksek çimlenme oranına sahip -0.125 MPa ile -0.25 MPa arasında da

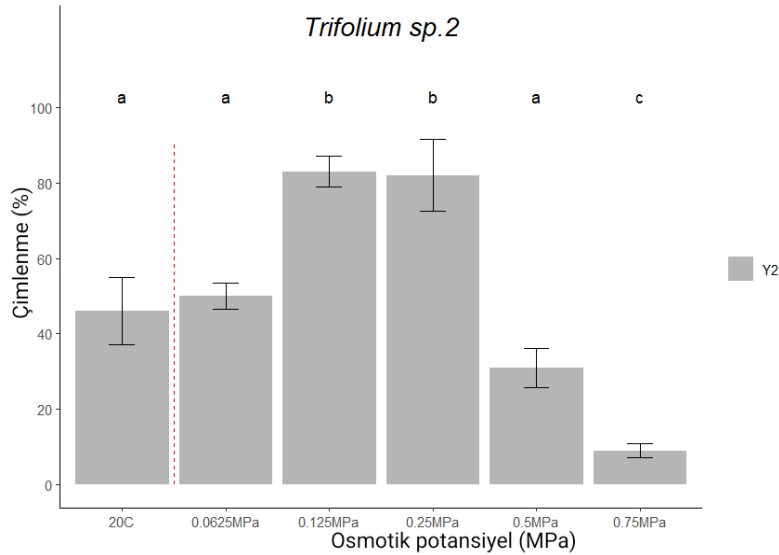
anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P > 0.05$). -0.75 MPa ozmotik potansiyelde en az çimlenme gözlemlenmiş olup, kontrol grubu hariç tüm ozmotik potansiyeller ile aralarında anlamlı fark bulunmuştur ($P < 0.001$) (Şekil 4.74).



Şekil 4.75. *Trifolium* sp.2 – A3

Kontrol grubu ve -0.0625 MPa'da çimlenme oranları benzerlik göstermiş olup diğer tüm kuraklık şiddetleri ile aralarında belirgin farklılık bulunmuştur ($P < 0.01$).

Osmotik potansiyelin artması ile 0.125 ve -0.25 MPa'da çimlenmede bir artış olmuştur. Ve bu iki kuraklık şiddeti ile diğer tüm kuraklık şiddetleri arasında anlamlı bir fark vardır ($P < 0.001$). -0.25 MPa'dan sonra -0.50 MPa'da çimlenme oranında bir azalma görülmüş olup, en yüksek kuraklık şiddetine sahip -0.75 MPa'da azalma devam etmiştir (Şekil 4.75).

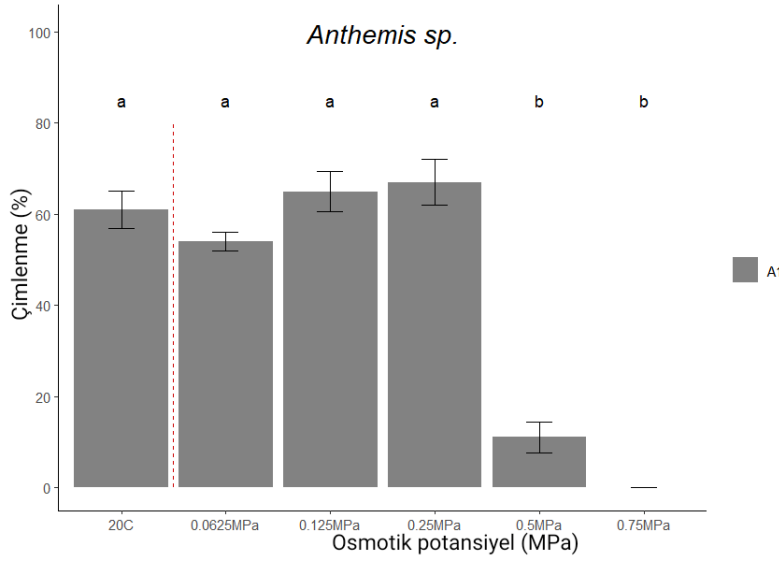


Şekil 4.76. *Trifolium* sp. 2 – Y2

Kontrol grubu, -0.0625 ve -0.5 MPa'da çimlenme oranları üzerinde benzer değerler görülmüştür ($P > 0.05$). Ancak -0.125 ve -0.25 MPa kuraklık şiddetlerinde

çimlenme oranında yüksek bir artış meydana gelmiştir. En yüksek kuraklık şiddetine sahip -0.75 MPa'da ise çimlenmede diğerlerine kıyasla anlamlı bir fark görülmüş ($P < 0.05$) olup çimlenme oranı düşmüştür (Şekil 4.76).

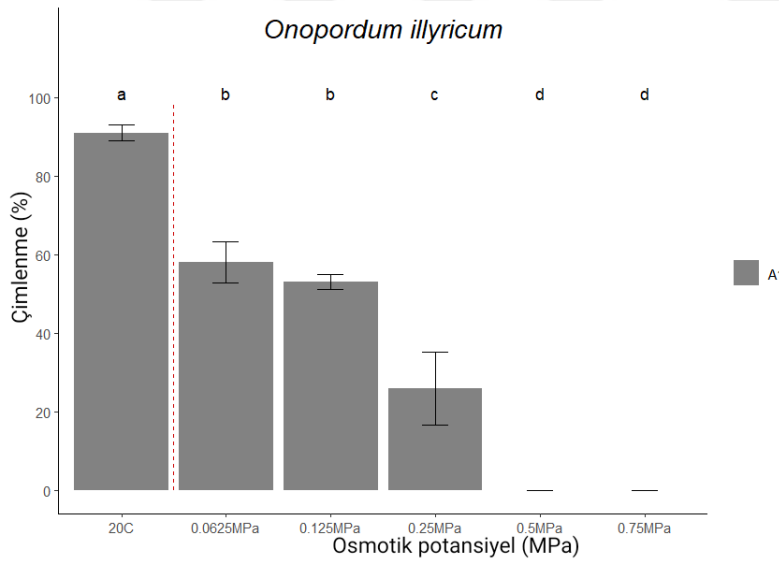
4.2.3.3. Asteraceae



Şekil 4.77. *Anthemis* sp. – A1

En yüksek ozmotik potansiyele sahip -0.75 MPa ve -0.5 MPa hariç diğer tüm ozmotik potansiyeller ve kontrol grubu benzer çimlenme yüzdeleri sergilemiştir ($P >$

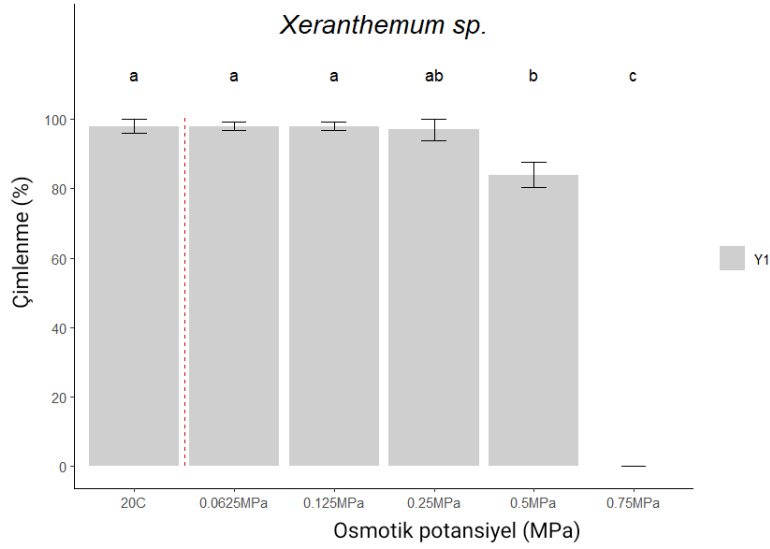
0.05). Ayrıca, -0.5MPa’da çimlenme oldukça azalmış ve -0.75 MPa’da hiç görülmemiştir (Şekil 4.77).



Şekil 4.78. *Onopordum illyricum* – A1

En yüksek çimlenme kontrol grubunda gerçekleşmiş olup bütün ozmotik potansiyel değerleri ile aralarında anlamlı bir fark bulunmuştur ($P <$

0.0001). Osmotik potansiyel arttıkça çimlenme yüzdesi azalmış olup, -0.0625 ve -0.125 MPa’da benzer çimlenme görülmüştür ($P > 0.05$). Buna ek olarak, -0.25MPa’da çimlenme oranında azalma artmış olup diğer tüm ozmotik potansiyeller ile anlamlı bir fark göstermiştir ($P < 0.01$). Ardından çimlenmede azalma devam etmiş olup -0.5 ve -0.75 MPa’da çimlenme olmamıştır (Şekil 4.78).



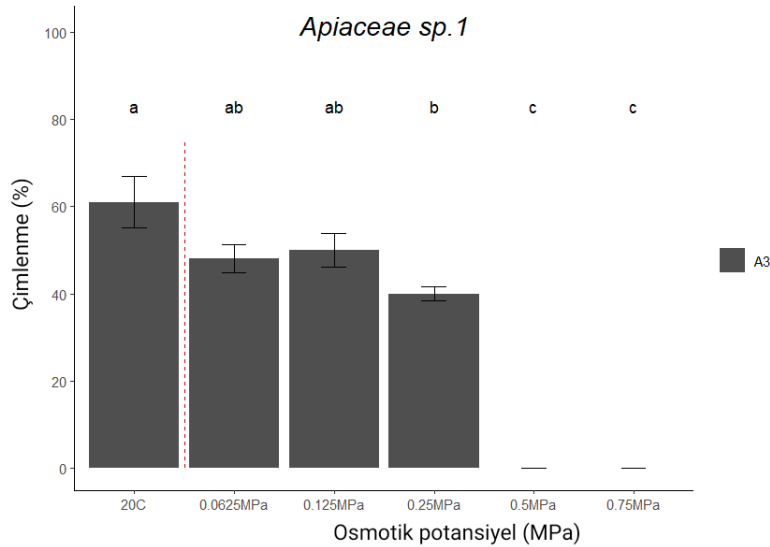
Şekil 4.79.

Xeranthemum sp. – Y1

Ozmotik potansiyelin artması ile çimlenme oranında -0.5 MPa'ya kadar bir farklılık gözlemlenmemiş olup ($P > 0.05$), çimlenme yüzdeleri yüksek bir değere sahiptir.

Ayrıca, -0.5 MPa'da bir azalma olup -0.25 MPa ile aralarında bir fark bulunmamıştır. En yüksek ozmotik potansiyele sahip -0.75 MPa'da ise diğer tüm ozmotik potansiyeller ile aralarında anlamlı bir fark bulunmuş olup çimlenme gözlemlenmemiştir ($P < 0.0001$) (Şekil 4.79).

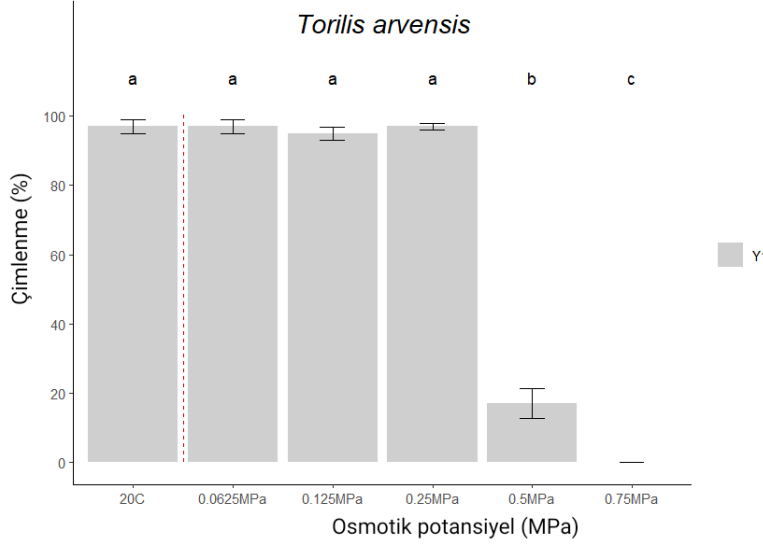
4.2.3.4. Apiaceae



Şekil 4.80. *Apiaceae* sp.1 – A3

Kontrol grubu ile -0.5 MPa ozmotik potansiyele kadar olan kuraklık şiddetlerinde çimlenme oranında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P > 0.05$). Ancak -0.5 ve -

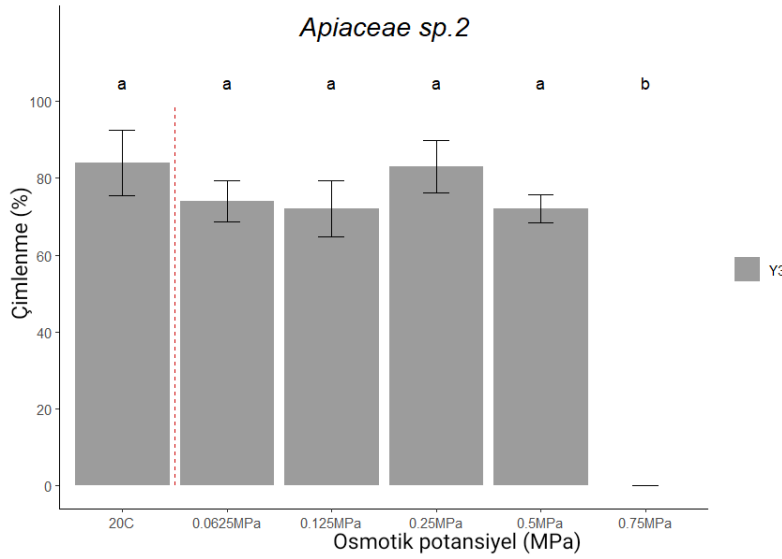
0.75 MPa ozmotik potansiyel ile diğer ozmotik potansiyel değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmuş olup ($P < 0.0001$), bu değerlerde çimlenme görülmemiştir (Şekil 4.80).



Şekil 4.81. *Torilis arvensis* – Y1

Yüksek bir çimlenme oranına sahip kontrol grubu ile -0.5 MPa' ya kadar olan kuraklık şiddetleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P > 0.05$). Ancak -0.5

MPa'da çimlenme oranında büyük bir azalma meydana gelmiş olup, en yüksek kuraklık şiddetine sahip -0.75 MPa'da çimlenme olmamıştır. -0.75 MPa, diğer tüm kuraklık şiddetleri ve kontrol grubu ile anlamlı bir fark göstermiştir ($P < 0.001$) (Şekil 4.81).

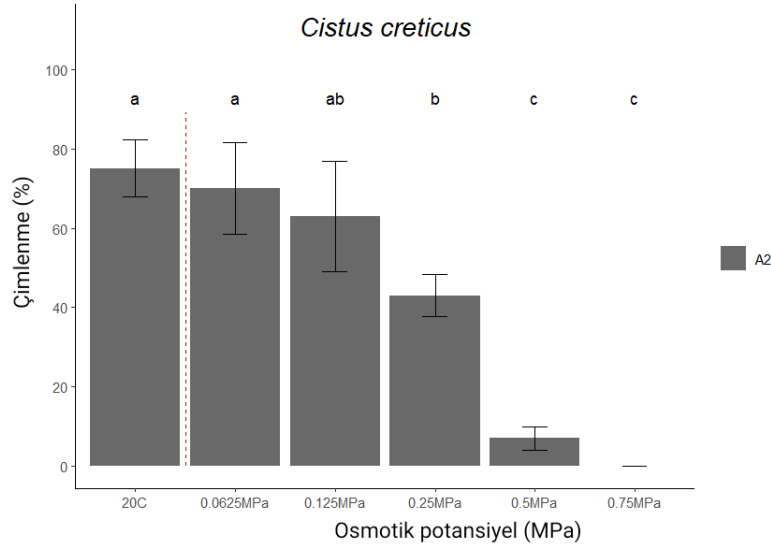


Şekil 4.82. *Apiaceae sp.2* – Y3

Yalnızca en yüksek ozmotik potansiyele sahip olan -0.75 MPa'da çimlenme görülmemiş olup diğer tüm ozmotik potansiyel değerleri ve kontrol grubu ile

aralarında belirgin bir fark bulunmuştur ($P < 0.0001$). Kontrol grubu ve -0.075 MPa'ya kadar olan ozmotik potansiyel değerleri de benzer çimlenme oranı göstermiştir ($P > 0.05$) (Şekil 4.82).

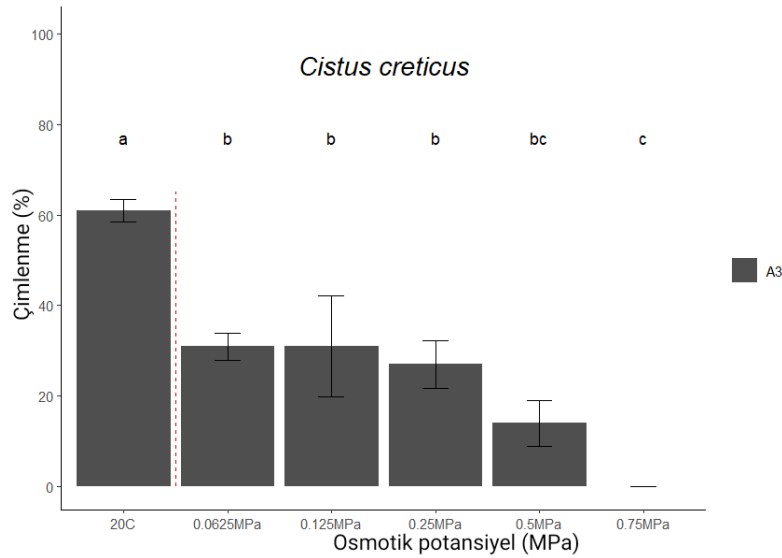
4.2.3.5. Cistaceae



Şekil 4.83. *Cistus creticus* – A2

Kontrol grubundan itibaren -0.25 MPa'ya kadar olan kuraklık şiddetlerinde çimlenme oranları hafif azalmalar göstermiş olsa da aralarında istatistiksel

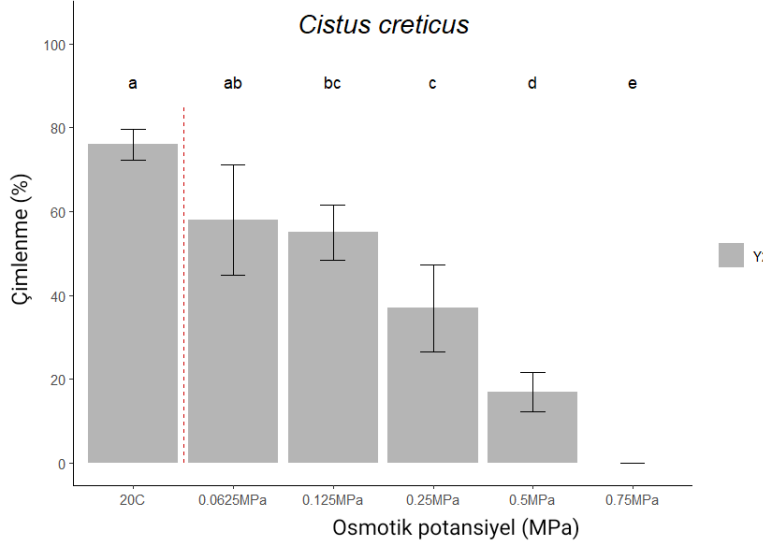
açından bir fark bulunmamıştır ($P > 0.05$). -0.25MPa'da bir azalma gözlemlenmiş yalnızca 0.125 MPa ile aralarında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P > 0.05$). -0.5 MPa'da çimlenme oranındaki azalma artmış olup -0.75 MPa'da çimlenme olmamış ve bu iki kuraklık şiddeti ile aralarında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P > 0.05$) (Şekil 4.83).



Şekil 4.84. *Cistus creticus* – A3

Kontrol grubu, bütün ozmotik potansiyellere oranla yüksek bir çimlenme göstermiş olup, aralarında anlamlı bir fark bulunmuştur ($P < 0.005$). En yüksek

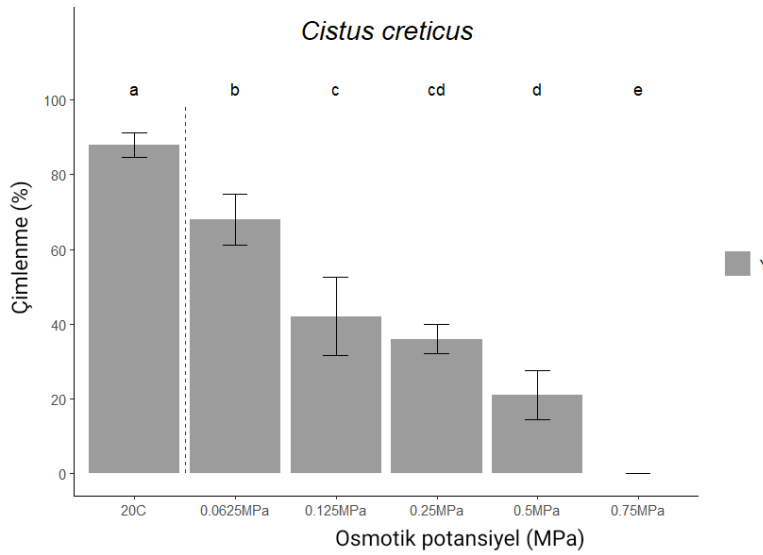
ozmotik potansiyel olan 0.75 MPa'da çimlenme olmamış, ayrıca 0.5 MPa hariç, diğer tüm ozmotik potansiyel değerleri ve kontrol grubu ile de aralarında anlamlı bir fark bulunmuştur ($P < 0.01$) (Şekil 4.84).



Şekil 4.85. *Cistus creticus* – Y2

Tohum çimlenmesinin en yüksek olduğu kontrol grubu ile -0.0625 MPa ozmotik potansiyel arasında anlamlı bir fark görülmemiştir ($P > 0.05$). Çimlenme oranı

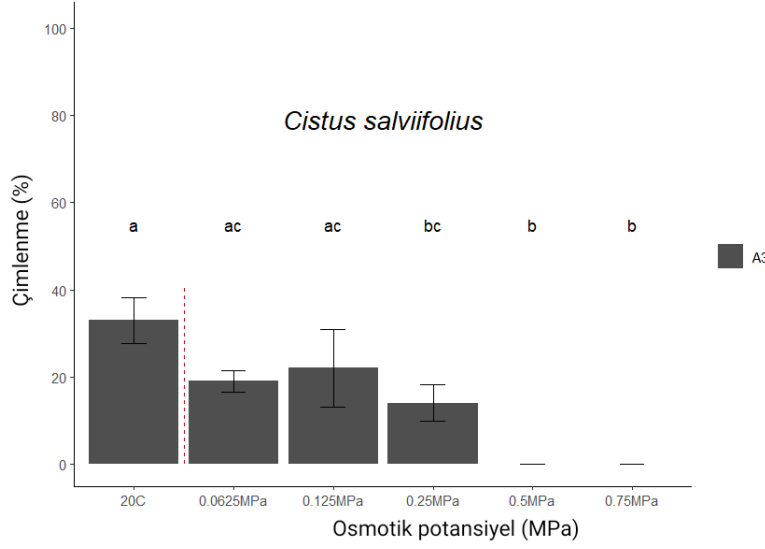
-0.25 MPa'da, -0.125 MPa ozmotik potansiyel ile fark göstermeyecek şekilde azalmış olup bu azalma 0.5 MPa'da artmış ve en yüksek ozmotik potansiyel olan -0.75 MPa'da ise hiç çimlenme görülmemiştir. -0.5 ve -0.75 MPa ozmotik potansiyel değerleri ile diğer tüm ozmotik potansiyel değerleri ve kontrol grubu ile aralarında anlamlı bir fark bulunmuştur ($P < 0.01$) (Şekil 4.85).



Şekil 4.86. *Cistus creticus* – Y3

Tohum çimlenmesi görülmeyen en yüksek kuraklık şiddetine sahip -0.75 MPa ile bütün kuraklık şiddetleri ve kontrol grubu arasında anlamlı bir fark

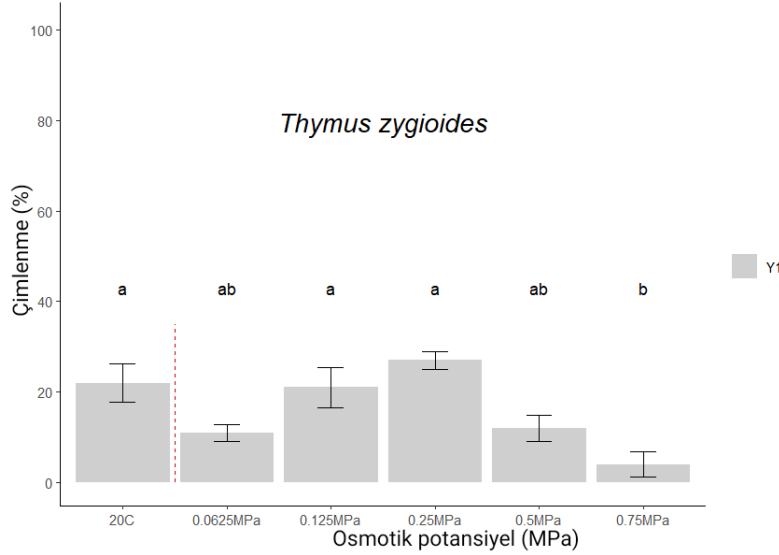
görülmüştür ($P < 0.05$). En yüksek çimlenme kontrol grubunda gerçekleşmiştir. -0.125 ve -0.25 MPa arasında anlamlı bir fark bulunmamış olup, çimlenme -0.5 MPa kuraklık şiddetinde azalmış olsa da -0.25 MPa ile aralarında bir fark bulunmamıştır ($P > 0.05$) (Şekil 4.86).



Şekil 4.87. *Cistus salviifolius* – A3

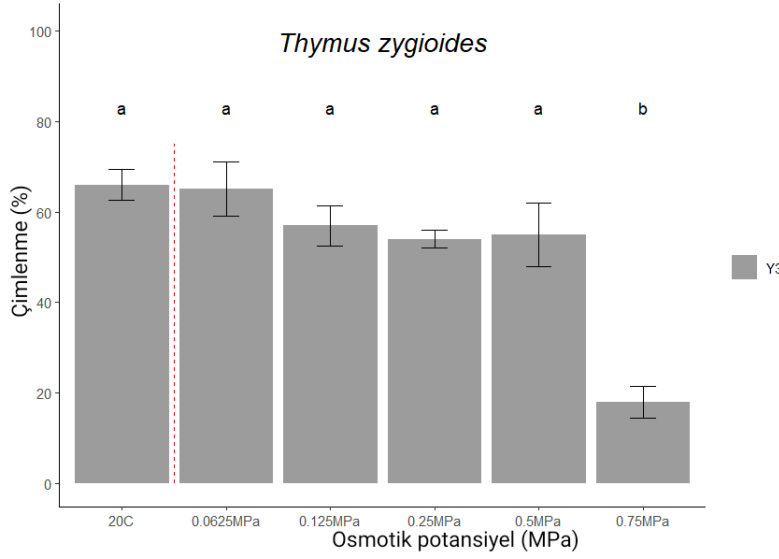
Genel olarak çimlenmenin az görüldüğü bu taksonda kontrol grubu en yüksek tohum çimlenmesi göstermiş olup, -0.0625 ve -0.125 MPa ozmotik potansiyeller ile aralarında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P > 0.05$). -0.5 ve -0.75 MPa ozmotik potansiyellerinde ise çimlenme görülmemiş ve -0.25 MPa hariç bütün değerler ile anlamlı bir fark göstermiştir ($P < 0.01$) (Şekil 4.87).

4.2.3.6. Lamiaceae



Şekil 4.88. *Thymus zygoides* – Y1

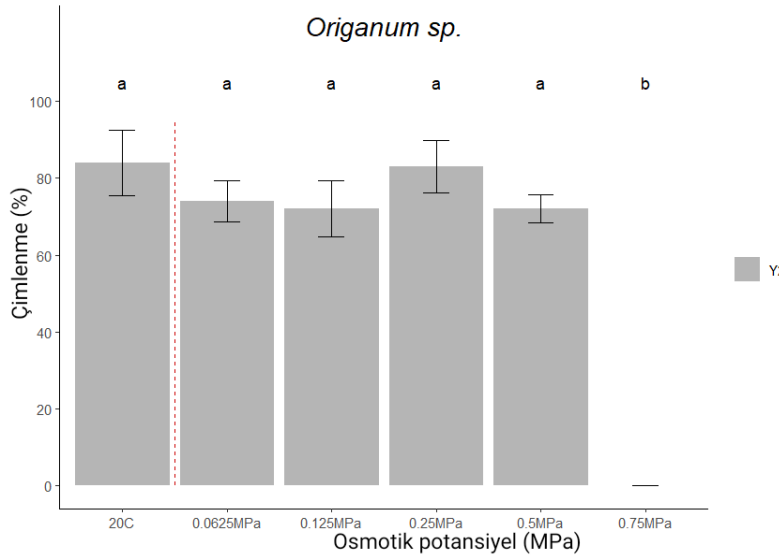
En yüksek tohum çimlenmesi -0.25 MPa ozmotik potansiyelde gerçekleşmiş olmasına karşın, -0.25 MPa ile -0.0625, -0.125 ve -0.5 MPa ozmotik potansiyelleri ve kontrol grubu arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P > 0.05$). En yüksek ozmotik potansiyele sahip -0.75 MPa'da en düşük tohum çimlenmesi görülmüş olup, yalnızca -0.0625 ve -0.5 MPa ile aralarında anlamlı fark bulunmamıştır ($P > 0.05$) (Şekil 4.88).



Şekil 4.89. *Thymus zygioides* – Y3

En yüksek ozmotik potansiyele sahip -0.75 MPa hariç tüm kuraklık şiddetleri ve kontrol grubu benzer çimlenme oranı göstermiştir ($P > 0.05$). -0.75 MPa ise diğer

tüm ozmotik potansiyel değerleri ve kontrol grubu ile çimlenme açısından anlamlı bir fark göstermiştir ($P < 0.001$) (Şekil 4.89).

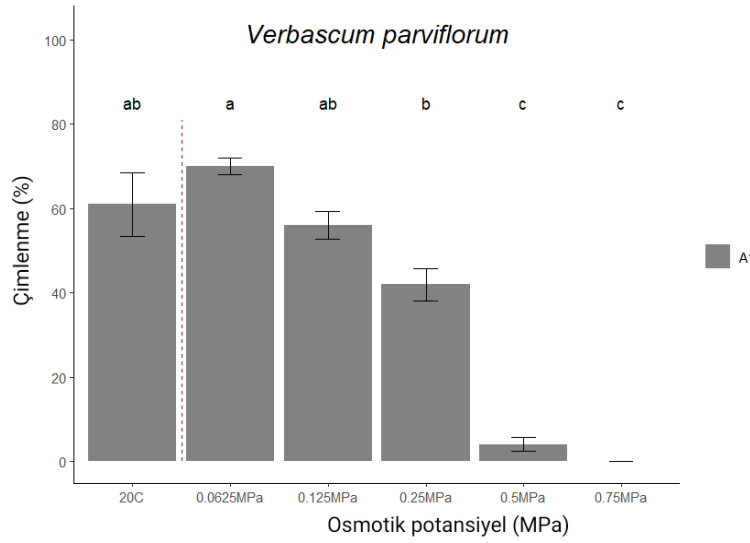


Şekil 4.90. *Origanum sp.* – Y2

Tohum çimlenmesinin görülmeyeceği -0.75 MPa ozmotik potansiyel hariç diğer tüm ozmotik potansiyel değerleri ve kontrol grubu benzer çimlenme oranları

göstermiştir ($P > 0.05$). Ayrıca -0.75 MPa ozmotik potansiyeli ile diğer ozmotik potansiyel değerleri ve kontrol grubu arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($P < 0.0001$) (Şekil 4.90).

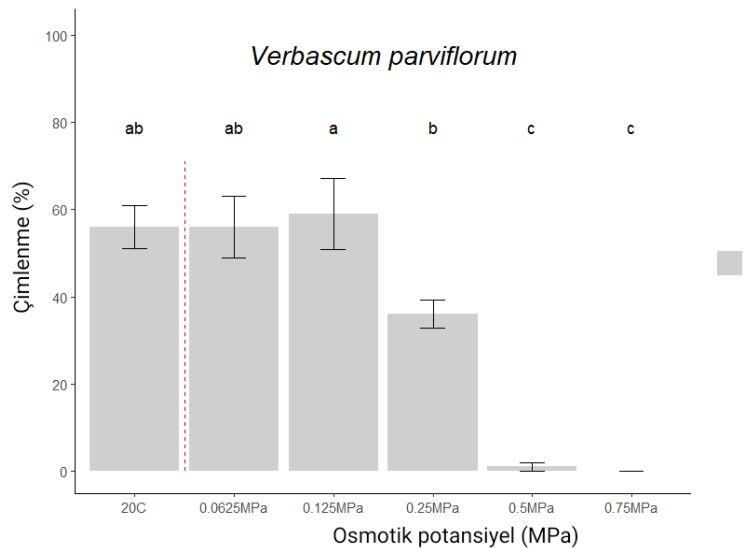
4.2.3.7. Scrophulariaceae:



Şekil 4.91. *Verbascum parviflorum* - A1

En yüksek çimlenme - 0.0625MPa'da gözlemlenmiş olup, bu ozmotik potansiyel değeri ile -0.125 MPa ve kontrol grubu arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P >$

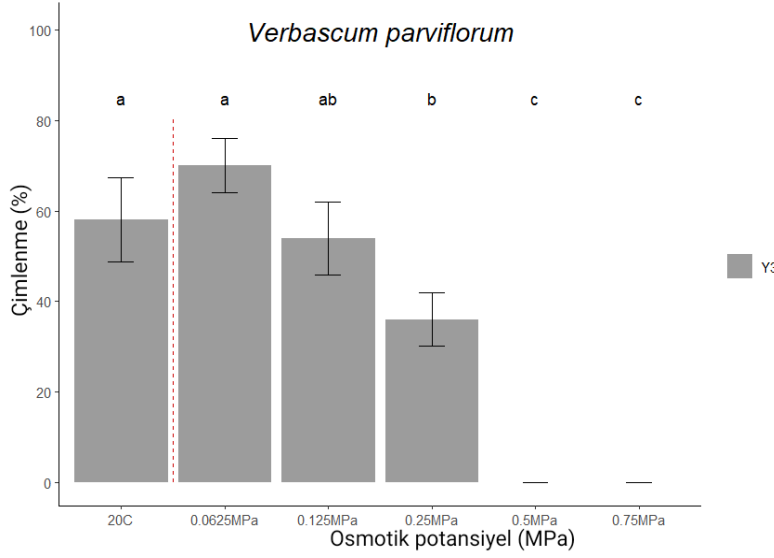
0.05). Ayrıca -0.125 MPa ile -0.25 MPa ozmotik potansiyel değeri arasında da anlamlı bir fark yoktur ($P > 0.05$). Tohum çimlenmesinin çok düşük olduğu -0.5MPa değeri ve çimlenmenin hiç olmadığı -0.75MPa değeri arasında anlamlı bir fark bulunmamış olup ($P > 0.05$), bu iki ozmotik potansiyel değeri ile kontrol grubu ve diğer ozmotik potansiyel değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($P < 0.0001$) (Şekil 4.91).



Şekil 4.92. *Verbascum parviflorum* - Y1

Kontrol grubu ve -0.0625, -0.125 MPa kuraklık şiddetleri benzer çimlenme gösterirken, -0.25 MPa kuraklık şiddetinde çimlenme azalmış ve -0.125 MPa ile anlamlı

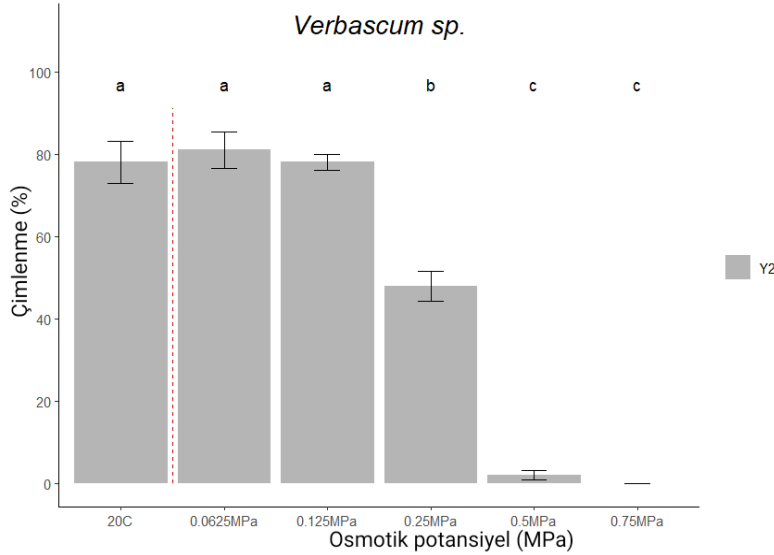
bir fark göstermiştir ($P = 0.02$). -0.5 ve -0.75 MPa kuraklık şiddetlerinde çimlenme %1'in altında olmuş ve bütün kuraklık şiddeti değerleri ve kontrol grubu ile aralarında anlamlı fark bulunmuştur ($P < 0.0001$) (Şekil 4.92).



Şekil 4.93. *Verbascum parviflorum* – Y3

En yüksek tohum çimlenmesi -0.0625 MPa ozmotik potansiyel değerinde görülmüş olup, kontrol grubu ve -0.125MPa ile aralarında anlamlı bir fark yoktur ($P > 0.05$). -0.25 MPa

ozmotik potansiyelde tohum çimlenmesinde azalma görülmüş olup, -0.125 MPa değeri ile aralarında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P > 0.05$). Çimlenmenin görülmmediği -0.5 ve -0.75 MPa değerleri ile bütün ozmotik potansiyel değerleri ve kontrol grubu arasında anlamlı fark bulunmuştur ($P < 0.0001$) (Şekil 4.93).

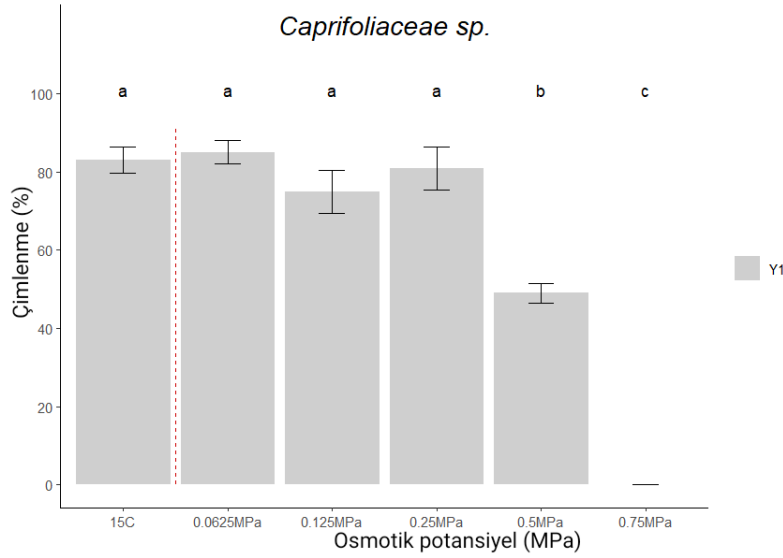


Şekil 4.94. *Verbascum sp.* – Y2

Kontrol grubu, -0.0625 ve -0.125 MPa kuraklık şiddetleri benzer tohum çimlenmesi göstermiştir ($P > 0.05$). -0.25 MPa'da çimlenmede azalma görülmüş ve bütün

kuraklık şiddetleri ve kontrol grubu ile aralarında anlamlı bir fark görülmüştür ($P < 0.001$). -0.5 MPa'da çok az bir çimlenme görülmüş ve -0.75 MPa'da ise hiç çimlenme görülmemiş olup bütün kuraklık şiddetleri ve kontrol grubu ile aralarında anlamlı fark bulunmuştur ($P < 0.0001$) (Şekil 4.94).

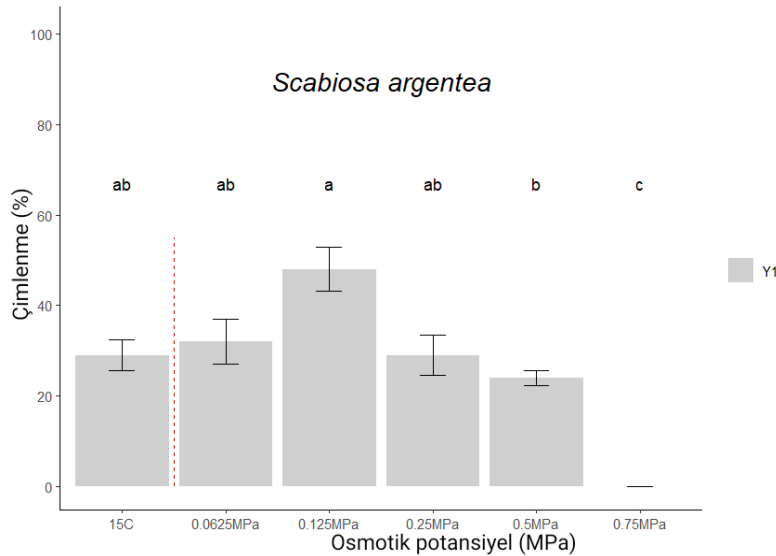
4.2.3.8. Caprifoliaceae



Şekil 4.95.
Caprifoliaceae sp. – Y1

Kontrol grubu ile -0.0625, 0.125 ve -0.25 MPa ozmotik potansiyel değerleri yüksek ve benzer tohum çimlenmesi göstermiştir.

-0.5MPa'da çimlenme değeri azalmış ve en yüksek ozmotik potansiyele sahip -0.75 MPa'da çimlenme görülmemiştir. Ayrıca -0.5 ve -0.75 MPa hem kendi aralarında hem de diğer bütün ozmotik potansiyel değerleri ve kontrol grubu ile aralarında anlamlı bir fark bulunmuştur ($P < 0.01$) (Şekil 4.95).

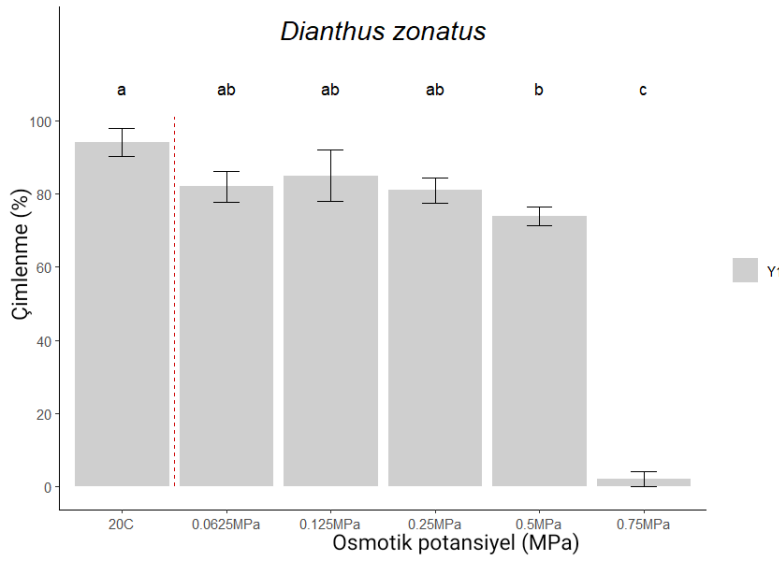


Şekil 4.96. *Scabiosa argentea* – Y1

En yüksek tohum çimlenmesi -0.125 MPa ozmotik potansiyel değerinde görülmüş olup, kontrol grubu, -0.0625 ve -0.25 MPa ile aralarında anlamlı bir fark

bulunmamıştır ($P > 0.05$). Çimlenmede azalmanın görüldüğü -0.5 MPa değeri ile yalnızca -0.125 ve -0.75 MPa ozmotik potansiyel ile aralarında anlamlı bir fark bulunmuştur ($P < 0.05$). Çimlenmenin görülmeyeceği -0.75 MPa ile de bütün ozmotik potansiyel değerleri ve kontrol grubu arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($P < 0.05$) (Şekil 4.96).

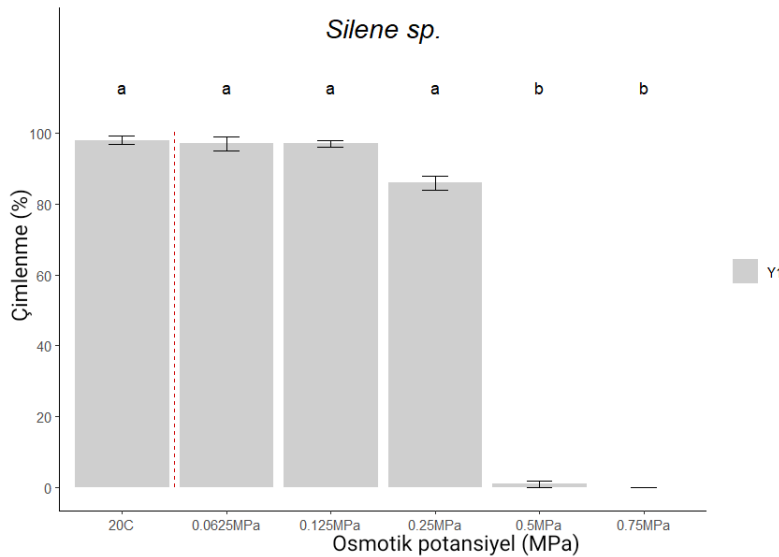
4.2.3.9. Caryophyllaceae



Şekil 4.97. *Dianthus zonatus* – Y1

Kontrol grubunda en yüksek tohum çimlenmesi görülürken -0.0625, -0.125 ve -0.25 MPa kuraklık şiddetleri ile aralarında benzer çimlenme değerleri bulunmuştur

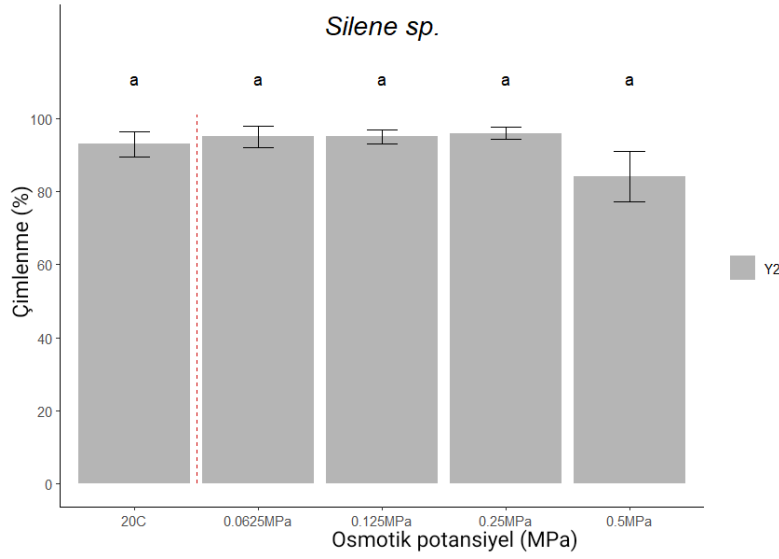
($P > 0.05$). Kontrol grubuna kıyasla -0.5 MPa'da çimlenmede azalma meydana gelmiş olsa da -0.0625, -0.125 ve -0.25 MPa kuraklık şiddetleri ile aralarında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P > 0.05$). Çok düşük çimlenmenin görüldüğü -0.75 MPa ise bütün kuraklık şiddetleri ve kontrol grubu ile anlamlı bir fark göstermiştir ($P < 0.0001$) (Şekil 4.97).



Şekil 4.98. *Silene sp.* – Y1

Kontrol grubu ve -0.05 MPa'ya kadar olan ozmotik potansiyel değerleri benzer çimlenme tepkileri göstermiştir ($P > 0.05$). Fakat -0.5 ve -0.75 MPa' da çimlenme

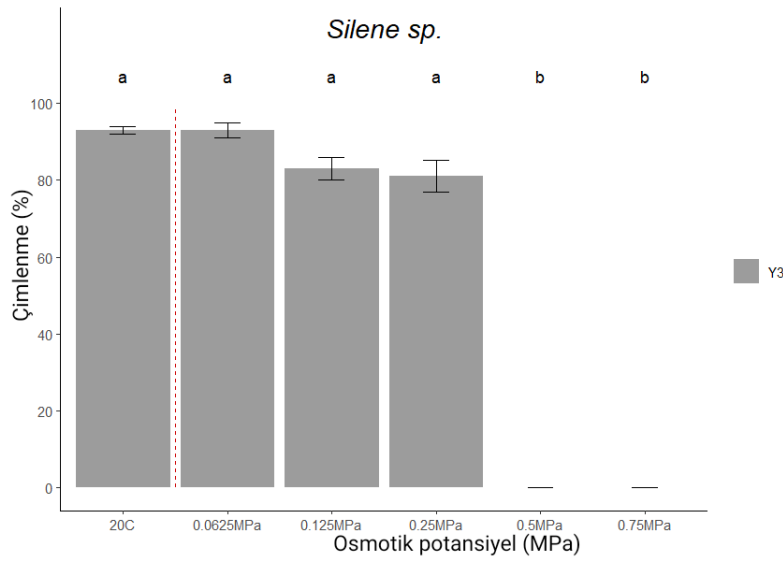
görülmemiş olup diğer tüm ozmotik potansiyel değerleri ve kontrol grubu ile aralarında belirgin farklılıklar bulunmuştur ($P < 0.0001$) (Şekil 4.98).



Şekil 4.99. *Silene sp.* – Y2

Bütün kuraklık şiddetleri ve kontrol grubu %90'ın üstünde yüksek ve benzer çimlenme yüzdesi göstermiştir ($P > 0.05$). (Şekil 4.99). Tohum yetersizliği sebebi ile -

0.75 MPa deneyi kurulamamıştır.

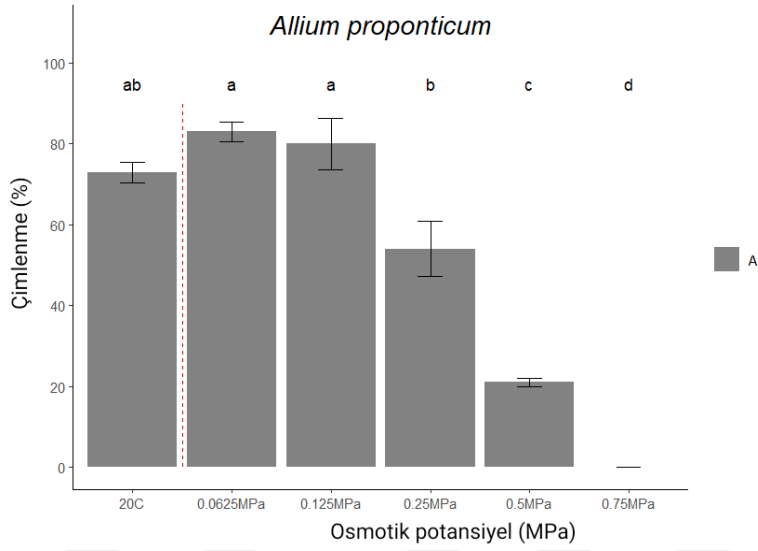


Şekil 4.100. *Silene sp.* – Y3

Genel olarak yüksek bir çimlenme oranı gösteren bu taksonda, -0.25 MPa'ya kadar olan kuraklık şiddetleri ve kontrol grubu ile aralarında anlamlı bir fark bulunmamıştır (P

> 0.05). Bununla birlikte -0.5 ve -0.75 MPa'da çimlenme görülmemiş ve diğer kuraklık şiddetleri ve kontrol grubu ile aralarında belirgin fark bulunmuştur ($P < 0.0001$) (Şekil 4.100).

4.2.3.10. Amaryllidaceae

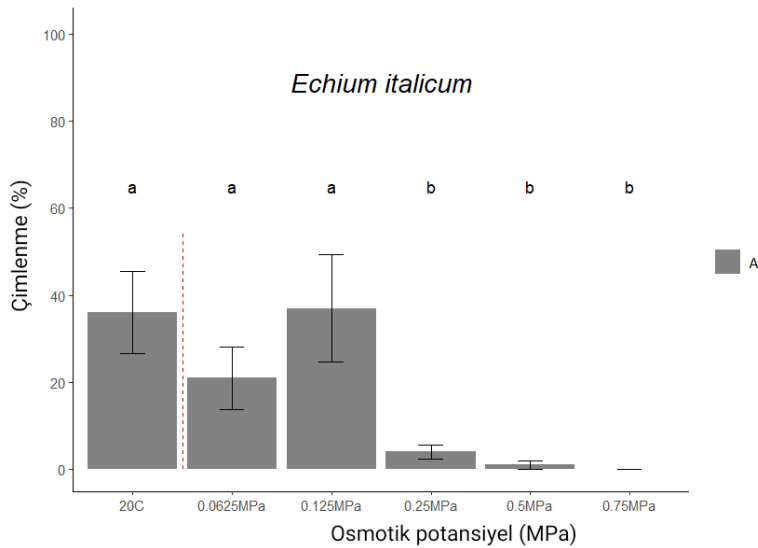


Şekil 4.101. *Allium proponticum* – A1

En yüksek çimlenme -0.0625 MPa'da gerçekleşmiş olup, kontrol grubu ve -0.125 MPa ile benzer çimlenme oranları göstermiştir ($P > 0.05$). -0.125 MPa'dan sonra

ozmotik potansiyelin artması ile çimlenme oranlarında azalma görülmüştür. -0.25 MPa ile kontrol grubu anlamlı bir fark göstermemiştir ($P > 0.05$). -0.5 ve -0.75 MPa hem kendileri aralarında hem de diğer ozmotik potansiyeller ve kontrol grubu ile istatistiksel açıdan anlamlı bir fark göstermiştir ($P < 0.05$) (Şekil 4.101).

4.2.3.11. Boraginaceae



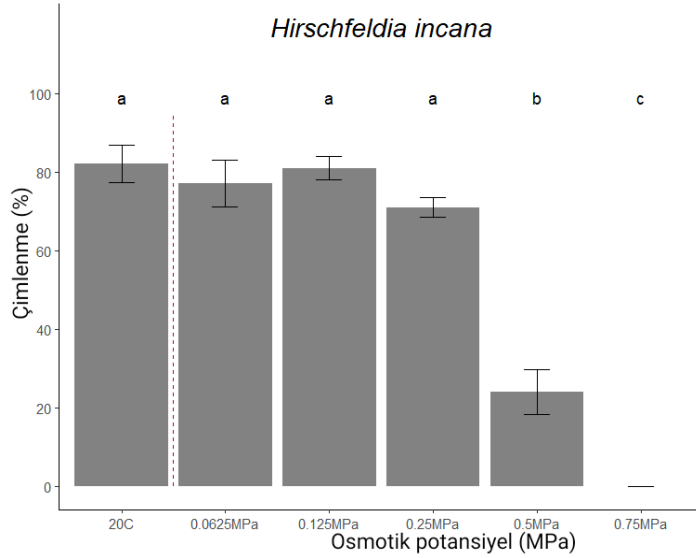
Şekil 4.102. *Echium italicum* - A1

Kontrol grubu, -0.0625 ve -0.125 MPa benzer çimlenme değerleri göstermiştir ($P > 0.05$). Diğer tüm ozmotik potansiyel değerleri ise kendi aralarında benzer çimlenme yüzdeleri

göstermiş olup kontrol grubu, -0.0625 ve -0.125 MPa ile aralarında anlamlı bir fark

bulunmuştur ($P < 0.01$). Ayrıca -0.5 MPa’da %1 çimlenme görülmüş ve en yüksek ozmotik potansiyele sahip -0.75 MPa’da çimlenme görülmemiştir (Şekil 4.102).

4.2.3.12. Brassicaceae



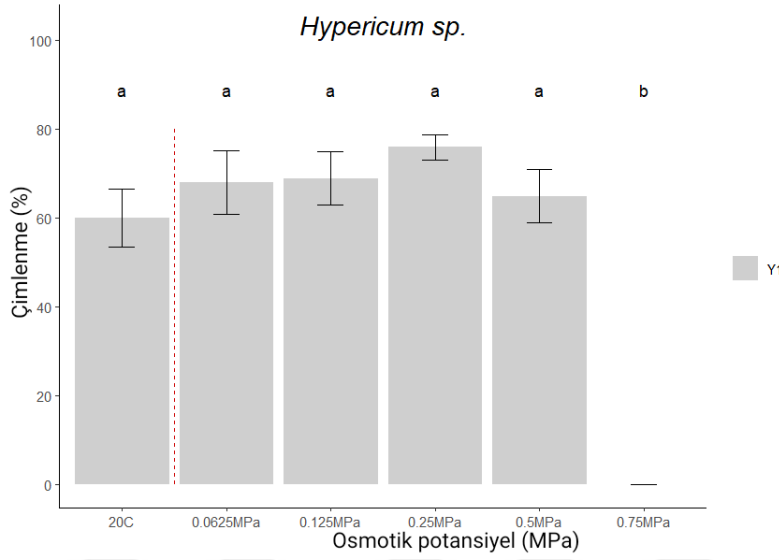
Şekil 4.103.
Hirschfeldia incana – A1

Kontrol grubu ve -0.5 MPa’ya kadar olan tüm kuraklık şiddetlerinde çimlenme oranları benzer sonuç göstermiştir ($P > 0.05$).

Ardından -0.5 MPa’da

bir azalma görülmüş ve diğer tüm kuraklık şiddetleri ve kontrol grubu ile aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($P < 0.0001$). Çimlenme görülmeyen -0.75 MPa’da diğer tüm kuraklık şiddetleri ve kontrol grubu ile anlamlı bir fark göstermiştir ($P < 0.0001$) (Şekil 4.103).

4.2.3.13. Hypericaceae

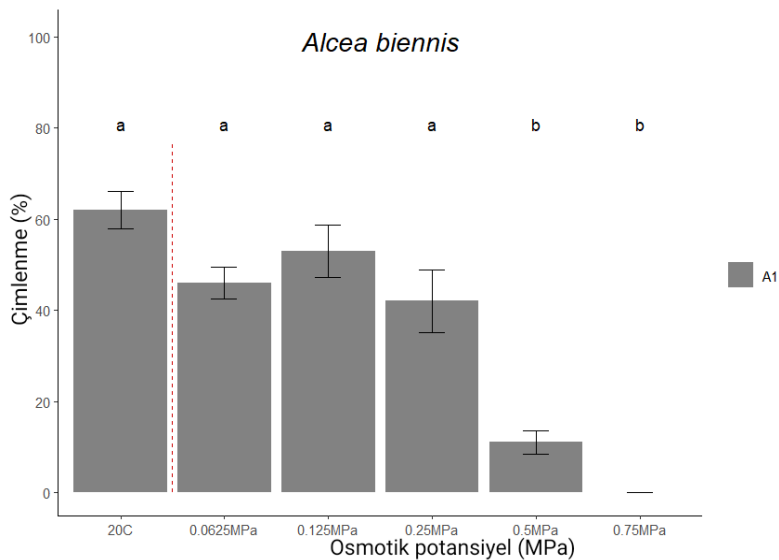


Şekil 4.104. *Hypericum sp.* – Y1

En yüksek çimlenme - 0.25 MPa'da gerçekleşmiş olmasına rağmen -0.75 MPa hariç kontrol ve tüm ozmotik potansiyeller arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P > 0.05$).

-0.75 MPa'da ise diğer tüm ozmotik potansiyeller ve kontrol grubu ile istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç bulunmuş ($P < 0.0001$) ve çimlenme görülmemiştir (Şekil 4.104).

4.2.3.14. Malvaceae



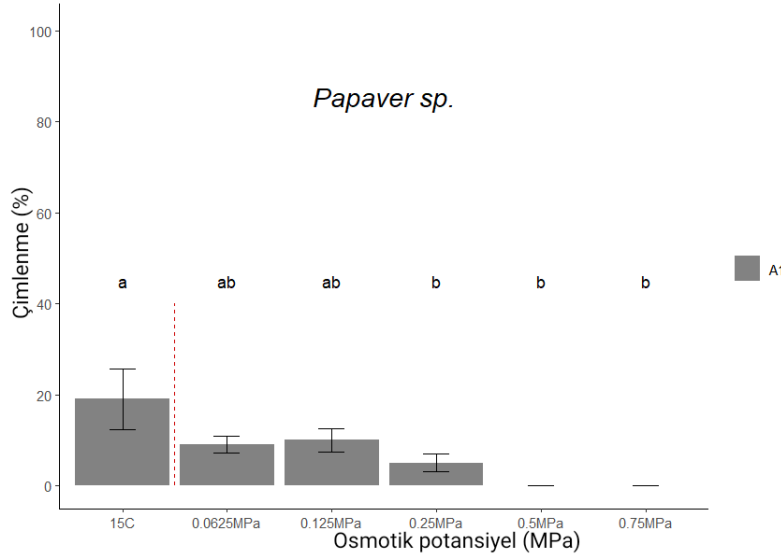
Şekil 4.105. *Alcea biennis* – A1

En yüksek çimlenme yüzdesi kontrol grubunda görülmüş olup, kontrol grubu ve -0.5 MPa'ya kadar olan ozmotik potansiyellerde çimlenme yüzdeleri

arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır ($P > 0.05$). -0.5 ve -0.75 MPa'da çimlenme yüzdesi azalmış olup diğer ozmotik potansiyeller ve kontrol grubu ile aralarında anlamlı

bir fark bulunmuştur ($P < 0.01$). Ayrıca en yüksek ozmotik potansiyel olan -0.75 MPa’da çimlenme görülmemiştir (Şekil 4.105).

4.2.3.15. Papaveraceae



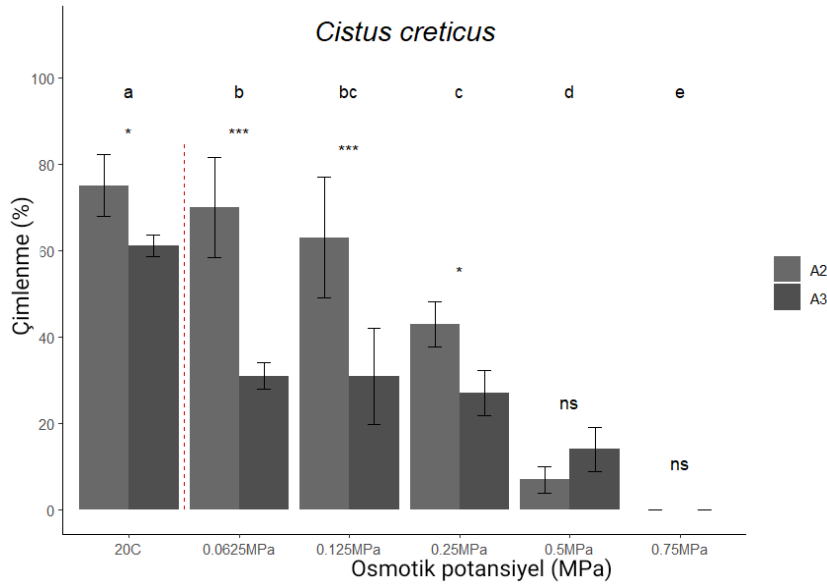
Şekil 4.106. *Papaver* sp. – A1

Genel olarak %20’nin altında düşük çimlenme oranı görülen bu taksonda en yüksek çimlenme kontrol grubunda görülmüştür. Osmotik potansiyel arttıkça

çimlenme yüzdesi azalmıştır. Kontrol grubu ile -0.125 MPa’ya kadar olan değerler arasında bir fark görülmemiş olup ($P > 0.05$), -0.125 MPa’dan sonra aralarında anlamlı bir fark bulunmuştur ($P < 0.05$). Bütün ozmotik potansiyeller arasında anlamlı bir fark bulunmamış olup ($P > 0.05$), -0.5 ve -0.75 MPa’da çimlenme görülmemiştir (Şekil 4.106).

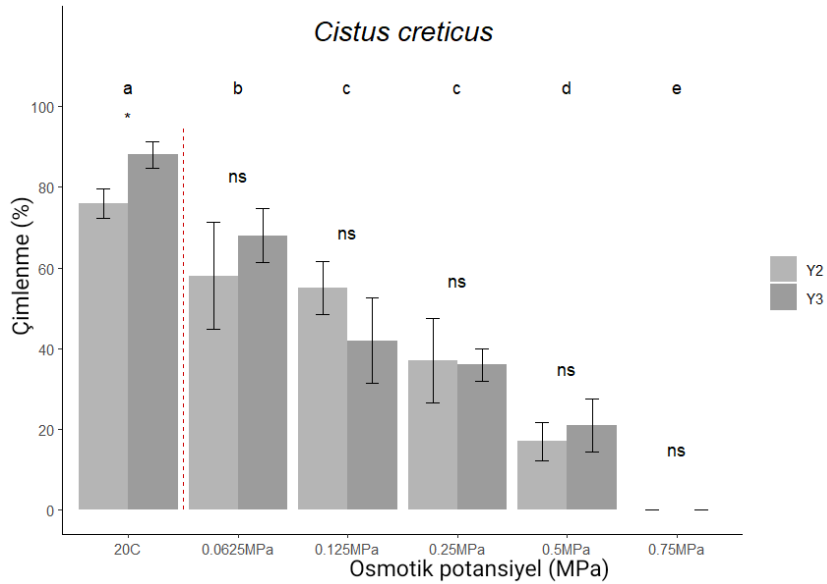
4.2.4. Popülasyonlar Arası Karşılaştırma

Bu bölümde yalnızca birden fazla alanda bulunan taksonların alçak/alçak ve yüksek/yüksek karşılaştırması yapılmıştır. Kuraklık şiddetleri ve kontrol grubu için tohum çimlenmesinin detayları “4.2.4. Kuraklık Deneyi” kısmında ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.



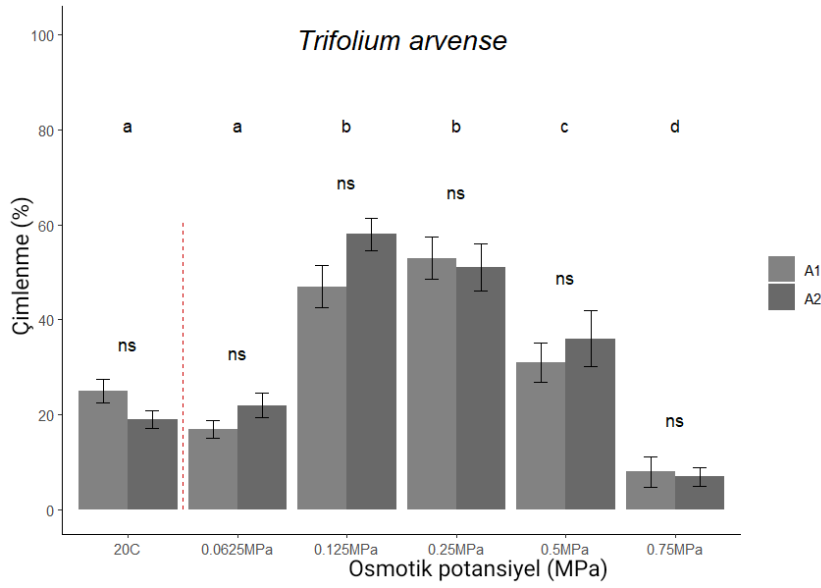
Şekil 4.107. *Cistus creticus* - A2/A3

Genel olarak A2 ve A3 popülasyonları arasında bütün kuraklık şiddetlerinde tohum çimlenmesinde popülasyonlar arası anlamlı bir fark bulunmuş olup ($P < 0.05$), -0.5 ve -0.75 MPa kuraklık şiddetlerinde popülasyonlar arasında fark bulunmamıştır ($P > 0.05$). Kontrol grubu ve -0.25 MPa kuraklık şiddetinde bu fark daha az iken ($P < 0.05$), -0.0625 ve -0.125 MPa kuraklık şiddetlerinde fark daha fazladır ($P < 0.0001$) (Şekil 4.107).



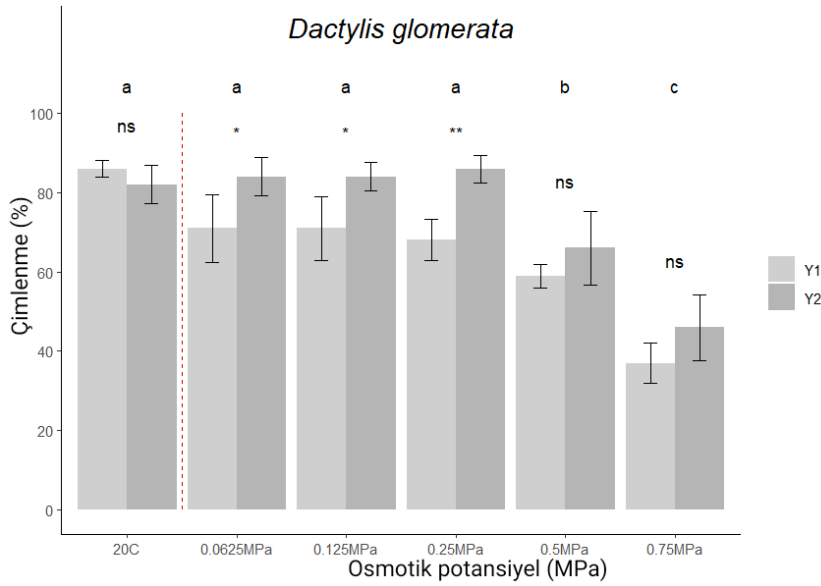
Şekil 4.108. *Cistus creticus* - Y2/Y3

Kontrol grubunda Y2 ve Y3 alanları arasında anlamlı bir fark bulunmuş olup ($P < 0.05$), diğer bütün kuraklık şiddetleri arasında çimlenme oranı üzerinde anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P > 0.05$) (Şekil 4.108).



Şekil 4.109.
Trifolium arvense -
A1/A2

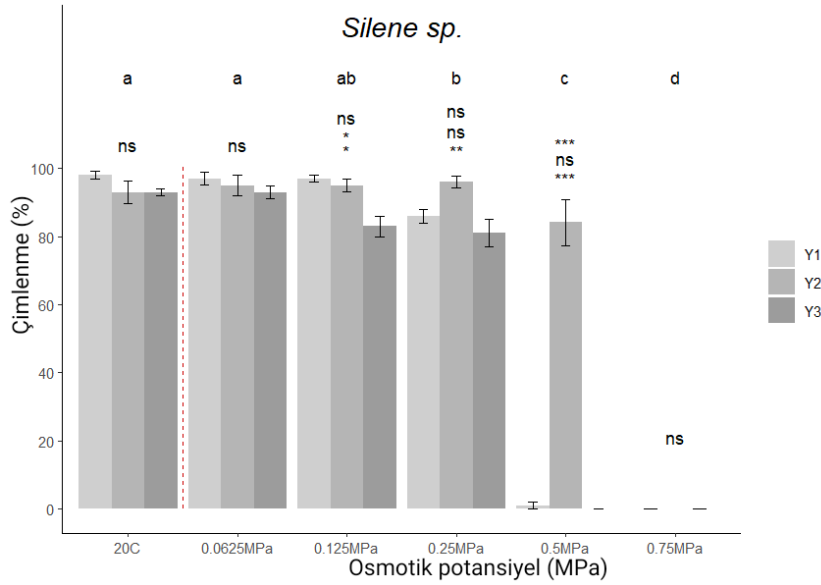
Kontrol grubu ve bütün ozmotik potansiyeller için A1 ve A2 popülasyonları arasında benzer çimlenme oranları görülmüştür ($P > 0.05$) (Şekil 4.109).



Şekil 4.110.
Dactylis glomerata
- Y1/Y2

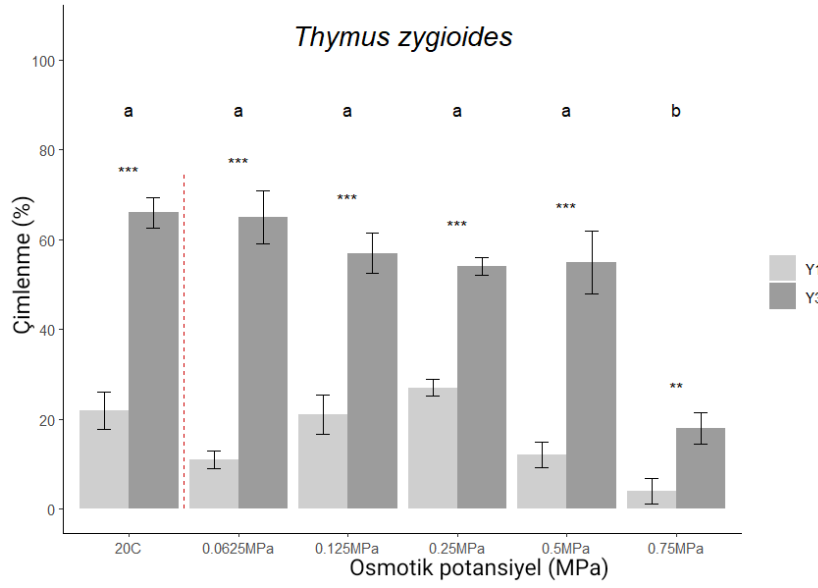
Y1 ve Y2 popülasyonları karşılaştırıldığında kontrol grubu, -0.5 ve -0.75 MPa ozmotik potansiyel değerlerinde tohum çimlenmesinde bir fark görülmemiştir ($P > 0.05$). Daha yüksek rakımda bulunan Y1 bölgesi; -0.0625, -0.125 ve -0.25 MPa ozmotik potansiyel

değerlerinde Y2 popülasyonuna oranla daha az bir tohum çimlenmesi göstermiştir ve aralarında anlamlı bir fark bulunmuştur ($P < 0.05$) (Şekil 4.110).



Şekil 4.111. *Silene* sp. - Y1/Y2/Y3

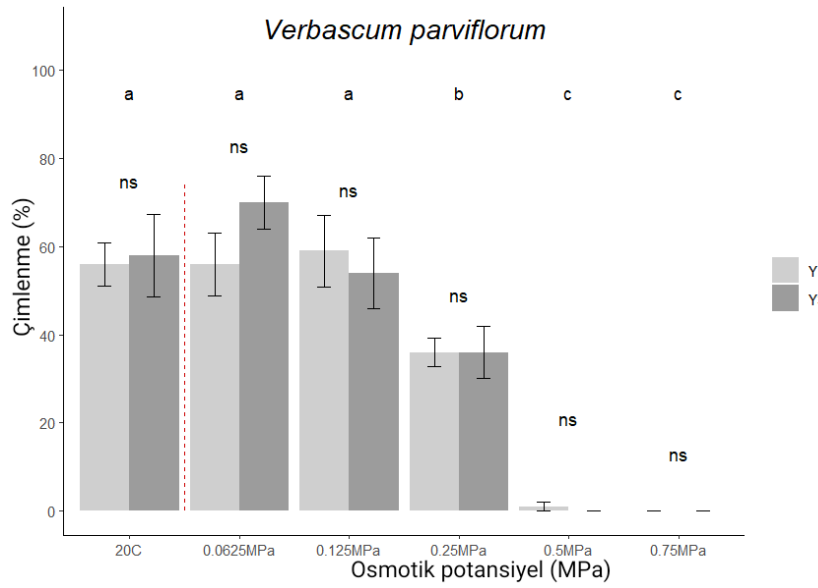
Yalnızca kontrol grubu ve -0.0625 MPa ozmotik potansiyelde bütün yüksek popülasyonlar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P > 0.05$) ve tohum çimlenmeleri benzer oranlar göstermiştir. Y2 popülasyonu diğer popülasyonlara göre 0.5MPa ozmotik potansiyelde yüksek bir çimlenme göstermiş olup, Y1 ve Y3 popülasyonlarında neredeyse hiç çimlenme görülmemiştir. Y2 popülasyonuna 0.75MPa deneyi tohum yetersizliği sebebi ile uygulanamamış olup, Y1 ve Y2 popülasyonlarında da 0.75MPa ozmotik potansiyelinde çimlenme gerçekleşmemiştir (Şekil 4.111).



Şekil 4.112.

Thymus zygioides -
Y1/Y3

Bütün ozmotik potansiyeller ve kontrol grubunda Y3 popülasyonu Y1 popülasyonundan çok daha yüksek bir tohum çimlenmesi göstermiş olup, aralarında belirgin fark bulunmuştur ($P < 0.001$) (Şekil 4.112).



Şekil 4.113.

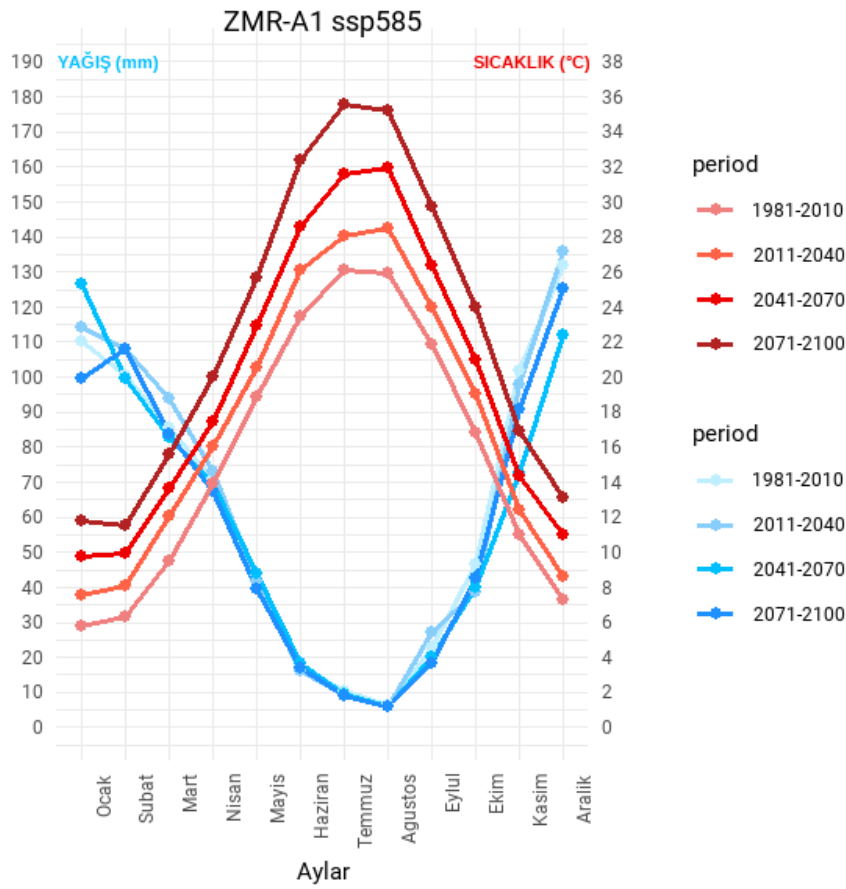
Verbascum
parviflorum -
Y1/Y3

Y1 ve Y3 popülasyonları arasında kontrol grubu ve bütün ozmotik potansiyel değerleri tohum çimlenmesinde benzer oranlar göstermiştir ($P > 0.05$) (Şekil 4.113).

4.2.5. İklim Değişikliği Senaryoları

İklim değişikliği senaryoları dört ayrı periyotta, geçmiş, şimdiki ve gelecek zaman olarak oluşturulmuştur (1981-2010, 2011-2040, 2041-2070 ve 2071-2100). Sıcaklık verileri için aylık, mevsimlik ve yıllık ortalama değerler kullanılmıştır. Yağış verileri için aylık, mevsimlik ve yıllık toplam miktarlar kullanılmıştır. Mevsimlik veriler dört meteorolojik sezon (kış: Aralık, Ocak, Şubat; bahar: Mart, Nisan, Mayıs; yaz: Haziran, Temmuz, Ağustos; sonbahar: Eylül, Ekim, Kasım) olarak hesaba katılmıştır.

4.2.5.1. A1 Alanı



Şekil 4.114.

A1 alanında ssp585 senaryosu ile 1981-2010, 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100 periyotlarında olası sıcaklık ve yağış değerleri.

1981-2010 yılları arasında yazın en sıcak değeri Temmuz ve Ağustos aylarında 26°C olurken, en soğuk sıcaklık ise yaklaşık 6°C ile Ocak ve Şubat aylarıdır. En çok yağış olan ay ise yaklaşık 132 mm ile Aralık ayı, en az yağış olan ay ise 6 mm ile Ağustos ayıdır (Şekil 4.114).

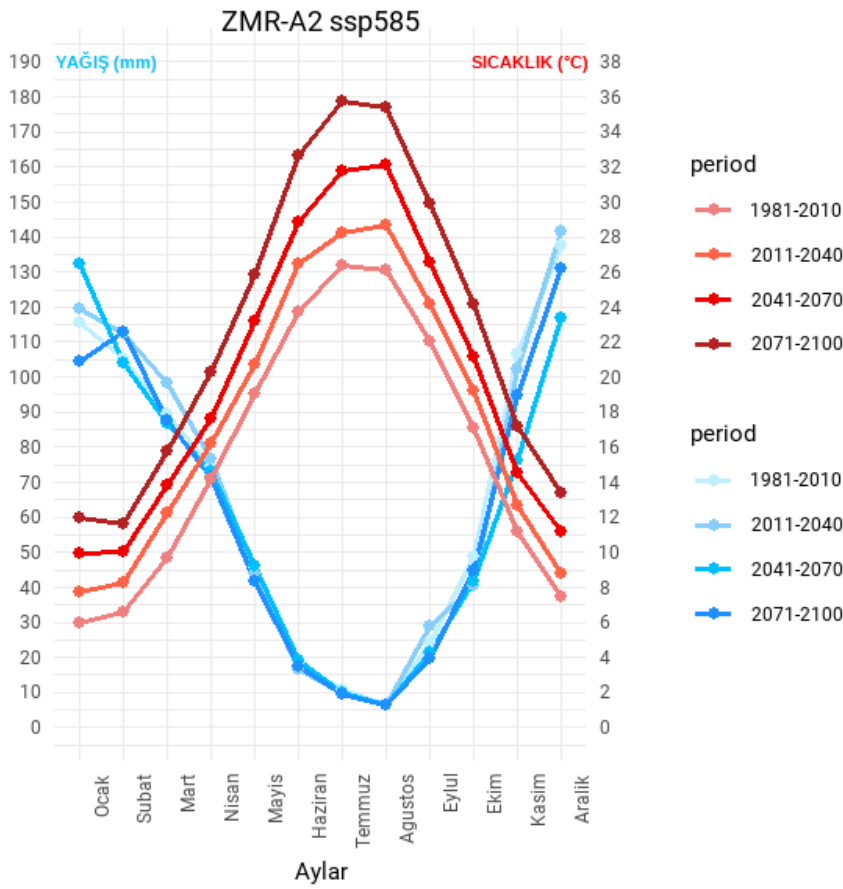
2011-2040 periyodunda ise ssp585 senaryosuna göre yine en sıcak aylar Temmuz ve Ağustos olup, 1981-2010 yılındaki verilere göre yaklaşık olarak 2°C artarak, 28°C olacaktır. En soğuk aylar ise Ocak ve Şubat ayları olup yine 2°C'lik artış ile yaklaşık 8°C olacaktır. Yağış en çok Aralık ayında olup 136 mm ve en az yağış Ağustos ayında olup 6 mm öngörülmüştür. Bu da 1981-2010 periyodundaki en çok yağışa göre 4 mm artması ve en az yağışın değişmemesi şeklindedir (Şekil 4.114).

2041-2070 periyodunda en sıcak aylar olan Temmuz ve Ağustos aylarında yaklaşık sıcaklığın 32°C olması öngörülmektedir. En soğuk aylar ise Ocak ve Şubat olup yaklaşık 10°C olacağı öngörülmüştür. Sıcaklıklar karşılaştırıldığında 1981-2010 periyoduna göre en sıcak ayların yaklaşık olarak 6°C ve en soğuk ayların ise yaklaşık 4°C artması anlamına gelmektedir. 2011-2040 periyodu ile karşılaştırıldığında ise en sıcak ayların 4°C ve en soğuk ayların 2°C artması demektir. Yağışlarda ise bu periyotta en yüksek yağışın görüldüğü ay Aralık ayı olup 112 mm ve en az yağışın olduğu ay Ağustos ayı olup 6 mm'dir. Yağışlar 1981-2010 periyodu ile karşılaştırıldığında en çok yağışın olduğu Aralık ayında yaklaşık olarak 20 mm'lik bir azalma görülmektedir. En az yağışın olduğu Ağustos ayında ise bir değişim görülmemiştir. 2011-2040 periyoduyla ile karşılaştırıldığında ise Aralık ayındaki en yüksek görülen yağış oranında yaklaşık olarak 24 mm'lik bir azalma ve en az yağış görülen Ağustos ayında ise bir değişim gerçekleşmemiştir (Şekil 4.114).

2071-2100 periyodundaki ssp585 senaryosuna görülen öngörülen en yüksek sıcaklık yaklaşık olarak 35-36°C ile Temmuz ve Ağustos aylarında görülmektedir. En düşük sıcaklığın görüldüğü Ocak ve Şubat aylarında ise sıcaklık yaklaşık olarak 12°C olacaktır. Yağışlara bakıldığında ise en yüksek yağışın görüldüğü Aralık ayında değer 126 mm iken, en az yağışın olduğu Ağustos ayında 6 mm'dir. 1981-2010 periyodu ile karşılaştırıldığında, en sıcak değerlere sahip Temmuz ve Ağustos aylarında yaklaşık olarak 10°C'lik bir artış, ve soğuk aylardan Ocak ve Şubat aylarında ise yaklaşık olarak 6°C'lik bir artış görülmektedir. Yağışlara bakıldığında ise en çok yağışın görüldüğü Aralık ayında yaklaşık olarak 6 mm'lik bir düşüş görülürken, en az yağış da bir değişim gerçekleşmemiştir. 2011-2040 periyodu ile bir karşılaştırma yapıldığında en yüksek sıcaklığın görüldüğü Temmuz ve Ağustos aylarında yaklaşık olarak 8°C'lik bir artış ve en az sıcaklığın görüldüğü Ocak ve Şubat aylarında ise yaklaşık olarak 4°C'lik bir artış görülmektedir. Yağışlar incelendiğinde ise en yüksek yağışın görüldüğü Aralık ayında 10

mm'lik bir azalış görülmekte olup en yağış olan Ağustos ayında bir değişiklik olmamıştır. 2041-2070 periyodu ile bir karşılaştırma yapılacak olur ise en yüksek sıcaklıklarda yaklaşık 4°C'lik ve en düşük sıcaklıklarda yaklaşık olarak 2°C'lik bir artış görülmektedir. Yağışlarda ise en çok yağışta 12 mm'lik bir artış gerçekleşmiş olup, en yağış değişmemiştir (Şekil 4.114).

4.2.5.2. A2 Alanı



Şekil 4.115.

A2 alanında ssp585

senaryosu ile

1981-2010,

2011-2040,

2041-2070,

2071-2100

periyotlarında

olası sıcaklık

ve yağış

değerleri.

1981-2010 periyodu: Yaz ayları olan Temmuz ve Ağustos'ta, sırasıyla 26.35°C ve 26.15°C ile en yüksek sıcaklık değerleri kaydedilmiştir. En düşük sıcaklık ise kış ayları olan Ocak ve Şubat'ta, sırasıyla 5.95°C ve 6.55°C olarak belirlenmiştir. Yağış miktarları incelendiğinde, en yüksek yağış Aralık ayında 137.7 mm, en düşük yağış ise Ağustos ayında 6.5 mm olarak ölçülmüştür (Şekil 4.115).

2011-2040 periyodu: Bu periyotta en yüksek sıcaklıkların Temmuz ve Ağustos aylarında sırasıyla 28.25°C ve 28.65°C olması beklenmekte olup, 1981-2010 dönemi ile kıyaslandığında yaklaşık 2°C'lik bir artış öngörülmektedir. Ocak ve Şubat aylarında ise

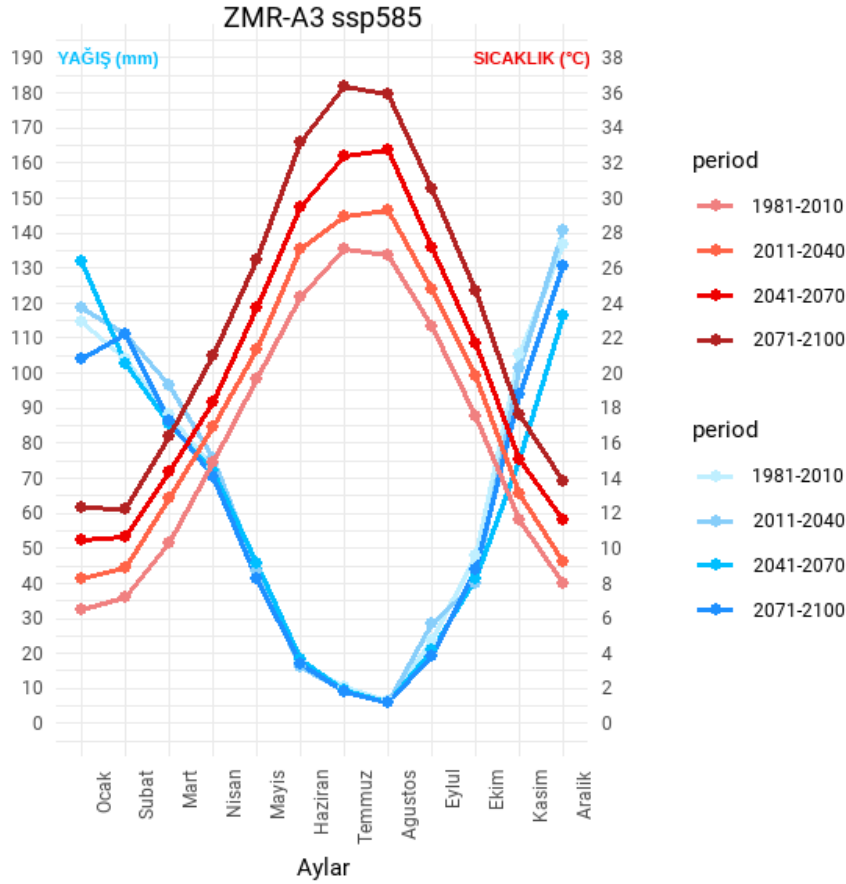
sıcaklıkların sırasıyla 7.75°C ve 8.25°C olması beklenmekte ve bu aylarda da yaklaşık 2°C'lik bir artış tahmin edilmektedir. Yağış miktarları açısından, Aralık ayında 141.7 mm ile en yüksek yağış öngörülmüş olup, 1981-2010 periyoduna göre 3 mm'lik bir artış beklenmektedir. En düşük yağışın Ağustos ayında 10 mm olması beklenmekte olup, bu değer önceki döneme göre 3.5 mm'lik bir artışı işaret etmektedir (Şekil 4.115).

2041-2070 periyodu: Bu periyotta, Temmuz ve Ağustos aylarında en yüksek sıcaklıkların sırasıyla 31.75°C ve 32.15°C olması beklenmektedir. Ocak ve Şubat aylarında ise en düşük sıcaklıkların sırasıyla 9.95°C ve 10.05°C olması öngörülmektedir. Yağış analizlerinde, Ocak ayında 133 mm ile en yüksek yağışın görülmesi beklenirken, Ağustos ayında ise yağışın 6.3 mm olması tahmin edilmektedir. 1981-2010 dönemi ile kıyaslandığında, Temmuz ve Ağustos aylarında yaklaşık 5-6°C'lik, Ocak ve Şubat aylarında ise yaklaşık 4°C'lik bir artış öngörülmektedir. Yağış miktarlarında ise en yüksek yağışın görüldüğü ayın Aralık'tan Ocak'a kayması ve 4.7 mm'lik bir azalma yaşanması beklenmektedir. Aralık ayındaki yağış miktarının ise 1981-2010 dönemi ile kıyaslandığında 20.7 mm azalması öngörülmektedir. 2011-2040 periyodu ile karşılaştırıldığında, en yüksek sıcaklıklarda 3.5°C, en düşük sıcaklıklarda ise yaklaşık 2°C'lik bir artış beklenmektedir. Yağışlar açısından en yüksek değerlerde 8.7 mm'lik bir azalma, Aralık aylarında ise 24.7 mm'lik bir azalma öngörülmektedir. En düşük yağışın görüldüğü Ağustos ayındaki değer ise değişmemiştir (Şekil 4.115).

2071-2100 periyodu: Bu periyotta, Temmuz ve Ağustos aylarında en yüksek sıcaklıkların sırasıyla 35.75°C ve 35.35°C olması öngörülmektedir. Ocak ve Şubat aylarında ise en düşük sıcaklıkların sırasıyla 11.95°C ve 11.65°C olması beklenmektedir. 1981-2010 dönemi ile karşılaştırıldığında, Temmuz ve Ağustos aylarında yaklaşık 9°C, Ocak ve Şubat aylarında ise yaklaşık 6°C'lik bir artış beklenmektedir. 2011-2040 dönemi ile kıyaslandığında, sıcak aylarda yaklaşık 7.5°C, soğuk aylarda ise yaklaşık 3-4°C'lik bir artış öngörülmektedir. 2041-2070 periyodu ile karşılaştırıldığında ise sıcak aylarda yaklaşık 5°C, soğuk aylarda ise 2°C'lik bir artış tahmin edilmektedir. Yağış miktarlarına bakıldığında, 2071-2100 periyodunda en yüksek yağışın Aralık ayında 131 mm, en düşük yağışın ise Ağustos ayında 6.2 mm olması beklenmektedir. 1981-2010 dönemi ile karşılaştırıldığında, Aralık ayında yağış miktarında 6.7 mm'lik bir azalma beklenirken, Ağustos ayında neredeyse hiç değişim olmayacağı öngörülmektedir. 2011-2040 dönemi ile kıyaslandığında, Aralık ayında 10 mm'lik bir azalma beklenmekte olup, en düşük

yağışta ise bir değişim öngörülmemektedir. 2041-2070 dönemi ile kıyaslandığında, Aralık ayları arasında 14 mm'lik bir artış beklenmekte; ancak en yüksek yağışın olduğu ay değişmiş olup, sadece 2 mm'lik bir azalma beklenmektedir. En düşük yağışlarda ise periyotlar arasında bir fark öngörülmemektedir (Şekil 4.115).

4.2.5.3. A3 Alanı



Şekil 4.116.

A3 alanında ssp585

senaryosu ile

1981-2010,

2011-2040,

2041-2070,

2071-2100

periyotlarında

olası sıcaklık

ve yağış

değerleri.

1981-2010 periyodu: Yaz ayları olan Temmuz ve Ağustos'ta, sırasıyla 26.35°C ve 26.15°C ile en yüksek sıcaklık değerleri kaydedilmiştir. En düşük sıcaklık ise kış ayları olan Ocak ve Şubat'ta, sırasıyla 5.95°C ve 6.55°C olarak bulunmuştur. Yağış miktarları incelendiğinde, en yüksek yağış Aralık ayında 137.7 mm, en düşük yağış ise Ağustos ayında 6.5 mm olarak ölçülmüştür (Şekil 4.116).

2011-2040 periyodu: En yüksek sıcaklıklar Temmuz ve Ağustos aylarında sırasıyla 28.95°C ve 29.25°C olarak öngörülmüştür. En düşük sıcaklıklar ise Ocak ve Şubat aylarında, sırasıyla 8.25°C ve 8.85°C olarak bulunmuştur. En çok yağışın görüldüğü

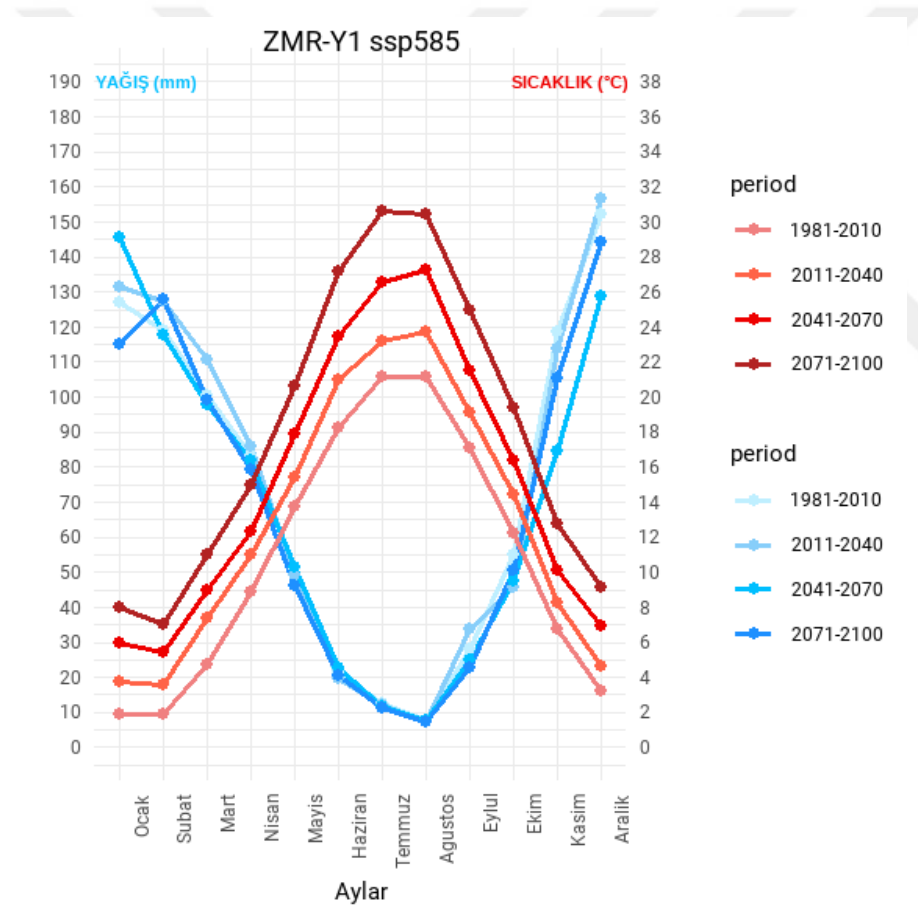
Aralık ayında yağış miktarı 140 mm, en az yağışın olduğu Ağustos ayında ise 6 mm olarak öngörülmüştür. 1981-2010 periyoduna kıyasla, en yüksek sıcaklıkların görüldüğü Temmuz ve Ağustos aylarında yaklaşık 2-3°C'lik, en soğuk Ocak ve Şubat aylarında ise yaklaşık 2°C'lik bir artış olmuştur. Yağış değerleri incelendiğinde, en çok yağışın görüldüğü Aralık ayında 4 mm'lik bir artış, en az yağışın olduğu Ağustos ayında ise bir değişiklik görülmemiştir (Şekil 4.116).

2041-2070 periyodu: En yüksek sıcaklıklar Temmuz ve Ağustos aylarında sırasıyla 32.35°C ve 32.75°C olarak öngörülmüştür. En düşük sıcaklıklar Ocak ve Şubat aylarında, sırasıyla 10.45°C ve 10.65°C olarak bulunmuştur. En çok yağışın görüldüğü ay Ocak'a kaymış olup, 131.8 mm olarak ölçülmüştür. En az yağışın görüldüğü Ağustos ayında ise yağış miktarı 6.1 mm olarak bulunmuştur. 1981-2010 periyodu ile karşılaştırıldığında, en yüksek sıcaklıklarda 5-6°C'lik bir artış, en düşük sıcaklıklarda ise 3.5-4°C'lik bir artış görülmüştür. Yağışlar açısından bakıldığında, en yüksek yağışın görüldüğü ay Aralık'tan Ocak'a kaymış ve 5.4 mm'lik bir düşüş yaşanmıştır. Aralık ayları kıyaslandığında 20 mm'lik bir azalma, Ocak ayları kıyaslandığında ise 14 mm'lik bir artış gerçekleşmiştir. En az yağışın olduğu Ağustos ayında ise neredeyse bir değişiklik görülmemiştir. 2011-2040 periyodu ile karşılaştırıldığında, en yüksek sıcaklıkların görüldüğü aylarda yaklaşık 3-4°C'lik, en düşük sıcaklıkların görüldüğü aylarda ise yaklaşık 2°C'lik bir artış olmuştur. Yağışlar açısından ise, en çok yağışın görüldüğü Ocak ve Aralık ayları kıyaslandığında 6 mm'lik bir azalma, Ocak ayları kıyaslandığında ise 13 mm'lik bir artış, Aralık ayları kıyaslandığında ise 24 mm'lik bir azalma olmuştur. En az yağışın görüldüğü Ağustos ayında ise bir değişiklik olmamıştır (Şekil 4.116).

2071-2100 periyodu: Sıcaklıkların en yüksek olduğu Temmuz ve Ağustos aylarında sırasıyla 36.35°C ve 35.95°C olarak öngörülmüştür. En düşük sıcaklıkların görüldüğü Ocak ve Şubat aylarında ise sıcaklıklar sırasıyla 12.35°C ve 12.25°C olarak bulunmuştur. En çok yağışın görüldüğü Aralık ayında yağış miktarı 131 mm, en az yağışın görüldüğü Ağustos ayında ise 6 mm olarak öngörülmüştür. Bu periyot ile 1981-2010 periyodu karşılaştırıldığında, en yüksek sıcaklıklarda 9.3°C'lik, en düşük sıcaklıklarda ise 5-6°C'lik bir artış olmuştur. Yağışlar açısından bakıldığında, en yüksek yağışın görüldüğü Aralık ayında 4 mm'lik bir azalma, en az yağışın görüldüğü Ağustos ayında ise bir değişiklik görülmemiştir. 2011-2040 periyodu ile karşılaştırıldığında, en yüksek sıcaklıklarda 6-7°C'lik, en düşük sıcaklıklarda ise 3-4°C'lik bir artış yaşanmıştır.

Yağışlar açısından, en yüksek yağışın görüldüğü Aralık ayında 9 mm'lik bir azalma olmuş, en az yağışta ise bir değişiklik olmamıştır. Son olarak, 2041-2070 periyodu ile karşılaştırıldığında, en yüksek sıcaklıkların görüldüğü Temmuz ve Ağustos aylarında yaklaşık 3-4°C'lik bir artış, en düşük sıcaklıkların görüldüğü Ocak ve Şubat aylarında ise yaklaşık 2°C'lik bir artış meydana gelmiştir. 2071-2100 periyodunda en yüksek yağış Aralık ayında iken, 2041-2070 periyodunda Aralık ayında gerçekleşmiş ve neredeyse bir değişiklik görülmemiştir. Ocak aylarını kıyasladığımızda ise 17 mm'lik bir azalma, Aralık aylarını kıyasladığımızda ise 15 mm'lik bir artış meydana gelmiştir (Şekil 4.116).

4.2.5.4. Y1 Alanı



Şekil 4.117.
Y1 alanında ssp585 senaryosu ile 1981-2010, 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100 periyotlarında olası sıcaklık ve yağış değerleri.

1981-2010 periyodu: Sıcaklığın en yüksek olduğu aylarda, sıcaklıklar 21.5°C olarak kaydedilmiş ve en düşük olduğu Ocak ve Şubat aylarında ise 1.85°C olarak bulunmuştur. Yağışın en yüksek olduğu Aralık ayında 152.1 mm, en düşük olduğu Ağustos ayında ise 7.8 mm yağış meydana gelmiştir (Şekil 4.117).

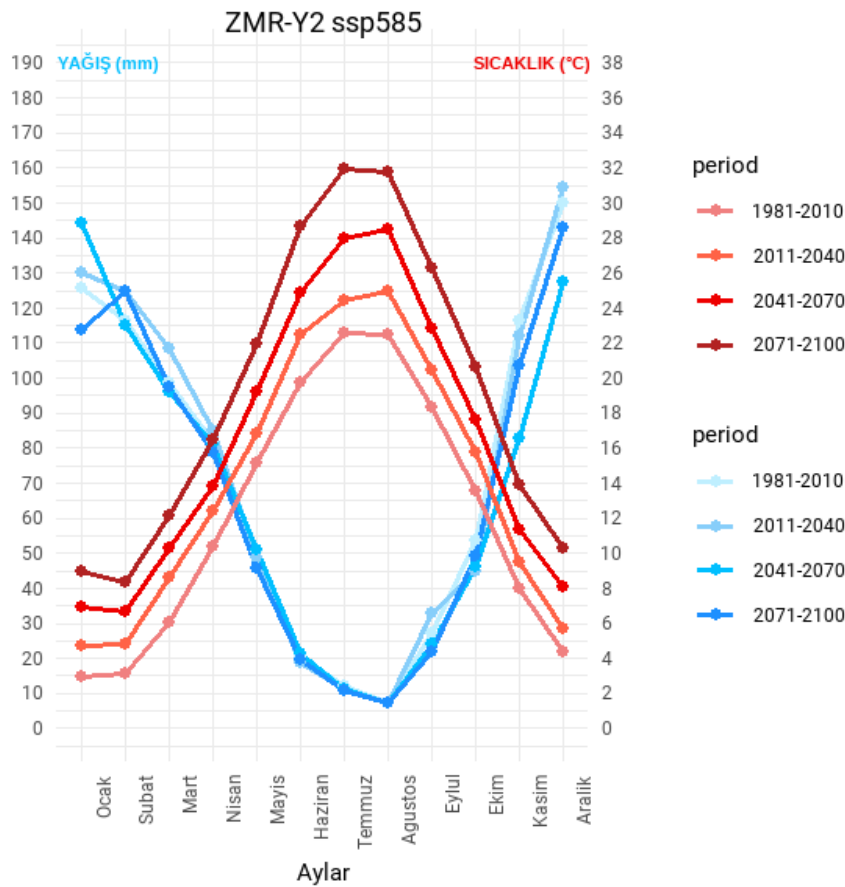
2011-2040 periyodu: Sıcaklığın en yüksek olduğu Temmuz ve Ağustos aylarında değerlerin sırasıyla 23.15°C ve 23.75°C, en düşük olduğu Ocak ve Şubat aylarında ise 3.75°C ve 3.55°C olacağı öngörülmüştür. Yağışlara bakıldığında, en yüksek yağışın Aralık ayında 156.4 mm, en düşük yağışın ise Ağustos ayında 7.4 mm olarak hesaplandığı görülmektedir. 1981-2010 periyodu ile karşılaştırıldığında, en yüksek ve en düşük sıcaklıklarda yaklaşık olarak 2°C'lik bir artış meydana gelmiştir. Yağışlar karşılaştırıldığında ise, en çok yağışın olduğu Aralık ayında 4 mm'lik bir artış, en az yağışın olduğu Ağustos ayında ise 0.4 mm'lik bir azalma meydana gelmiştir (Şekil 4.117).

2041-2070 periyodu: En yüksek sıcaklığın görüldüğü Temmuz ve Ağustos aylarında sıcaklıklar sırasıyla 26.55°C ve 27.25°C, en düşük olduğu Ocak ve Şubat aylarında ise 5.95°C ve 5.45°C olarak bulunmuştur. En çok yağışın görüldüğü ay diğer periyotlara kıyasla Ocak ayı olup, yağış miktarı 145.6 mm olarak öngörülmüştür. En düşük yağış ise yine Ağustos ayında 7.5 mm olarak hesaplanmıştır. 1981-2010 periyodu ile karşılaştırıldığında, en yüksek sıcaklıkların görüldüğü aylarda 5-6°C'lik bir artış, en düşük sıcaklıkların görüldüğü aylarda ise yaklaşık 4°C'lik bir artış meydana gelmiştir. Yağışlarda en düşük yağışın olduğu Ağustos ayında yalnızca 0.3 mm'lik bir azalma olmuştur. En çok yağışın görüldüğü ay Aralık ayından Ocak ayına kaymış ve 7 mm'lik bir azalma olmuştur. Ocak ayları karşılaştırıldığında ise 18 mm'lik bir artış, Aralık ayları karşılaştırıldığında ise 24 mm'lik bir azalma gerçekleşmiştir. 2011-2040 periyodu ile karşılaştırıldığında, en yüksek sıcaklıklarda 3-4°C'lik bir artış, en düşük sıcaklıklarda ise yaklaşık 2°C'lik bir artış görülmüştür. Yağışlar açısından en düşük yağışın olduğu Ağustos ayında neredeyse bir değişiklik olmamıştır. En çok yağışın olduğu ay Aralık'tan Ocak'a geçmiş olup, 11 mm'lik bir azalma gerçekleşmiştir. Ancak Ocak ayları karşılaştırıldığında 14 mm'lik bir artış, Aralık ayları karşılaştırıldığında ise 28 mm'lik bir düşüş meydana gelmiştir (Şekil 4.117).

2071-2100 periyodu: En yüksek sıcaklıkların görüldüğü Temmuz ve Ağustos aylarında sıcaklıklar sırasıyla 30.65°C ve 30.45°C olarak bulunmuştur. En çok yağışın görüldüğü ay Aralık ayı olup, yağış miktarı 144.1 mm, en düşük yağışın görüldüğü ay ise Ağustos ayı olup, yağış miktarı 7.4 mm olarak öngörülmüştür. Bu periyodu 1981-2010 periyodu ile karşılaştırdığımızda, en yüksek sıcaklıklarda yaklaşık 9.5°C'lik, en düşük sıcaklıklarda ise 8°C'lik bir artış meydana gelmiştir. Sıcaklıklar 2011-2040 periyodu ile

karşılaştırıldığında, en yüksek sıcaklıklarda yaklaşık 7°C'lik, en düşük sıcaklıklarda ise yaklaşık 8°C'lik bir artış görülmüştür. Son olarak, sıcaklıkları 2041-2070 periyodu ile karşılaştırdığımızda, en yüksek sıcaklıklarda 3-4°C'lik, en düşük sıcaklıklarda ise yaklaşık 2°C'lik bir artış meydana gelmiştir. Yağışları ele aldığımızda, 1981-2010 periyodu ile karşılaştırıldığında, en yüksek yağışın olduğu Aralık ayında 8 mm'lik bir düşüş, en az yağışın olduğu Ağustos ayında ise yalnızca 0.4 mm'lik bir düşüş gerçekleşmiştir. 2011-2040 periyodunda en fazla yağışın görüldüğü ayda 12 mm'lik bir azalma görülmüş, en az yağışın olduğu Ağustos ayında ise bir değişiklik olmamıştır. 2041-2070 periyodunda en fazla yağışın görüldüğü ay Ocak ayı iken, 2071-2100 periyodunda tekrar Aralık ayına geçmiştir ve aralarında yalnızca 1 mm'lik bir düşüş bulunmaktadır. Ocak ayları kıyaslandığında 30 mm'lik bir azalma, Aralık ayları kıyaslandığında ise 16 mm'lik bir artış gerçekleşmiştir. En düşük yağışın olduğu Ağustos ayında ise yalnızca 0.1 mm'lik bir azalma olmuştur (Şekil 4.117).

4.3.5.5. Y2 Alanı



Şekil 4.118.
Y2 alanında ssp585 senaryosu ile 1981-2010, 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100 periyotlarında olası sıcaklık ve yağış değerleri.

1981-2010 periyodu: En çok yağışın görüldüğü ay Aralık olup, 149.9 mm'lik bir yağış gerçekleşmiştir. En az yağış ise Ağustos ayında 7.4 mm olmuştur. En sıcak aylardan olan Temmuz ve Ağustos aylarında sıcaklık sırasıyla 22.55°C ve 22.45°C, en düşük sıcaklığın olduğu Ocak ve Şubat aylarında ise 2.95°C ve 3.15°C olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.118).

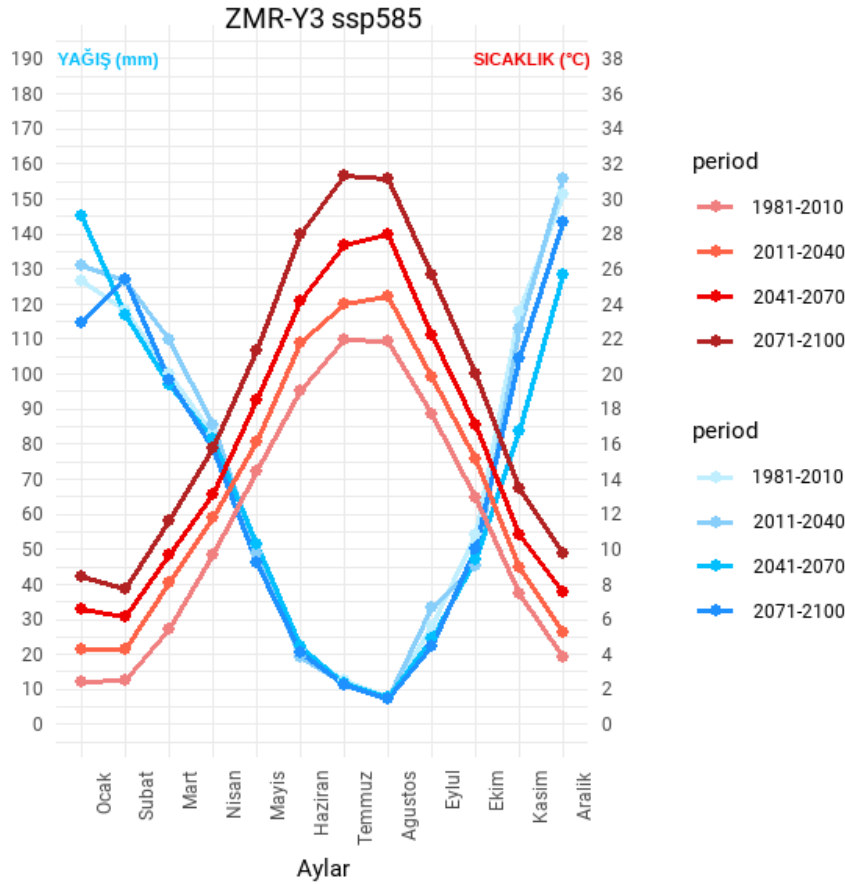
2011-2040 periyodu: En yüksek sıcaklıkların olduğu Temmuz ve Ağustos aylarında sıcaklıklar 24.45°C ve 24.95°C, en düşük sıcaklıkların olduğu Ocak ve Şubat aylarında ise sırasıyla 4.75°C ve 4.85°C olacağı hesaplanmıştır. En çok yağışın görüldüğü Aralık ayında 154.2 mm, en az yağışın olduğu Ağustos ayında ise 7.1 mm yağış olacağı bulunmuştur. 1981-2010 periyodu ile karşılaştırıldığında, en yüksek sıcaklıkların olduğu aylarda 2°C, en düşük sıcaklıkların olduğu aylarda ise 1-2°C artış gözlemlenmiştir. Yağış miktarlarında ise, en yüksek yağış 4.3 mm artarken, en az yağış 0.3 mm azalmıştır (Şekil 4.118).

2041-2070 periyodu: Bu periyotta, en yüksek sıcaklıkların görüldüğü Temmuz ve Ağustos aylarında sıcaklıkların 27.95°C ve 28.45°C, en düşük sıcaklıkların görüldüğü Ocak ve Şubat aylarında ise sırasıyla 6.95°C ve 6.65°C olacağı öngörülmüştür. En çok yağışın görüldüğü ay Aralık'tan Ocak'a kaymış ve 144.2 mm olarak ölçülmüştür. En az yağışın olduğu ay Ağustos olup, 7.2 mm yağış olacağı hesaplanmıştır. 1981-2010 periyodu ile karşılaştırıldığında, en yüksek sıcaklıkların olduğu aylarda 5-6°C, en düşük sıcaklıkların olduğu aylarda ise 3.5-4°C artış meydana gelmiştir. Yağışlarda ise en çok yağışın görüldüğü ay değişmiş ve yağış miktarlarında 5.7 mm azalma olmuştur. Ocak ayları karşılaştırıldığında 18.44 mm artış, Aralık ayları karşılaştırıldığında ise 22.6 mm azalma gözlemlenmiştir. Yağışın en az olduğu Ağustos ayında yalnızca 0.2 mm azalma görülmüştür. 2011-2040 periyodu ile karşılaştırıldığında, en yüksek sıcaklıklarda 3.5°C ve en düşük sıcaklıklarda ise 1-2°C artış olmuştur. Yağışlar arasında en çok yağışın görüldüğü ay Aralık olup, 2041-2070 periyodunda bu ay Ocak ayı olmuştur. Yağış miktarları karşılaştırıldığında 10 mm azalma görülmüştür. Ancak, Ocak aylarını karşılaştırdığımızda 14 mm artış, Aralık aylarını karşılaştırdığımızda ise 27 mm azalma meydana gelmiştir (Şekil 4.118).

2071-2100 periyodu: En yüksek sıcaklığın görüldüğü aylar Temmuz ve Ağustos olup, sıcaklık değerleri sırasıyla 31.95°C ve 31.75°C bulunmuştur. Yağışlar ele alındığında, en çok yağışın olduğu ay Aralık ve değeri 142.7 mm, en az yağışın olduğu ay ise Ağustos

olup değeri 7.1 mm olacağı öngörülmüştür. 1981-2010 periyodu ile karşılaştırıldığında, en yüksek sıcaklıklar arasında 9.3°C ve en düşük sıcaklıklar arasında yaklaşık 6°C artış gözlemlenmiştir. 2011-2040 periyodu ile karşılaştırıldığında, en yüksek sıcaklıklar arasında 6-7.5°C ve en düşük sıcaklıklar arasında 3.5-4°C artış gerçekleşmiştir. 2041-2070 periyodu ile karşılaştırıldığında ise, en yüksek sıcaklıklar arasında yaklaşık 4°C ve en düşük sıcaklıklar arasında yaklaşık 2°C artış meydana gelmiştir. Bütün periyotlarda, en yüksek ve en düşük sıcaklığın görüldüğü aylarda bir değişiklik olmamıştır. Yağışları karşılaştırdığımızda, 1981-2010 periyoduna göre en çok yağışın görüldüğü ayda 5.2 mm azalma ve en az yağışın görüldüğü ayda yalnızca 0.3 mm azalma olmuştur. 2011-2040 periyoduna göre en çok yağışın görüldüğü ayda 11.5 mm azalma görülmüş, en az yağışın olduğu Ağustos ayında ise bir değişiklik olmamıştır. 2041-2070 periyodunda en çok yağışın görüldüğü ay Ocak olup, 2071-2100 periyodunda tekrar Aralık ayına geçmiştir ve bu değişimle yalnızca 1.5 mm azalma olmuştur. Ocak ayları karşılaştırıldığında 30.3 mm azalma, Aralık ayları karşılaştırıldığında ise 15.4 mm artış meydana gelmiştir (Şekil 4.118).

4.2.5.6. Y3 Alanı



Şekil 4.119.

Y3 alanında ssp585 senaryosu ile 1981-2010, 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100 periyotlarında olası sıcaklık ve yağış değerleri.

1981-2010 periyodu: En yüksek sıcaklığın olduğu aylar Temmuz ve Ağustos ayları olup sıcaklık dereceleri 21.95 ve 21.85°C bulunmuştur. En düşük sıcaklığa sahip aylar ise Ocak ve Şubat olup, değerleri 2.45 ve 2.55°C ölçülmüştür. En çok yağışın görüldüğü ay Aralık ayında gerçekleşmiş ve değeri 151.2, en az yağış ise Ağustos ayında gerçekleşmiş ve değeri 7.7 mm bulunmuştur (Şekil 4.119).

2011-2040 Periyodu: Sıcaklığın en yüksek olduğu aylar Temmuz ve Ağustos aylarıdır ve sıcaklık dereceleri 23.95 ve 24.45°C olarak öngörülmüştür. Sıcaklığın en düşük olduğu aylar ise Ocak ve Şubat ayları olup, derecelerinin 4.25°C olacağı bulunmuştur. 1981-2010 periyodu ile karşılaştırdığımızda en yüksek sıcaklıklarda 2-3°C ve en düşük sıcaklıklarda 1-2°C artış meydana gelmiştir. Bu periyotta en yüksek yağışın Aralık ayında 155.5 mm ve en düşük yağışın Ağustos ayında 7.3 mm olacağı bulunmuştur. 1981-2010 periyodu ile karşılaştırdığımızda en yüksek yağışta 4.3 mm artış ve en düşük yağışta 0.4 mm azalış olmuştur (Şekil 4.119).

2041-2070 Periyodu: Bu periyotta en yüksek yağışın görüldüğü ay Aralık ayından Ocak ayına geçmiştir ve değerin 145 mm olacağı öngörülmüştür. En düşük yağış ise diğer periyotlarda olduğu gibi Ağustos ayında olup, 7.5 mm olarak bulunmuştur. En yüksek sıcaklığın görüldüğü Temmuz ve Ağustos aylarında sıcaklık 27.35 ve 27.95°C, en düşük sıcaklık ise Ocak ve Şubat aylarında 6.55 ve 6.15°C olacağı öne sürülmüştür. 1981-2010 ayları ile karşılaştırdığımızda en yüksek yağışın olduğu ay değişmiş olup, yağışlar arasında 5.2 mm azalış meydana gelmiştir. Ocak ayları karşılaştırıldığında 18.4 mm artış, Aralık ayları karşılaştırıldığında ise 23 mm düşüş gerçekleşmiştir. En düşük yağışta ise aylar aynı olup yalnızca 0.2 mm düşüş görülmüştür. En yüksek sıcaklıklarda 5-6°C artış ve en düşük aylarda ise 3-4°C artış olmuştur. 2011-2040 periyodu ile karşılaştırdığımızda en yüksek sıcaklıklar arasında 3-4°C ve en düşük sıcaklıklar arasında 1-2°C artış meydana gelmiştir. En yüksek yağışın görüldüğü ay değişmiş, yüksek yağışlar arasında 10.5 mm azalma olmuştur. Ocak aylarını karşılaştıracak olursak 15 mm artış ve Aralık aylarını karşılaştıracak olursak 27.3 mm azalma gerçekleşmiştir (Şekil 4.119).

2071-2100 Periyodu: En yüksek sıcaklığın görüldüğü Temmuz ve Ağustos aylarında sıcaklıkların 31.15 ve 31.35°C, sıcaklığın en düşük olduğu Ocak ve Şubat aylarında ise sıcaklıkların 8.45 ve 7.75°C olacağı öngörülmüştür. Yağışın en yüksek olduğu Aralık ayında ortalama yağış 143.5 mm ve yağışın en düşük olduğu Ağustos ayında yağış 7.3 mm bulunmuştur. 1981-2010 periyodu ile yağışları karşılaştırdığımızda en yüksek yağışta 7.7 mm azalma ve en düşük yağışta ise 0.4 mm azalma olacaktır. En yüksek sıcaklıklarda 9.4°C artış ve en düşük sıcaklıklarda ise 5-6°C artış meydana gelecektir. 2011-2040 periyodu ile karşılaştırdığımızda en yüksek sıcaklıklarda 6-7.4°C artış ve en düşük sıcaklıklarda 3.5-4°C artış olacaktır. Yağışlar karşılaştırıldığında en yüksek yağışlar arasında 12 mm azalma gerçekleşmiş olup, en düşük yağışlar arasında bir fark olmamıştır. 2041-2070 periyodu ile karşılaştırma yapıldığında en yüksek yağışların olduğu aylar değişmiş ve yalnızca 1.5 mm bir azalma olmuştur. Ocak ayları karşılaştırıldığında 30 mm azalma, Aralık ayları karşılaştırıldığında ise 15.3 mm artış gerçekleşmiştir. En yüksek sıcaklıklar arasında 3-4°C artış ve en düşük sıcaklıklar arasında 1-2°C artış meydana gelmiştir (Şekil 4.119).

4.2.5.7. Tüm Alanlar İçin 1981-2100 Periyodu Sonunda Sıcaklık ve Yağış Değerlerindeki Değişim Miktarı

Oluşturulan iklim değişikliği senaryolarına göre 1981-2100 yılları arasındaki toplam 119 yıllık süre sonunda Alçak rakımlı alanlarda yıllık toplam yağış miktarının ortalama 40.6 mm azalacağı varsayılırken yıllık ortalama sıcaklık miktarının ise ortalama 7 °C artacağı varsayılmıştır. Yüksek rakımlı alanlarda ise yıllık toplam yağış miktarının ortalama 46,1 mm azalacağı ve yıllık ortalama sıcaklık miktarının ise ortalama 7,1 °C artacağı varsayılmıştır. Çalışılan Yüksek ve Alçak rakımlı alanlardaki sıcaklık ve yağış değerlerindeki değişim miktarı oldukça benzer bir tablo sergilemiştir (Çizelge 4.4)

Çizelge 4.4. 1981-2100 yılları arasındaki süreçte Alçak ve Yüksek rakımlı alanlardaki yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış değerlerindeki değişim miktarı

1981-2100	A1	A2	A3	Y1	Y2	Y3	A Ortalama	Y Ortalama
<i>Yıllık ortalama sıcaklık (°C)</i>	7	7	7	7,1	7,1	7,1	7	7,1
<i>Yıllık toplam yağış (mm)</i>	-40,4	-41,3	-40,1	-47	-45	-46,3	-40,6	-46,1

1981-2100 yılları arasındaki periyotlarda simüle edilen sıcaklık ve yağış değerlerinin mevsimsel değişim miktarı ortalamaları ise Çizelge 4.5'te sunulmuştur. Bu değerlere göre yaz mevsiminde Alçak ve Yüksek bölgelerde ortalama 9,2 °C'lik bir artış varsayılmıştır. Yazlık toplam yağış değerlerinin ise Alçak ve Yüksek olmak üzere sırasıyla 1,9 mm ve 2,3 mm'lik bir düşüş sergileyeceği varsayılmıştır. Diğer mevsimlerde gözleneceği varsayılan sıcaklık artış ve yağış miktarı düşüş değerleri kuraklık dönemi süresinin uzayacağını göstergesi olarak varsayılmıştır.

Çizelge 4.5. 1981-2100 yılları arasındaki süreçte Alçak ve Yüksek rakımlı alanlardaki mevsimlik ortalama sıcaklık ve mevsimlik toplam yağış değerlerindeki değişim miktarı

<i>Sıcaklık (°C)</i>	A1	A2	A3	Y1	Y2	Y3	A Ortalama	Y Ortalama
<i>Kış</i>	5,7	5,6	5,6	5,8	5,7	5,7	5,6	5,7
<i>İlkbahar</i>	6,3	6,3	6,4	6,4	6,4	6,4	6,3	6,4
<i>Yaz</i>	9,2	9,2	9,1	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2
<i>Sonbahar</i>	7	7	7	7	7	7	7,0	7,0
<i>Yağış (mm)</i>	A1	A2	A3	Y1	Y2	Y3	A Ortalama	Y Ortalama
<i>Kış</i>	-10	-10,1	-9,9	-11	-10,6	-10,8	-10	-10,8
<i>İlkbahar</i>	-9,4	-9,2	-8,7	-10,4	-9,7	-10,2	-9,1	-10,1

Yaz	-1,9	-1,9	-1,9	-2,4	-2,2	-2,3	-1,9	-2,3
Sonbahar	-19,1	-20,1	-19,6	-23,2	-22,7	-23	-19,6	-23,0

4.2.5.8. Tüm Alanlar İçin 1981-2100 Yılları Arasındaki Süreçte “Kuraklık Dönemi” Bulguları

Oluşturulan iklim değişikliği senaryolarına göre 1981-2100 yılları arasındaki toplam 119 yıllık süre sonunda kuraklık döneminde, Alçak rakımlı alanlarda (A1, A2, A3) yaklaşık 6 haftalık bir uzama varsayılırken Yüksek rakımlı alanlarda (Y1, Y2, Y3) bu sürenin yaklaşık 5 hafta uzayacağı varsayılmıştır (Çizelge 4.7).

Kuraklık dönemi başlangıcı Alçak rakımlı alanlarda (A1, A2, A3) Nisan ayının başından Mart ayının ortalarına gerilerken, bitiş zamanı ise Ekim ayının başından Ekim ayının sonlarına doğru ilerlemiştir. Yüksek rakımlı alanlarda ise (Y1, Y2, Y3) bu dönemin başlangıcı Nisan ayının sonlarından Nisan ayının başlarına gerileme sergilerken, bitiş zamanı ise Eylül ayının sonlarından Ekim ayı ortalarına ilerlemiştir (Çizelge 4.6).

Tüm alanlar için mevsimsel periyotlarda kuraklık dönemi başlangıcı ile sonlanması yine aynı mevsim periyotları içerisinde seyretmiştir.

Çizelge 4.6. Oluşturulan iklim değişikliği senaryolarına göre tüm çalışma alanlarına ait “kuraklık dönemi” başlangıç ve bitiş zamanları

Kuraklık dönemi	1981-2010		2011-2040		2041-2070		2071-2100	
	Başlangıç	Bitiş	Başlangıç	Bitiş	Başlangıç	Bitiş	Başlangıç	Bitiş
A1	Nisanın 1.haftası	Ekimin 1.haftası	Martın 4.haftası	Ekimin 2.haftası	Martın 3.haftası	Ekimin 3.haftası	Martın 2.haftası	Ekimin 4.haftası
A2	Nisanın 2.haftası	Ekimin 1.haftası	Nisanın 1.haftası	Ekimin 2.haftası	Martın 4.haftası	Ekimin 3.haftası	Martın 3.haftası	Ekimin 4.haftası
A3	Nisanın 1.haftası	Ekimin 1.haftası	Martın 4.haftası	Ekimin 2.haftası	Martın 3.haftası	Ekimin 3.haftası	Martın 2.haftası	Ekimin 4.haftası
Y1	Nisanın 4.haftası	Eylülün 4.haftası	Nisanın 3.haftası	Ekimin 1.haftası	Nisanın 2.haftası	Ekimin 1.haftası	Nisanın 1.haftası	Ekimin 2.haftası
Y2	Nisanın 4.haftası	Eylülün 4.haftası	Nisanın 3.haftası	Ekimin 1.haftası	Nisanın 2.haftası	Ekimin 1.haftası	Nisanın 1.haftası	Ekimin 2.haftası
Y3	Nisanın 4.haftası	Eylülün 4.haftası	Nisanın 3.haftası	Ekimin 1.haftası	Nisanın 2.haftası	Ekimin 1.haftası	Nisanın 1.haftası	Ekimin 2.haftası

Çizelge 4.7. Oluşturulan iklim değişikliği senaryolarına göre tüm çalışma alanlarına ait “kuraklık dönemi” toplam süresi

Toplam kuraklık süresi	1981-2010	2011-2040	2041-2070	2071-2100	1981-2100*
A1	25 hafta	27 hafta	29 hafta	31 hafta	6 hafta
A2	26 hafta	28 hafta	30 hafta	32 hafta	6 hafta
A3	25 hafta	27 hafta	29 hafta	31 hafta	6 hafta
Y1	23 hafta	25 hafta	26 hafta	28 hafta	5 hafta
Y2	23 hafta	25 hafta	26 hafta	28 hafta	5 hafta
Y3	23 hafta	25 hafta	26 hafta	28 hafta	5 hafta

*1981-2100 yılları arasındaki toplam süreçte kuraklık dönemindeki toplam uzama süresi

5. TARTIŞMA

Bu tez çalışmasında iklim değişikliğinin ve rakım farkının Akdeniz bitki türlerinin çimlenmesi üzerine olası etkileri doğrultusunda oluşturulan iki hipotez, İzmir-Bozdağ'da farkı rakım kuşaklarında yer alan altı alandaki bitkilerin çimlenmesi konusunda deneyler gerçekleştirilerek sınanmıştır. Elde edilen bulgular, farklı inkübasyon sıcaklıklarına ve kuraklık şiddetlerine incelenen her bir taksonun farklı yanıtlar verdiğini göstermiştir. Her ne kadar bazı taksonların benzer yanıtlar verdiği saptanmış olsa da, bu çalışmanın en önemli sonucu, takson seviyesinde hatta popülasyon seviyesinde sıcaklık ve kuraklık etkisine karşı gösterilen yanıtlardaki yüksek seviyedeki değişkenliktir. Bu çalışma ile benzer bir bulgu, İç Anadolu bozkırındaki bitkilerin tohum çimlenmesinin iklim değişikliğine olan cevaplarının incelendiği yakın dönemde gerçekleştirilmiş bir çalışma ile de uyumludur (Değirmenci vd., 2022; Tavşanoğlu vd., yayımlanmamış veri). Bu değişkenlik, küresel olarak bilinen ve komünitelerin iklim değişikliğine çimlenme cevaplarını anlamamızı zorlaştıran bir olgudur (Cochrane vd., 2015a).

Akdeniz ekosistemlerinde rakım arttıkça, bitki toplulukları sıcaklık ve nem gibi çevresel faktörlerdeki değişimlere uyum sağlar. Bu ekosistemlerde, alçak rakımlarda yaz kuraklığı, yüksek rakımlarda ise düşük sıcaklıklar bitki komünitelerinin dağılımını belirleyen temel faktörlerdir (Fan ve Zhang, 2021). Yüksek rakımlarda soğuk koşullara uyarlanmış olan bitki türleri, daha düşük toprak sıcaklıklarında çimlenme yeteneği kazanmıştır. Bu bitkiler, kısa büyüme mevsimlerine uyum sağlamak için daha hızlı çimlenme ve erken gelişim stratejileri geliştirmiştir. Bu uyarlanımlar bitki türlerinin yaşam döngülerini sürdürmesine olanak tanımaktadır (Baskin ve Baskin, 1998; Körner, 2003). Örneğin, Cavieres vd. (2000), Şili'de And Dağları'nda yaptıkları çalışmada, farklı yüksekliklerde yaşayan *Phacelia secunda* bitkisinin yüksek rakımlarda bulunan popülasyonlarının daha düşük sıcaklıklarda çimlenmeye başladığını ve bu bitkilerin çimlenme için soğuk katlamaya (soğukla tetiklenen dormansi kırılması) ihtiyaç duyduğunu göstermiştir. Öte yandan ılıman bölgelerde yaşayan düşük rakımlı bitkilerin çimlenme için daha yüksek sıcaklıklara ihtiyaç duyduklarını belirtmiştir. Bu popülasyonların tohumları, genellikle daha az dormansi gösterir veya dormansi göstermeksizin doğrudan çimlenebilir, çünkü çevresel koşullar çimlenme için daha elverişlidir ve çimlenme periyotları yüksek rakımlı türlere göre daha esnektir (Baskin ve Baskin, 1998; Vera, 2000; Fenner vd., 2005). Toprak sıcaklıklarında görülen artışların

birçok bitkinin tohumunda çimlenmeyi ve fide çıkışını azalttığı Avustralya'daki alpin kuşak ve Akdeniz iklimli bölgelerde gösterilmiştir (Hoyle vd., 2013; Cochrane vd., 2015b).

Farklı bitki familyaları, genetik çeşitlilikleri nedeniyle farklı ekolojik stratejilere ve uyarlanım mekanizmalarına sahip olabilir. Dolayısıyla, farklı familyalar aynı rakımda farklı çimlenme stratejileri geliştirebilir (Donohue vd., 2010). Bu, bitkilerin ekolojik nişlerine, tohum dormansisi stratejilerine ve çevresel koşullara uyum kabiliyetlerine bağlı olarak değişir. Örneğin Rosaceae ve Fabaceae gibi çok sayıda tür barındıran familyalar farklı dormansi tiplerine ve optimal çimlenme sıcaklıklarına sahip türler içerir (Baskin ve Baskin, 1998). Aynı şekilde Körner (2003) Asteraceae familyasından bazı bitkilerin, yüksek rakımlarda başarılı bir şekilde çimlenirken, Poaceae familyasından türlerin de aynı rakımlarda farklı tepkiler gösterebileceğini savunmuştur. Caryophyllaceae ve Brassicaceae familyalarına ait bitkiler üzerinde yapılan bir çalışmada, yüksek rakımlarda bu familyaların tohum çimlenme süreleri ve başarı oranlarının farklı olduğu gözlemlenmiştir (Cavieres vd., 2000).

Bu tez çalışmasında rakım farkının popülasyon düzeyinde çimlenme üzerine etkisi ile ilgili bölümünde incelenen dört takson arasında, *Dactylis glomerata* en yüksek çimlenme oranını göstermiştir; özellikle %70'in üstünde çimlenme oranlarına sahip bu taksonda, yalnızca 30 ve 35°C sıcaklıklarında belirgin bir azalma gözlemlenmiştir. *Dactylis glomerata* taksonunda, en yüksek rakıma sahip olan Y1 popülasyonunun tohum çimlenmesi, A2 ve Y2 popülasyonların kıyasla daha düşük seviyelerde gerçekleşmiştir.

Trifolium sp2. taksonu, 35°C sıcaklıkta farklı bir çimlenme tepkisi göstermiş ve çimlenme oranı %80'in üstüne çıkmıştır. A3 popülasyonu, bu sıcaklıkta %99 çimlenme oranı ile daha yüksek rakıma sahip Y2 popülasyonunu geride bırakmıştır.

Verbascum parviflorum taksonunda, A1 popülasyonu, genel olarak yüksek rakıma sahip Y1 ve Y3 popülasyonlarına göre daha yüksek çimlenme oranları sergilemiştir. A1 popülasyonu, Y1 popülasyonuna göre çoğu sıcaklıkta yaklaşık %50 daha fazla çimlenme göstermiştir. Ancak, en yüksek rakıma sahip Y1 popülasyonu, 35°C sıcaklıkta en yüksek çimlenme oranını göstermiş ve Y3 popülasyonuna kıyasla %40-50 daha fazla çimlenmiştir.

Cistus creticus taksonunda ise genel olarak en yüksek çimlenme oranı yüksek rakıma sahip Y3 popülasyonunda gözlemlenmiştir. En düşük çimlenme oranı, en düşük rakıma sahip A3 popülasyonunda kaydedilmiştir.

Dört taksonun genel performansına bakıldığında, *Dactylis glomerata* taksonu diğerlerine kıyasla yüksek bir çimlenme oranı göstermiştir. Yüksek ve alçak popülasyonlar arasındaki karşılaştırmada, belirli farkların olduğu durumlarda alçak popülasyonlar genellikle daha yüksek çimlenme oranlarına sahip olmuştur. Ancak, *Cistus creticus* taksonunda bu durum tersine dönmüş ve yüksek rakımlı Y1 popülasyonu, diğer popülasyonlara göre daha fazla çimlenme göstermiştir.

Kuraklık koşullarında yapılan deneyler genel olarak kuraklık şiddetinin artışıyla birlikte çimlenme oranlarının azalmasına neden olmuştur. Ancak bu durum *Trifolium* sp2. taksonunda diğer taksonlara göre biraz farklı gerçekleşmiştir. *Trifolium* sp2., -0.0125 ve -0.25 MPa ozmotik potansiyellerinde en yüksek çimlenme oranını göstermiştir. Özellikle alçak rakıma sahip A3 popülasyonunda, çimlenme oranı yüksek rakımdaki Y2 popülasyonuna göre daha yüksek gerçekleşmiştir ve bu oran %99'a ulaşmıştır.

Dactylis glomerata taksonunda, A2 (alçak) ve Y1 (yüksek) popülasyonları arasında yalnızca -0.0625 MPa ozmotik potansiyeli arasında anlamlı bir fark gözlemlenmiştir. Genel olarak, bu taksonda -0.25 MPa ozmotik potansiyele kadar popülasyonlar arasında belirgin bir fark görülmemiştir. Ancak, ozmotik potansiyel -0.75 MPa'ya ulaştığında, çimlenme oranı %50'nin altına düşmüştür.

Verbascum parviflorum taksonunda, -0.25 MPa ozmotik potansiyele kadar tohum çimlenmesi açısından alçak ve yüksek popülasyonlar arasında belirgin bir fark bulunmamış, fakat ozmotik potansiyelin artmasıyla birlikte çimlenme oranları azalmış ve bu azalma -0.25MPa ozmotik potansiyelde %50'nin altına düşmüştür.

Cistus creticus taksonunda ise, yüksek popülasyonlar belirli bir ozmotik potansiyele kadar daha yüksek çimlenme oranlarına sahip olmuştur. Özellikle, alçak rakımdaki A3 popülasyonu diğer popülasyonlara göre daha az çimlenme göstermiştir ve -0.25 MPa

ozmotik potansiyelden itibaren alçak ve yüksek popülasyonlar arasında bir fark kalmamıştır.

Bu bulgular, alçak ve yüksek rakımlarda yer alan popülasyonların çimlenme oranlarının farklı kuraklık şiddetlerine farklı tepkiler verdiğini ortaya koymaktadır. Genel olarak, alçak rakımlarda yer alan popülasyonlar daha düşük kuraklık şiddetlerinde daha yüksek çimlenme oranları göstermiştir. Bununla birlikte, bazı taksonlar (özellikle *Cistus creticus*) yüksek rakımlarda daha iyi çimlenme oranları sergileyerek bu genel eğilimi kısmen değiştirmiştir.

Alçak ve yüksek rakımlı popülasyonlar arasındaki çimlenme oranlarına dair genel bulgular, alçak rakımlı popülasyonların genellikle daha yüksek çimlenme oranları gösterdiğini ortaya koymaktadır. Ancak, *Cistus creticus* taksonunda bu genel eğilimden sapmalar gözlemlenmiştir. Bu sapmalar, farklı taksonların rakım ve sıcaklık değişimlerine verdikleri tepkilerin değişkenlik gösterebileceğini ve her bir takson için özgün ekolojik ve fizyolojik faktörlerin dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

Bu durum, alçak ve yüksek rakımlı popülasyonların kuraklık ve sıcaklık streslerine farklı uyarlanım stratejileri geliştirdiğini ve bu stratejilerin, genetik ve ekolojik faktörlerin etkisiyle şekillendiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, her bir popülasyonun çevresel koşullara verdiği tepkilerin, taksonun özgün uyarlanım yetenekleri ve çevresel stres faktörleri tarafından belirlendiğini vurgulamaktadır.

İklim değişikliği, rakıma bağlı sıcaklık ve kuraklık değişikliklerini hızlandırarak çimlenme oranları üzerinde büyük etkiler yaratmaktadır. Walck vd. (2011), iklim değişikliğiyle birlikte sıcaklık ve kuraklık koşullarının tohum çimlenmesi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Bu çalışma, sıcaklık artışının düşük rakımlı bölgelerde kuraklık stresini artırabileceğini ve bunun sonucunda çimlenme oranlarının düşebileceğini belirtmiştir. Yüksek rakımlarda ise artan sıcaklıklar, çimlenme oranlarını potansiyel olarak artırabilir, ancak su mevcudiyetinin azalması bu faydaları sınırlayabilir. Ancak bu etkiler, bitkilerin uyarlanım stratejilerine ve ekolojik nişlerine göre değişiklik gösterebilir.

İklim değişikliği senaryoları, sıcaklık toleransı yüksek bitkilerin popülasyonlarını sürdürebilme yeteneğini artırabilir. Bu bitkiler, sadece sıcaklık artışlarına değil, aynı

zamanda diğer çevresel stres faktörlerine de daha dayanıklı olabilir. Sıcaklık toleransının yüksek olması, bitkilerin çimlenme pencerelerini genişletebilir ve bu da onların ekolojik nişlerini korumalarına veya genişletmelerine yardımcı olabilir (Probert vd., 2009).

Sıcaklık toleransı düşük bitkiler, genellikle kış veya erken ilkbahar dönemlerinde çimlenir. Ancak, bu dönemlerdeki sıcaklık artışları, çimlenme penceresini daraltabilir ve tohumların çimlenmesi için uygun koşulların azalmasına neden olabilir (Fenner ve Thompson, 2005). Bu durum, bitkilerin yaşam döngüsünü ve rekabet yeteneğini olumsuz etkileyebilir.

Sıcaklık toleransı düşük bitki türlerinin, iklim değişikliğinin neden olduğu mevsimsel sıcaklık artışları karşısında popülasyonlarını sürdürebilme yetileri tehlikeye girebilir.

Bu tez çalışması kapsamında çalışılan taksonların sıcaklık toleranslarının düşük ya da yüksek olup olmadığını oluşturulan iklim senaryolarındaki mevsimsel sıcaklık artış miktarları doğrultusunda tanımlanmıştır.

Oluşturulan iklim değişikliği senaryolarındaki yaz mevsimi sıcaklık artış miktarları doğrultusunda taksonların bulundukları alanlarda simüle edilen periyotlarda artan sıcaklığın taksonların çimlenme davranışı üzerindeki olası etkileri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Buna göre en son senaryo olan 2071-2100 periyodunda tüm alanlarda varsayılan yaz mevsimi sıcaklık değerleri şöyledir: 34.4°C (A1), 34.6°C (A2), 35.2 °C (A3), 29.4°C (Y1), 30.8°C (Y2), 30.2°C (Y3). Buna ek olarak, çimlenmelerin sıklıkla gerçekleştiği ilkbahar aylarındaki öngörülen değişiklikler de benzer örüntüler sergilemektedir. Buna göre, Alçak ve Yüksek kuşaktaki popülasyonların bulunduğu alanlarda Şubat, Mart, Nisan ve Mayıs ayı sıcaklıklarının yüzyıl sonunda 6 ilâ 7°C artış göstereceği, ancak ilkbahar aylarındaki yağış değerlerinde kayda değer bir düşüş olmayacağı öngörülmektedir. Aylık ortalama sıcaklıkların, alçak zonda Mayıs ayında 20 °C'den 26°C'ye, Nisan ayında 14°C'den 20°C'ye, Mart ayında 10° C'den 16° C'ye, Şubat ayında ise 7°C'den 12 °C'ye çıkacağı öngörülmektedir. Yüksek zonda ise aylık ortalama sıcaklıkların Mayıs ayında 15°C'den 22 °C'ye, Nisan ayında 11°C'den 17°C'ye, Mart ayında 6°C'den 12°C'ye, Şubat ayında ise 3 °C'den 9°C'ye çıkacağı tahmin edilmektedir. Bu senaryoya göre, incelenen taksonların belirtilen sıcaklık değerlerine gösterebileceği olası tepkiler, mevcut çimlenme verileriyle karşılaştırıldığında, birçok bitkinin çimlenme zamanını daha erken döneme çekmek zorunda kalabileceği anlaşılmaktadır. Bunun

sebebi, alanlardaki optimal çimlenme sıcaklığının zamansal olarak yüzyıl sonu itibari ile günümüze göre en az 1 ay öncesinde gerçekleşecek olmasıdır.

Çalışmada incelenen taksonların bağlı bulunduğu familyalara göre de sıcaklık ve kuraklığa çimlenme yanıtlarında farklılıklar gözlemlenmiştir.

Poaceae familyası bu çalışma kapsamında 6 takson ve 8 popülasyon içermektedir. Bu popülasyonlardan 6 tanesi yüksek rakımda yer alırken 2 tanesi alçak rakımda yer alır. *Dactylis glomerata*'nın 3 popülasyonu alçak ve yüksek rakımda bulunurken *Phleum* sp. ve *Avena* sp. taksonları aynı alanda (Y3) bulunmaktadır. Çimlenme deneylerinin sonuçlarına göre bu taksonlar tüm sıcaklık derecelerinde ve alçak yüksek rakımda benzer çimlenme oranları göstermiş ve bu oranlar yaklaşık olarak %60-95 gibi yüksek aralıkta tespit edilmiştir. Bu sonuçlar bu taksonların sıcak toleransı yüksek bitkiler olduğunu işaret etmektedir. Oluşturduğumuz iklim senaryolarındaki tahmini sıcaklık artışına göre bu taksonların popülasyonlarının sürdürülebilirliğinin çok yüksek olduğu varsayılabilir. *Stipa* sp. (Y1) taksonu 30°C ve 30/20°C sıcaklıklarda %35-40 gibi düşük oranda çimlenirken diğer sıcaklıkların tümünde %90-95 gibi yüksek oranda çimlenme göstermiştir. Bu sonuç *Stipa* sp. taksonunun yüksek sıcaklıklarda düşük çimlenme oranı sergilediğini ve iklim senaryosuna göre popülasyonun sürdürülebilirliğinin risk altında olabileceği varsayılabilir. Bu familyaya ait son takson *Lagurus ovatus* (A2)'tur. Bu taksonun çimlenme davranışı düşük sıcaklıklarda yüksek çimlenme göstermesidir. 15°C, 20/10°C ve 25/15 °C sıcaklıklarında çimlenme oranı %60-90 arasında seyrederken 30°C de bu oran yaklaşık %5 e düşmektedir. Bu taksonunda iklim senaryosundaki tahmini sıcaklık artışından olumsuz etkileneceği ve popülasyonun hayatta kalmasının büyük risk altında olacağı varsayılmaktadır.

Çalışmadaki ikinci büyük familya Fabaceae'dir ve 4 takson ile 7 popülasyon barındırır. Bunlardan 1 tanesi yüksek rakımda diğer 6 tanesi alçak rakımda bulunmaktadır. *Trifolium* sp.1(A1) 35°C haricindeki diğer sıcaklıklarda %30-40 aralığında çimlenme oranı sergilerken, 35°C de bu oran %95 gibi oldukça dramatik bir artış sergilemiştir. Aynı şekilde *Trifolium* sp.2 (A3, Y2)'nin her iki rakımında da benzer çimlenme oranları gözlenmiş ve iki popülasyonda da 35°C de %85-95 aralığında çimlenme oranı bulunmuştur. Bu sonuçlar bu iki taksonun da yüksek çimlenme oranı için yüksek sıcaklık tercih ettiğini destekler niteliktedir. Dolayısıyla iklim senaryosundaki tahmini sıcaklık

artışına göre bu taksonların popülasyonlarının sürdürülebilirliğinin mümkün olduğu varsayılabilir. Familyada yer alan diğer iki takson ise *Trifolium arvense* (A1, A2) ve *Calicotome villosa* (A2, A3)'dir. Her iki taksonun ve popülasyonların çimlenme oranları çok benzerdir (%10-35) ve tüm sıcaklıklarda oldukça düşük değerler gözlenmiştir. Bunun bir nedeni bu taksonların dormansiye sahip olması olabilir. Bu durumda bu taksonlar için iklim değişikliği senaryosu doğrultusunda herhangi bir tahminde bulunmak zordur.

Asteraceae familyası çalışmada 3 takson ve 3 popülasyon içermektedir. Bunlardan biri yüksek rakımda ikisi ise alçak rakımda bulunur. *Xeranthemum* sp.(Y1) taksonu istisnasız tüm sıcaklıklarda %90-95'in üzerinde çimlenme oranı sergilemiştir. Bu taksonun yüksek sıcaklık toleransına sahip olduğu açıktır ve iklim değişikliği senaryolarında popülasyonların sürdürülebilirliği büyük ihtimaldir. *Anthemis* sp (A1) taksonunda 35 °C haricindeki tüm sıcaklıklarda %85-95 aralığında çimlenme oranı gösterirken 35 °C'de bu oran %60 olmuştur. Diğer takson *Onopordum illyricum* (A1) da tüm sıcaklıklarda %50-90 arasında yüksek çimlenme oranı sergilemiştir. Bu taksonlarda kısmen yüksek sıcaklık toleransı sergilediğinden iklim sıcaklığı senaryosundaki olası sıcaklık artışından popülasyonları nispeten sürdürülebilir olacağı varsayılabilir.

Apiaceae familyasında 3 taksona ait 3 popülasyon bulunmaktadır. Bunlardan biri alçak rakımda diğer ikisi yüksek rakımda yer alır. *Torilis arvensis* ve *Apiaceae* sp.2 taksonlarının her ikisi de yüksek rakımda yer almıştır. Bu iki taksonun çimlenme davranışı ve oranları çok benzerdir. Her ikisinde de 30°C haricindeki sıcaklıklarda çimlenme oranı %70-95 arasındadır. Fakat 30°C de her ikisi de çok düşük çimlenme oranı sergiler %20 civarında. Diğer takson *Apiaceae* sp.1(A3)'in 30°C dışındaki çimlenme oranları %40-50 arasında değişirken 30°C de dramatik bir düşüş sergileyerek %5 civarlarda seyretmiştir. Bu durumda bu popülasyonlar için yüksek sıcaklık olumsuz etkiye sahip olabilir ve iklim değişikliği senaryosu doğrultusunda bu popülasyonların sürdürülebilirliğinin tehlike altına girebileceği varsayılabilir.

Cistaceae'ye ait çalışılmış 2 takson ve 5 popülasyon vardır. *Cistus salviifolius* (A3) taksonunun tüm sıcaklıklardaki çimlenme oranı oldukça benzer olup %25-35 arasında seyretmiştir. Bunun nedeni yine bitkinin dormansiye sahip olabileceğidir. *Cistus creticus* 4 popülasyona sahiptir ve bunlardan ikisi alçak rakım ve ikisi yüksek rakımda yer alır. Alçak ve yüksek popülasyonlar arasında çimlenme oranlarında anlamlı bir fark

gözükmemektedir. Dört popülasyonda da 30°C çimlenme oranları %35-55 civarlarındayken diğer sıcaklıklardaki oran %45-80 aralığında seyreder. 30°C de çimlenme oranlarındaki düşüş, popülasyonların yüksek sıcaklığı tolere edemeyeceği varsayılabilir.

Lamiaceae 2 takson ve 3 popülasyondan oluşmuştur, hepsi yüksek rakımda bulunmaktadır. *Origanum* sp (Y2) taksonunda 30°C de çimlenme oranında dikkate değer düşüş gözlenmiştir. Çimlenme oranı %30 olarak bulunmuştur. *Thymus zygoides* 'ın Y1 ve Y3 popülasyonlarında farklı çimlenme oranları göze çarpmıştır. Y1 popülasyonu 35°C de %5 çimlenme oranına sahipken Y3 popülasyonunda %60 olarak gözlenmiştir ve diğer oranlardan en yükseği budur.

Scrophulariaceae`den endemik takson *Verbascum parviflorum*`un alçak ve yüksek rakımda olmak üzere 3 popülasyonu mevcuttur. Ve bu popülasyonlardan Y1 ve Y3 çok benzer düşük oranlar sergilerken A1 deki popülasyonun çimlenme oranları nispeten daha yüksek oranlara sahiptir. Y1 ve Y3 popülasyonlarında 35°C sıcaklık çimlenme oranları artış gösterirken A1 deki popülasyonun 35°C de çimlenme oranları nispeten düşmüştür. Bu taksonun popülasyonlarının iklim sıcaklığı senaryosundaki sıcaklık artışından ortalama düzeyde etkileneceği varsayılabilir. Familyada diğer bir *Verbascum* sp.(Y2) taksonu yer alır ve çimlenme oranları %30-80 arası değişir. 35°C de %90 oranında çimlenme oranı gözlenmiştir. Bu taksonda çimlenme için yüksek sıcaklık tercih eder ve bu durumda iklim değişikliği senaryosundaki sıcaklık artışından olumlu etkileneceği varsayılabilir.

Caprifoliaceae familyasından sadece 2 takson yüksek rakımda yer almıştır. Caprifoliaceae sp (Y1) taksonu 15°C`de %65 ve 20/10 da %45 çimlenmiştir. 30°C de çimlenme %5`ten az gerçekleşmiştir. *Scabiosa argentea* (Y1) taksonu değişken sıcaklıkta daha iyi çimlenmiştir. 30°C de çimlenme oranında düşüş görülmüştür. Bu durumda her iki taksonun da iklim değişikliği senaryosu sıcaklık artışından olumsuz etkileneceği varsayılabilir.

Caryophyllaceae`ye ait 2 takson ve 5 popülasyon çalışılmıştır. Bunların hepsi yüksek rakımda yer almıştır. *Dianthus zonatus*`un iki popülasyonu da tüm sıcaklıklarda çok benzer oranlarda %50-80 arası çimlenme göstermiştir. Senaryoya göre popülasyonların

sürdürülebilirliği bu takson için mümkün varsayılabilir. *Silene* sp.`nin üç popülasyonu vardır (Y1, Y2, Y3) ve bunlardan Y2 diğer iki popülasyondan daha fazla ve tüm sıcaklıklarda benzer oranda çimlenme göstermiştir. Bu popülasyon yüksek sıcaklık toleransına sahiptir ve iklim değişikliği senaryolarında olumlu şekilde etkileneceği varsayılır. *Silene* sp Y1 ve Y3 popülasyonlarında 30°C de çimlenme oranlarında belirgin düşüş gözlenmiştir. Bu popülasyonların yüksek sıcaklıklarda çimlenemeyeceğini ve iklim değişikliği senaryosunda popülasyonların sürdürülebilirliğinin olumsuz etkilenebileceği varsayılır.

Allium proponticum bir geofittir ve geofitler düşük sıcaklıklara ihtiyaç duyar yani bu popülasyon düşük sıcaklık toleransına sahiptir. 15°C de ve 20/10 °C de %95 çimlenme oranı sergilemiştir. 25°C ve 30°C de çimlenme olmamıştır. Bu popülasyonun sürdürülebilirliği iklim değişikliği senaryosunda sıcaklık artışında çok yüksek risk altına girebilir.

Echium italicum taksonu değişken sıcaklıklarda %50-55 civarlarındayken 35°C de %50 çimlenme göstermiştir. Popülasyonun olası iklim değişikliği senaryosunda kısmen riske gireceği varsayılabilir.

Hirschfeldia incana (A1) tüm sıcaklıklarda yüksek ve benzer oranda %80-90 çimlenme sergilemiştir. 35°C de %90 çimlenme göstermiştir. Bunun anlamı bu taksonun sıcaklık artışına toleranslı olduğudur. Dolayısıyla sıcaklık artışlarında popülasyonun hayatta kalma olasılığı oldukça yüksek görünmektedir.

Hypericum sp (Y1) taksonu tüm sıcaklıklarda benzer oranda %50-75 arası çimlenme göstermiştir.

Alcea biennis (A1) düşük çimlenme oranları % 25-50 sergilemiştir. 35 °C deki çimlenme oranı %45 olarak kaydedilmiş, en yüksek oran olan %50 çimlenmeyi 20 °C de ve 30/20 °C de göstermiştir. Çimlenme oranlarında %50 çok olmadığından bu popülasyonun hayatta kalma olasılığının düşük olacağı varsayılabilir.

Papaver sp. taksonu 15 °C de %30 oranında çimlenme sergilemiştir. En yüksek çimlenme oranı %55 ile 25/15 °C değişken sıcaklıkta kaydedilmiştir. 30 °C de çimlenme

gözlenmediğinden iklim değişikliği senaryosunda popülasyon sürdürülebilirliğinin yüksek risk altında olduğu varsayılır.

Rumex sp (Y1) taksonu 35 °C de hafif artan bir çimlenme oranı sergilemiştir (%25). Bu popülasyonun yüksek sıcaklıkta hayatta kalma olasılığını tahmin etmek zordur.

Tez kapsamında gerçekleştirilen kuraklık deneylerinde, 30 taksona ait 42 popülasyonun kuraklık stresi altında sergilediği çimlenme davranışları incelenmiştir. Buna göre, kuraklık stresine en dayanıklı familyanın, en yüksek kuraklık şiddetinde yaklaşık %40 çimlenme oranıyla yanıt veren Poaceae familyası olduğu görülmüştür. Poaceae'yi, %20 çimlenme oranıyla Fabaceae takip ederken, %15 çimlenme oranıyla Lamiaceae üçüncü sırada yer almıştır. Caryophyllaceae ise yaklaşık %1 çimlenme oranıyla en yüksek kuraklık şiddetinde çimlenebilen familyalar arasında son sırada yer almıştır. Bu familyalar dışında kalan diğer familyalara ait taksonlar, en yüksek kuraklık şiddetinde çimlenme göstermemiştir.

Poaceae familyası taksonları arasında, *Avena* sp. (Y3) tüm ozmotik potansiyel değerlerinde, en yüksek kuraklık şiddeti olan -0,75 MPa dahil, %90-100 arasında çimlenme göstererek kuraklığa en dayanıklı ve en başarılı takson olmuştur. *Phleum* sp. (Y3) taksonu, -0,75 MPa ozmotik potansiyelde %5 çimlenme oranı sergilerken, diğer tüm kuraklık şiddetlerinde %95-100 arasında çimlenmiştir. *Stipa* sp. (Y1), -0,75 MPa ozmotik potansiyelde çimlenme göstermemiş, ancak diğer tüm ozmotik potansiyel değerlerinde %90-100 çimlenme oranına ulaşmıştır. *Dactylis glomerata*'nın üç farklı popülasyonu (A2, Y1, Y2), tüm kuraklık şiddeti aralığında %45-100 oranında çimlenme göstermiştir. *Lagurus ovatus* (A2) popülasyonu ise -0,5 ve -0,75 MPa ozmotik potansiyellerinde çimlenme göstermemiş, ancak diğer üç ozmotik potansiyellerde %30-85 arasında çimlenme oranları sergilemiştir. Bu nedenle, *L. ovatus*, familya içinde kuraklığa nispeten en dayanaksız takson olarak kabul edilmiştir.

Poaceae familyasındaki popülasyonlardan 6'sı yüksek rakımda, yalnızca 2'si ise alçak rakımda bulunmuştur. A2 bölgesinde yer alan *D. glomerata* popülasyonunun çimlenme oranı, tüm kuraklık şiddetlerinde Y1 bölgesindeki popülasyondan hafifçe daha yüksektir. Bu durum, düşük rakımlı bölgelerde kuraklık stresinin daha belirgin olacağı ve buna bağlı

olarak çimlenme oranlarının düşeceği genel hipotezini *D. glomerata* için desteklememektedir.

Sonuçlardan anlaşılabileceği üzere çalışmadaki Poaceae familyasına ait taksonlar (*L. ovatus* haricinde) çimlenme yüzdeleri üzerinde rakım farkının ve kuraklık derecesinin anlamlı bir etkisi bulunamamıştır.

Fabaceae familyasında yalnızca 5 adet *Trifolium* cinsine ait taksonlara kuraklık deneyi yapılmıştır. Diğer familyalardan farklı olarak bu familyada orta kuraklık şiddetleri olan -0.125 ve -0.25MPa ozmotik potansiyellerde diğer kuraklık şiddetlerine göre çok daha yüksek bir çimlenme görülmüştür. Bu taksonlardan yalnızca bir tanesi alçak rakımda yer almaktadır. *Trifolium* sp1 (A1) taksonu -0.125, ve -0.25 MPa ozmotik potansiyellerinde kontrol grubunun yaklaşık 3 katı olacak şekilde %80-90 çimlenme göstermiş ve -0.5 MPa ozmotik potansiyelde ise kontrol grubun 2 katından biraz daha fazla %60 çimlenme göstermiştir. *Trifolium arvense* her iki popülasyonda da (A1, A2) benzer bir çimlenme performansı göstermiştir. En yüksek çimlenmeler (%50-70) orta kuraklık şiddetine sahip -0.125 ve -0.25 MPa ozmotik potansiyellerde gerçekleşmiş ve ardından diğer yüksek çimlenme -0.5MPa ozmotik potansiyelde %40-45 gerçekleşmiştir. *Trifolium* sp2. taksonunun alçak ve yüksek (A3, Y2) popülasyonları genel benzer bir çimlenme performansı sergilerken alçak popülasyonda çimlenme daha yüksek bir oranda gerçekleşmiştir. Alçak (A3) popülasyonda -0.125 ve -0.25 MPa ozmotik potansiyellerde çimlenme %99'a ulaşmış ve yüksek (Y2) popülasyonda %80 olarak görülmüştür.

Asteraceae familyasına ait 3 takson ve 3 popülasyon kuraklık deneylerinde kullanılmıştır. *Anthemis* sp. (A1) taksonunda kontrol dahil olmak üzere -0,0625 MPa, -0,125 MPa, -0,25 MPa ozmotik potansiyellerinde %95-100 çimlenme görülürken -0,5 MPa da bu oran %20'ye düşmüş ve en yüksek kuraklık şiddeti olan -0,75 MPa ozmotik potansiyelde ise çimlenmemiştir. *Onopordum illyricum* (A1) -0,5 ve -0,75 MPa ozmotik potansiyellerde çimlenme göstermezken, diğer kuraklık şiddetlerinde %30-70 arasında çimlenme oranı görülmüştür. *Xeranthemum* sp. (Y1) taksonu ise bu familya içerisinde en yüksek oranda çimlenme yüzdesi gösteren takson olmuştur. En yüksek kuraklık şiddeti olan -0,75 MPa'da çimlenmezken diğer ozmotik potansiyel değerlerinde %85-100 arası çimlenme görülmüştür. Asteraceae familyasındaki taksonlarda alçak ve yüksek rakımdaki kuraklık koşullarındaki çimlenme davranışı genel hipotezi destekler niteliktedir.

Apiaceae familyasına ait 3 takson ve 3 popülasyon kuraklık deneylerinde kullanılmıştır. *Apiaceae* sp.1 (A3) taksonunda -0,0625 MPa, -0,125 MPa, -0,25 MPa ozmotik potansiyellerinde %65-85 çimlenme görülürken -0,5 ve -0,75 MPa ozmotik potansiyel değerlerinde çimlenme olmamıştır. *Torilis arvensis* (Y1) taksonu -0,0625 MPa, -0,125 MPa, -0,25 MPa kuraklık şiddetlerinde yaklaşık %100 çimlenme sergilerken -0,5 MPa ozmotik potansiyelde %15 çimlenmiştir ve yüksek kuraklık şiddeti olan -0,75 MPa ozmotik potansiyelde çimlenme görülmemiştir. *Apiaceae* sp.2 (Y3) taksonu -0,0625 MPa, -0,125 MPa, -0,25 MPa ve -0,5 MPa ozmotik potansiyellerinde %85-100 çimlenme sergilerken -0,75 MPa ozmotik potansiyelde çimlenme görülmemiştir. Apiaceae familyasındaki taksonlarda da yüksek rakımlarda yüksek çimlenme oranları gözlenirken alçak rakımda ortalama çimlenme yüzdesi genel hipotezi sorgular niteliktedir.

Lamiaceae familyasına ait 2 takson ve 3 popülasyon kuraklık deneylerinde kullanılmıştır ve hepsi yüksek rakımlı alanlara aittir. *Thymus zygoides* (Y1) taksonunda -0,75 MPa hariç diğer kuraklık şiddet değerlerinde çimlenme yüzdesi % 10-30 arasında değişiklik gösterirken aynı taksonun Y3 popülasyonunda -0,75 MPa dahil tüm değerlerde çimlenme yüzdesi % 25-75 arasında gözlenmiştir. Diğer bir takson olan *Origanum* sp (Y2) -0,75 MPa değerinde çimlenme göstermezken diğer kuraklık şiddet değerlerinde çimlenme yüzdesi %70-90 arasında değişiklik göstermiştir.

Caprifoliaceae familyasından sadece yüksek rakımdan 2 takson ve 2 popülasyon bulunmaktadır. *Caprifoliaceae* sp (Y1) -0,75 MPa'da çimlenme göstermezken diğer ozmotik potansiyel değerlerinde çimlenme yüzdesi %50-85 arasında değişiklik göstermiştir. *Scabiosa argentea* -0,75 MPa ozmotik potansiyel değerinde çimlenme göstermezken diğer değerlerde çimlenme yüzdesi %30-50 arasında değişiklik göstermiştir.

Caryophyllaceae familyasından sadece yüksek rakımdan 2 takson ve 4 popülasyon bulunmaktadır. *Dianthus zonatus* (Y1) -0,75 MPa ozmotik potansiyelde yaklaşık %5 çimlenme sergilerken, diğer kuraklık şiddetlerinde çimlenme yüzdesi %80-95 arasında değişiklik göstermiştir. *Silene* sp (Y1) -0,75 MPa ozmotik potansiyelde çimlenme göstermezken -0,5 MPa ozmotik potansiyelde %2 civarında ve kalan diğer kuraklık şiddetlerinde ise çimlenme yüzdesi %90-100 arasında değişiklik göstermiştir. *Silene* sp

(Y2) için -0,75 MPa ozmotik potansiyel deneyi yapılamamış olup diğer bütün kuraklık şiddetlerinde yüksek bir çimlenme (%80-100) oranı sergilemiştir. *Silene* sp (Y3) -0,75 MPa ve -0,5 MPa ozmotik potansiyellerde çimlenme göstermezken diğer kuraklık şiddetlerinde ise çimlenme yüzdesi %80-100 arasında değişiklik göstermiştir.

Familyalar arasında görülen bu çimlenme yanıtı farklılıklarının, familyaların evrimsel geçmişinden kaynaklanması olasıdır. Bununla birlikte, çok sayıda takson içeren familyalarda sıcaklık ve kuraklığa çimlenme yanıtları da daha fazla değişkenlik göstermiştir. Bu durum, sıcaklık ve kuraklığa çimlenme yanıtlarının türe özgü olabileceği ve familya gibi üst taksonomik birimlerden bağımsız olabileceğini göstermektedir.

Sonuç olarak en karamsar iklim senaryolarından biri olan ssp585 iklim değişikliği senaryosunda İzmir Bozdağ'da yüksek sıcaklık ve kuraklık koşullarında Poaceae ve Fabaceae gibi familyalar iklim değişikliğine karşı soyunu devam ettirme şansı sağlayabilecekken, *Papaver* sp ve *Allium proponticum* gibi taksonların soylarını devam ettirme şansları olmayabilir.

6. SONUÇ

Bu tez çalışmasının bulguları, incelenen taksonlar arasında, sıcaklığa ve kuraklığa çimlenme yanıtı bakımından tutarlı bir örüntü olmadığını ortaya koymuştur. Bu doğrultuda, çalışmada elde edilmiş olan çimlenme örüntüsü bulguları taksona özgüydü ve taksonlar artan inkübasyon sıcaklıkları ve yükseltiye farklı tepkiler gösterdi. Ayrıca, optimal çimlenme sıcaklıkları da taksonlar arasında farklılık göstermiştir. Bazı taksonlar, daha düşük rakımlarda daha yüksek çimlenme oranlarına ulaşırken, diğerleri arasında önemli bir fark gözlenmemiştir. Bir takson için, sıcaklıkların 30°C'ye kadar artması çimlenmeyi azaltırken, diğer taksonların tohumları bu sıcaklıkta çimlenebilmiştir. Ayrıca, değişken sıcaklıkların, sabit sıcaklıklarla karşılaştırıldığında çimlenmeyi önemli ölçüde artırmadığı saptanmıştır. Sonuçlarımız, Akdeniz bitki türlerinin değişen sıcaklık rejimlerine verdikleri çimlenme tepkisinin büyük ölçüde türe özgü olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, iklimde gerçekleşmekte olan ısınmanın Akdeniz alçak ve yüksek rakım ekosistemlerindeki bitkilerin çimlenme davranışını farklı şekillerde etkileyebileceği anlaşılmaktadır.

Bu tez çalışması kapsamında incelenen alanlardaki iklim değişikliğinin daha çok sıcaklık artışı şeklinde gerçekleşecek olması ve yağışlarda belirgin bir düşüş görülmeyecek olması nedeni ile, bu tez çalışmasındaki inkübasyon sıcaklığı bulgularına göre, bazı taksonların optimal çimlenme dönemlerinin, günümüze göre daha erken gerçekleşebileceği anlaşılmaktadır. Geleceğin değişimi olan iklimsel koşulları altında, yağışın kısıtlayıcı olmadığı daha sıcak bir ortamda, birçok taksonda daha erken çimlenme görülmesi en olası gelecek çimlenme örüntüsü senaryosunu oluşturmaktadır. Dolayısıyla, bu bulgulardan, çalışma alanındaki birçok taksonun tohum çimlenmesinin fenolojik değişiklikler ile devam edebileceği sonucu çıkarılabilir. Bununla birlikte, bir bitki türünün bir alanda yaşamını devam ettirebilmesi ve kalıcılığını sağlayabilmesi için, hayat döngüsünün çimlenme evresinden farklı dönemlerde de iklim değişikliğinden kaynaklı ısınma etkisine direnmesi gereklidir. Örneğin, sıcaklık artışının Kazdağı göknarındaki çimlenme ve fide büyümesi üzerine etkisi konusundaki bir çalışmada, artan sıcaklıklarda daha iyi çimlenmekte olan Kazdağı göknarı tohumlarının, tohum çimlendikten sonra sıcaklık artışı ile birlikte fide ölüm oranlarında bir artış olduğu ve fide büyümesinin baskılandığı görülmüştür (Usta ve Tavşanoğlu, yayımlanmamış veri). Dolayısıyla, bu tez çalışmasının

bulguları yorumlarken, çalışmanın bitkilerin yaşam dsnn sadece tohum evresini kapsadığı ve iklim değişikliğinin çalışılan alandaki türler üzerine etkisini tam olarak anlayabilmek için, bu alanlarda yaşayan türlerin sıcaklık artışına fide ve ergin evrelerdeki mortalite ve fizyolojik yanıtlarını da incelemek gerekmektedir. Buna ek olarak, bu çalışma kapsamında bazı taksonların çimlenmesinin görece düşük değerlerde bile sıcaklık artışına bağlı olarak belirgin bir şekilde azalmış olduğu görülmüştür. Bu durum, bu gibi türlerin iklim değişikliğinden diğerlerine göre (en azından tohum evresinde) daha çarpıcı bir şekilde etkilenebileceği de göstermektedir.

İklim değişikliğinin etkilerinin tohum çimlenmesini nasıl etkilediği konusunda farklı ekosistem ve tür grupları ile yapılacak olan gelecekteki çalışmalar, türlerin uzun vadede sıcaklık artışına verecekleri çimlenme yanıtlarındaki örüntüleri ortaya koymak bakımından önemli olacaktır. Ayrıca, türlerin farklı yaşam evrelerinde sıcaklık artışı ile imlenmelerinin nasıl değiştiğinin araştırılması da, türlerin iklim değişikliğine cevabını bütünsel bir şekilde anlayabilmemiz açısından önemlidir.

KAYNAKLAR

- Abdelaal M, Fois M, Fenu G, Bacchetta G. Using MaxEnt modelling to predict the potential distribution of the endemic plant *Rosa arabica* Crép. In Egypt. *Ecol Inform* 2019; 50: 68–75
- Aschmann H. (1973) Distribution and peculiarity of Mediterranean ecosystems. In: di Castri F., Mooney H. A. (Eds), *Mediterranean type ecosystems*. Springer, Berlin, Germany, pp 11–19.
- Baldi M., Dalu G., Maracchi G., Pasqui M., Cesarone F. (2006) Heat waves in the Mediterranean: a local feature or a larger-scale effect? *International Journal of Climatology*, 26, 1477–1487.
- Ballester J., Rodo X., Giorgi F. (2010) Future changes in Central Europe heat waves expected to mostly follow summer mean warming. *Climate Dynamics*, 35, 1191–1205
- Bandara, R. G., Finch, J., Walck, J. L., Hidayati, S. N. ve Havens, K. (2019). Germination niche breadth and potential response to climate change differ among three North American perennials. *Folia Geobotanica*, 54(1-2), 5-17. doi:10.1007/s12224-019-09347-2.
- Baskin, C. C., & Baskin, J. M. (1998). *Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. San Diego: Academic Press.
- Baskin, C.C. ve Baskin, J.M. (2014). *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. 2nd edn. San Diego, CA, USA: Academic/Elsevier*
- Bell, D.T., Rokich, D.P., McChesney, C.J. ve Plummer, J.A. (1995). Effects of temperature, light and gibberellic acid on the germination of seeds of 43 species native to Western Australia. *J Veg Sci* 6:797-806
- Buckley, L.B., Urban, M.C., Angilletta, M.J., Crozier, L.G., Rissler, L.J., Sears, M.W. (2010). Can mechanisms inform species' distribution models? *Ecol Letters* 13:1041–1054.
- Cavieres, L. A., & Arroyo, M. T. K. (2000). Seed germination response to cold stratification period and thermal regime in *Phacelia secunda* (Hydrophyllaceae): Altitudinal variation in the Mediterranean Andes of central Chile. *Plant Ecology*, 149(1), 1-8. <https://doi.org/10.1023/A:1009824022346>
- Chen IC, Hill JK, Ohlemüller R, Roy DB, Thomas CD. Rapid range shifts of species associated with high levels of climate warming. *Science* 2011; 333: 1024–1026
- Cochrane, A., Yates, C. J., Hoyle, G. L., & Nicotra, A. B. (2015a). Will among-population variation in seed traits improve the chance of species persistence under climate change?. *Global Ecology and Biogeography*, 24(1), 12-24.
- Cochrane, J. A., Hoyle, G. L., Yates, C. J., Wood, J., & Nicotra, A. B. (2015b). Climate warming delays and decreases seedling emergence in a Mediterranean ecosystem. *Oikos*, 124(2), 150-160.

- Davis, P.H. (1965-1985). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vols. 1-9, Edinburgh University Press, Edinburgh, UK.
- Değirmenci, C.Ü., Çulha-Erdal, Ş., Nashat, O.K., Yirmibeş, S., Dallı, E., Tatar, H., Bekdemir, S., Özcan, S., Şönger, S., Samur, B., Çiçek, N., Yaprak, A.E., Ekmekçi, Y., Tavşanoğlu, Ç. (2022). Germination patterns under climate change in the plants of the Central Anatolian steppe. In: Book of Abstracts, Seed Ecology VII Conference, 6-9 September 2022, Asturias, Spain.
- Della-Marta P.M., Haylock M.R., Luterbacher J., Wanner H. (2007) Doubled length of western European summer heat waves since 1880. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 112, D15.
- Donohue, K., Rubio de Casas, R., Burghardt, L., Kovach, K., & Willis, C. G. (2010). Germination, post germination adaptation, and species ecological ranges. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 41, 293-319. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-102209-144715>
- Duarte, A.A., De Lemos Filho, J. P., ve Marques, A. R. (2018). Seed germination of bromeliad species from the Campo Rupestre : Thermal time requirements and response under predicted climate-change scenarios. *Flora*, 238, 119-128. doi:10.1016/j.flora.2017.05.016
- Dullinger S., Kleinbauer I., Pauli H., Gottfried M., Brooker R., Nagy L., Borel J.L. (2007) Weak and variable relationships between environmental severity and small-scale co-occurrence in alpine plant communities. *Journal of Ecology*, 95, 1284–1295.
- Fan, X., & Zhang, C. (2021). Elevation gradients and plant community patterns in Mediterranean ecosystems. *Journal of Biogeography*, 48(3), 524-537.
- Fenner, M., & Thompson, K. (2005). *The Ecology of Seeds*. Cambridge University Press.
- Finch, J., Walck, J.L., Hidayati, S.N., Kramer, A.T., Lason, V., Havens, K. (2018). Germination niche breadth varies inconsistently among three *Asclepias* congeners along a latitudinal gradient. *Pl Biol* 21:425–438.
- Ghaderi-Far, F., Coşgun, Z. L., Değirmenci, C. Ü, Tüysüz, İ, Ülgen, C., Tavşanoğlu, Ç. (2021). Light and temperature requirements for germination in the Mediterranean shrub *Lavandula stoechas* (Lamiaceae). *Plant Biology*, 23(6), 992-999. doi:10.1111/plb.13329
- Giménez-Benavides, L., Escudero A., Pérez-García F. (2005). Seed germination of high mountain Mediterranean species: altitudinal, interpopulation and interannual variability. *Ecological Research*, 20, 433–444.
- Giorgi F. (2006) Climate change hot-spots. *Geophysical Research Letters*, 33, L08707.
- Giorgi F., Lionello P. (2008) Climate change projections for the Mediterranean region. *Global and Planetary Change*, 63, 90–104.

- Graae, B.J., Alsos, I.G., Ejrnaes, R. (2008). The impact of temperature regimes on development, dormancy and germination of dwarf shrub seeds from arctic, alpine and boreal sites. *Plant Ecology* 198:275-284
- Grabherr G., Gottfried M., Pauli H. (1994) Climate effects on mountain plants. *Nature*, 369, 448–448.
- Guo Y, Wei H, Lu C, Gao B, Gu W. Predictions of potential geographical distribution and quality of *Schisandra sphenanthera* under climate change. *PeerJ* 2016; 4: e2554
- Hobbie, S.E., Chapin, F.S. (1998). The response of tundra plant biomass, above-ground production, nitrogen, and CO₂ flux to experimental warming. *Ecology* 79:1526-1544
- Hoyle, G.L., Venn, S.E., Steadman, K.J., Good, R.B., McAuliffe, E.J., Williams, E.R. & Nicotra, A.B. (2013) Soil warming increases plant species richness but decreases germination from the alpine soil seed bank. *Global Change Biology*, 19, 1549–1561.
- IPCC report. (2007). Climate Change, 480-481. doi:10.1017/cbo9780511803826.013
- Karger D.N., Conrad, O., Böhner, J., Kawohl, T., Kreft, H., Soria-Auza, R.W., Zimmermann, N.E, Linder, H.P., Kessler, M. (2018): Data from: Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas. **EnviDat**. <https://doi.org/10.16904/envidat.228.v2.1>
- Kazancı, D. D., Tavşanoğlu, Ç. (2019). Heat shock-stimulated germination in Mediterranean Basin plants in relation to growth form, dormancy type, and distributional range. *Folia Geobotanica* 54: 85-98.
- Körner C. (2003) Alpine plant life. Functional plant ecology of high-mountain ecosystems. Springer, Berlin, Germany, 349 pp.
- Körner C. (2007) The use of 'altitude' in ecological research. *Trends in Ecology & Evolution*, 22, 569–574.
- Körner C., Spehn E.M. (2002) Mountain biodiversity: a global assessment. Parthenon, London, UK, 350 pp.
- Kulaç, Ş. (2010). Drought stress exposed Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings in some morphological and physiological Investigation of biochemical changes. *Ph.D. Thesis, Karadeniz Technical University, Institute of Science and Technology*. Trabzon (in Turkish).
- Lamprecht A, Semenchuk PR, Steinbauer K, Winkler M, Pauli H. Climate change leads to accelerated transformation of high-elevation vegetation in the central Alps. *New Phytol* 2018; 220: 447–459
- Lenoir J, Svenning JC, (2013). Latitudinal and elevational Range Shifts under contemporary Climate Change. In: Levin S, ed. *Encyclopaedia of Biodiversity*, 2nd edition. Amsterdam: Elsevier 599–611.
- Lenth R (2024). Emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. R package version 1.10.4, <https://rvlenth.github.io/emmeans/>, <https://rvlenth.github.io/emmeans/>.

- Luna, B., Pérez, B., Torres, I., ve Moreno, J. M. (2011). Effects of incubation temperature on seed germination of Mediterranean plants with different geographical distribution ranges. *Folia Geobotanica*, 47(1), 17-27. doi:10.1007/s12224-011-9110-0
- Milbau, A., Graae, B.J., Shevtsova, A., Nijs, I. (2009). Effects of a warmer climate on seed germination in the subarctic. *Ann Bot (Oxford)* 104:287-296
- Mondoni, A., Rossi, G., Orsenigo, S., ve Probert, R. J. (2012). Climate warming could shift the timing of seed germination in alpine plants. *Annals of Botany*, 110(1), 155-164. doi:10.1093/aob/mcs097
- Moreira, B., Tormo, J., Estrelles, E., Pausas, J.G. (2010). Disentangling the role of heat and smoke as germination cues in Mediterranean Basin flora. *Ann Bot* 105:627–635.
- Mote P.W., Hamlet A.F., Clark M.P., Lettenmaier D.P. (2005) Declining mountain snowpack in western North America. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 86, 39–49.
- Nogues-Bravo D., Araujo M.B., Errea M.P., Martinez-Rica J.P. (2007) Exposure of global mountain systems to climate warming during the 21st Century. *Global Environmental Change*, 17, 420–428.
- Nogues-Bravo D., Araujo M.B., Lasanta T., Lopez-Moreno J.I. (2008) Climate change in Mediterranean mountains during the 21st century. *Ambio*, 37, 280–285.
- Özdemir, S., Özkan, K. ve Mert, A. (2020). Ekolojik Bakış Açısı İle İklim Değişimi Senaryoları. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 13(3), 361-371. DOI: 10.46309/biodicon.2020.762985
- Pompe S, Hanspach J, Badeck F, Klotz S, Thuiller W, Kühn I, (2008). Climate and land use change impacts on plant distributions in Germany. *Biol Lett* 4: 564–567
- Probert, R. J., Daws, M. I., & Hay, F. R. (2009). Ecological correlates of ex situ seed longevity: A comparative study on 195 species. *Annals of Botany*, 104(1), 57-69.
- Probert, R.J. (2000). The role of temperature in the regulation of seed dormancy and germination. In Fenner M (ed) *Seeds. The ecology of regeneration in plant communities*. CAB International, Wallingford, pp 261-292
- QGIS.org, (2024). QGIS Geographic Information System. QGIS Association. <http://www.qgis.org>
- R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. *R Foundation for Statistical Computing*, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- Raunkiaer, C. (1934) *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*. Oxford University Press, London.
- Semerci H, Öztürk H, Semerci A, İzbirak A, Ekmekçi Y. (2008). Larch in different reclamation zones sampled Anatolia *Pinus nigra* Arnold. ssp. *nigra* var. *caramanica* (loudon Rehder) to determine the origin of frost and drought tolerance. Ministry of Environment and Forestry Publication No: 340 Forest Trees and Seeds Research Institute Technical Bulletin, 21. Ankara, ISBN 978-605-393-017-4. (in Turkish)

- Shafer SL, Bartlein PJ, Thompson RS, (2001). Potential changes in the distributions of western North American tree and shrub taxa under future climate scenarios. *Ecosystems* 4: 200–215
- Sillmann J., Kharin V.V., Zwiers F.W., Zhang X., Bronaugh D. (2013) Climate extremes indices in the CMIP5 multimodel ensemble: part 2. Future climate projections. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 118, 2473–2493.
- Thanos, C.A. ve Georghiou, K. (1988). Ecophysiology of fire-stimulated seed germination in *Cistus incanus* ssp. *creticus* (L.) Hey wood and *C. salvifolius* L. *Plant, Cell ve Environment*, 11: 841-849. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.1988.tb01910.x>
- Thompson, P.A. (1970). Germination of species of Caryophyllaceae in relation to their geographical distribution in Europe. *Ann Bot (Oxford)* 34:427-449
- Vera, M. L. (2000). Seed germination of *Quercus faginea* Lam. and *Quercus robur* L. and its ecological significance in reforestation projects. *Forest Ecology and Management*, 130(1), 1-11.
- Wagner, J., Mitterhofer, E. (1998). Phenology, seed development, and reproductive success of an alpine population of *Gentianella germanica* in climatically varying years. *Bot Acta* 111:159-166.
- Walck, J. L., Hidayati, S. N., Dixon, K. W., Thompson, K., & Poschlod, P. (2011). Climate change and plant regeneration from seed. *Global Change Biology*, 17(6), 2145-2161.
- Yigit, N., Sevik, H., Cetin, M., ve Kaya, N. (2016). Determination of the effect of drought stress on the seed germination in some plant species. *Water Stress in Plants*. doi:10.5772/63197
- You J, Qin X, Ranjitkar S, Loughheed SC, Wang M, Zhou W, Ouyang D, Zhou Y, Xu J, Zhang W, Wang Y, Yang J, Song Z, (2018). Response to climate change of montane herbaceous plants in the genus *Rhodiola* predicted by ecological niche modelling. *Sci Rep* 8: 5879
- Zamora R., Perez-Luque A.J., Bonet F.J., Barea-Azcon J.M., Aspizua R. (2016) Global change impacts in Sierra Nevada: challenges for conservation. *Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía, Spain*, 208 pp.
- Zhao Q, Li R, Gao Y, Yao Q, Guo X, Wang W. Modelling impacts of climate change on the geographic distribution of medicinal plant *Fritillaria cirrhosa* D. Don. *Plant Biosyst* 2018; 152: 349–355